

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК
И ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

А. П. ПАНТЮХОВ, Ю. А. СОКОЛОВ

АВИАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА

Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для слушателей системы дополнительного
образования взрослых по медицинскому профилю



Минск БГМУ 2013

УДК 613.693 (075.8)
ББК 51.244 я73
П16

Рецензенты: канд. мед. наук, доц. военной кафедры Гродненского государственного медицинского университета В. М. Ивашин; канд. мед. наук, доц. военной кафедры Витебского государственного медицинского университета Р. И. Федорова

Пантюхов, А. П.

П16 Авиационная медицина : учеб. пособие / А. П. Пантюхов, Ю. А. Соколов. – Минск : БГМУ, 2013. – 355 с.

ISBN 978-985-528-836-8.

С учетом последних достижений авиамедицинской науки рассмотрены профессиональные особенности летного труда, отражены основные теоретические вопросы авиационной психологии и авиариологии, гигиены и токсикологии, а также основные мероприятия по сохранению и укреплению здоровья летного состава государственной и гражданской авиации Республики Беларусь.

Предназначено для повышения квалификации врачей, обеспечивающих полеты государственной и гражданской авиации по дисциплине «Медицинское обеспечение полетов авиации».

УДК 613.693 (075.8)
ББК 51.244 я73

ISBN 978-985-528-836-8

© Пантюхов А. П., Соколов Ю. А., 2013
© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2013

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АД — артериальное давление
АП — авиационное происшествие
АСР — аварийно-спасательные работы
АТФ — аденозинтрифосфорная кислота
БАЗ — бортовой аварийный запас
БАТК — биологические активные точки кожи
ВВС — Военно-воздушные силы
ВС — воздушное судно
ВКК — высотный компенсирующий костюм
ВЛЭК — врачебно-летная экспертная комиссия
ВМСК — высотный морской спасательный комплект
ВМУ — приборные метеорологические условия
ГРП — группа руководства полетами
ГШ — герметический шлем (гермошлем)
ЗШ — защитный шлем
ИИИ — источник ионизирующего излучения
ИТС — инженерно-технический состав
ККО — комплект кислородного оборудования
КМ — кислородная маска
КП — кислородный прибор
ЛА — летательный аппарат
МОД — минутный объем дыхания
МОК — минутный объем крови
МСК — морской спасательный комплект
НАЗ — носимый аварийный запас
НБГ — нормобарическая гипоксия
ПВК — профессионально важные качества
ПМУ — приборные метеорологические условия
ППК — противоперегрузочный костюм
ППО — профессиональный психологический отбор
ППУ — противоперегрузочное устройство
ПС — позвоночный столб
ПСР — поисково-спасательные работы
РЛС — радиолокационная станция
СИЗ — средства индивидуальной защиты
ССМР — сложная сенсомоторная реакция
ФЛТ — физиология летного труда
ЦНС — центральная нервная система
ЧСС — частота сердечных сокращений
ЭКГ — электрокардиограмма
ЭЭГ — электроэнцефалограмма
 pO_2 — парциальное давление кислорода
 pAO_2 — парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе
УВД — управление воздушным движением

РАЗДЕЛ 1

АВИАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА И ЛЕТНЫЙ ТРУД

ГЛАВА 1. ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ АВИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ. ИСТОРИЯ АВИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ

1.1. ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ АВИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ

Авиационная медицина — это отрасль медицины, изучающая влияние условий среды и факторов профессиональной деятельности на здоровье и работоспособность авиационных специалистов с целью повышения эффективности их труда, снижения заболеваемости, обеспечения безопасности полетов и prolongation летного долголетия.

Основу авиационной медицины составляют нормальная и патологическая физиология, общая и военная гигиена, психология.

Теория авиационной медицины представляет собой систему научных знаний о взаимодействии здорового и больного организма человека с условиями внешней среды во время полетов и летной деятельности, специфических состояниях организма (пограничных, патологических), возникающих вследствие воздействия высотных и динамических факторов полета, а также способах снижения негативного воздействия вышеуказанных факторов на организм, восстановления работоспособности летного состава и профилактики заболеваний, развивающихся под влиянием летной деятельности.

Практика авиационной медицины находит свое отражение в виде реализации накопленных научных знаний в медицинском обеспечении полетов авиации, а также повышении медицинской составляющей безопасности полетов.

Предметом авиационной медицины являются факторы и содержание профессиональной деятельности; здоровье, работоспособность и профессиональная надежность авиационных специалистов; безопасность полетов и профессиональный отбор.

Объектом при изучении авиационной медицины является летный и технический состав, специалисты, обеспечивающие выполнение полетов, а также пассажиры ВС.

Целью изучения авиационной медицины является подготовка авиационных врачей к практической деятельности на должностях согласно квалификационным требованиям.

Авиационная медицина имеет две особенности: 1) авиационная медицина — наука преимущественно профилактическая; 2) авиационная медицина — наука комплексная.

Основными разделами авиационной медицины являются авиационная физиология, врачебно-летная экспертиза, авиационная гигиена, авиационная психофизиология, авиамедицинская авариология.

Авиационная физиология — научная основа авиационной медицины — изучает влияние на организм человека факторов внешней среды и факторов полета, обусловленных динамикой перемещения в пространстве и пребыванием человека в кабине ЛА, приспособление организма к этим условиям. В разделе обос-

новываются мероприятия, направленные на профилактику неблагоприятного влияния факторов полета на организм человека и повышение работоспособности.

Авиационная гигиена изучает и разрабатывает проблемы гигиенического обеспечения полетов с целью проведения профилактических мероприятий, направленных на обеспечение благоприятных санитарно-гигиенических условий труда авиационных специалистов. В частности, обосновываются гигиенические требования к кабинам пилотов на ЛА и местам отдыха летного состава на аэродромах, решаются гигиенические вопросы труда летного и технического состава, питания, специального снаряжения и обмундирования. В разделе формулируются гигиенические требования к кислородно-дыхательной аппаратуре, а также меры защиты от действия высоких и низких температур, СВЧ поля, агрессивных жидкостей и т. д.

Авиационная психофизиология изучает совокупность психических и физических состояний и реакций организма в процессе летного труда в целях обоснования медицинских рекомендаций, направленных на оптимизацию условий и структуры деятельности летчиков, совершенствование методов их обучения и тренировки.

Врачебно-летная экспертиза (ВЛЭ) — самостоятельная дисциплина, изучающая научно обоснованную систему мероприятий по медицинскому отбору, наблюдению за состоянием здоровья, лечению и профилактике заболеваний, освидетельствованию, разработке новых методов обследования летного состава. Основу ВЛЭ составляют клиническая медицина и медицинская экспертиза.

Разумеется, деление авиационной медицины на основные разделы достаточно условно и не отражает всего многообразия ее содержания. Эти разделы тесно связаны между собой и взаимно переплетаются. Кроме того, появились новые направления авиационной медицины: авиационная фармакология, авиационная патофизиология, авиационная биохимия и некоторые другие.

Примыкают к авиационной медицине и имеют важное значение для авиационного врача некоторые смежные науки, в особенности, авиационная психология. Она изучает психологические особенности различных видов летной деятельности, выявляет закономерности психической деятельности летного состава и меры по их использованию для повышения боеспособности летных экипажей. Основные проблемы авиационной психологии: летные способности, деятельность человека в системе «летчик – летательный аппарат – среда», летные навыки, вопросы психологического отбора и другие.

Являясь разделом медицины, авиационная медицина широко опирается на данные биологии, психологии, физиологии, гигиены, клинических дисциплин, физики, химии, педагогики, инженерных дисциплин, математики и др. Однако клиническая, профилактическая и теоретическая медицина составляет ее основу, так как в центре внимания авиационной медицины, как и всей медицины в целом, стоит человек, здоровье которого, работоспособность и, в конечном счете, безопасность полетов являются предметом ее неустанной заботы.

Целью исследований в авиационной медицине являются обеспечение надежности летной деятельности и безопасности полетов, разработка мер по поддержанию здоровья и профессионального долголетия летного состава, со-

хранению высокой работоспособности в любых видах полетов и при любых условиях.

Задачи, стоящие перед авиационной медициной, можно сформулировать следующим образом.

1. Исследование влияния различных факторов полета на организм человека с учетом его профессиональной деятельности и разработка физиолого-гигиенических требований к системам и средствам обеспечения жизнедеятельности экипажей ЛА.

2. Исследование особенностей деятельности человека в аварийных ситуациях и разработка медицинских требований к средствам спасения и выживаемости членов экипажей ЛА.

3. Исследование особенностей профессиональной деятельности экипажей ЛА и личного состава служб обеспечения полетов. Разработка медицинских рекомендаций, направленных на повышение безопасности полетов и эффективности труда авиационных специалистов.

4. Исследование психофизиологических возможностей летчиков по управлению ЛА. Разработка медико-технических требований к системам индикации, сигнализации и управления.

5. Обоснование и разработка требований к состоянию здоровья летного состава и курсантов авиационных факультетов (училищ), организация и осуществление врачебно-летной экспертизы. Разработка методов, а также медико-технических требований к средствам врачебного контроля за состоянием здоровья и работоспособностью экипажей ЛА в межкомиссионный период.

6. Разработка медицинских нормативов и рекомендаций по методике тренировки экипажей ЛА и обоснование физиолого-гигиенических требований к авиационным тренажерам.

7. Исследование причин летных происшествий и предпосылок к ним, связанных с состоянием здоровья и нарушением работоспособности экипажей ЛА, разработка медицинских требований, направленных на снижение авиационной аварийности.

В авиационной медицине используются как общие для медицины, так и специфические для данной науки методы исследования. К общим относятся физиологические, клинические, электрофизиологические, психологические и другие методы исследования, которые используются при медицинском контроле за состоянием здоровья летчика. Специфические методы исследования подразделяются на две группы. Первую группу составляют методы моделирования факторов полета и летной деятельности в наземных условиях. Вторая группа методов исследования — экспериментальные исследования в условиях полета на специально оборудованных самолетах-лабораториях.

В авиационной медицине, как и в медицине вообще, некоторые исследования на первых этапах, как правило, проводятся на животных, обычно при действии более значительных по величине физических воздействий. Однако на заключительном этапе часто требуются исследования при непосредственном участии человека. Авиационные врачи вписали много страниц в летопись самоотверженного труда медицинских работников, когда они первыми подвергали

себя воздействию неизвестных факторов полета, определяли допустимые их величины и отрабатывали меры защиты.

Главным звеном в решении практических задач авиационной медицины является авиационный врач, который, с одной стороны, должен достаточно хорошо разбираться в общих вопросах клинической медицины, быть подготовленным по вопросам профессиональной патологии летного состава, диагностики субклинических форм болезней, владеть методами специальной функциональной диагностики и врачебно-летной экспертизы, а с другой — знать особенности и условия профессиональной деятельности летного состава, грамотно организовывать и проводить мероприятия по повышению работоспособности пилотов. Помимо вышперечисленного, важнейшим разделом профессиональной деятельности авиационного врача является оценка готовности каждого члена экипажа по состоянию здоровья к выполнению того или иного вида деятельности в полете.

Таким образом, в настоящее время теория и практика авиационной медицины является основой медицинского обеспечения полетов авиации — важнейшей составляющей безопасности полетов.

1.2. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ

Условно в развитии и становлении отечественной авиационной медицины выделяют 5 периодов: 1) первичное становление — до 1909 г.; 2) первый период интенсивного развития (период интенсивного развития винтовой авиации) — 1909–1941 гг.; 3) период практического обеспечения боевых действий авиации — 1941–1945 гг.; 4) второй период интенсивного развития (восстановление, переход на реактивную авиацию) — 1945–1960 гг.; 5) современный период — начиная с 1960 г.

На протяжении всей истории своего развития человечество никогда не прекращало попытки покорить небесный океан, несмотря на частую расплату за дерзость собственной жизнью.

21 ноября 1783 г. имена французских естествоиспытателей Пилатра де Розье и д'Арланда навечно вошли в историю человечества как имена первых людей, поднявшихся в воздух на ЛА.

Однако печальная страница катастроф в истории авиации, открытая в 1785 г. Пилатром де Розье при перелете через Ламанш, постоянно пополнялась новыми именами. При этом по мере накопления практического опыта воздухоплавания все чаще стали отмечаться случаи изменения функционального состояния аэронавтов на высоте: в 1809 г. аэронавт Бланшар, проверяя оборудование, почувствовал себя плохо и выпал из корзины. В 1862 г. английские естествоиспытатели Джеме Глейшер и Коксуэлл, совершая полет на воздушном шаре с научными целями, почувствовали резкое ухудшение состояния, проявившееся выраженной слабостью, апатией, адинамией, сонливостью. Напротив, в 1875 г. французский физик Гастон Тиссандье вместе со своими друзьями, учеными Г. Сивелем и Д. Кроче-Спинелли, быстро набрав высоту 6 км вследствие хорошей подъемной силы воздушного шара, не только не испытывали вышеуказанные симптомы, но и отмечали значительное улучшение самочувствия, веселое настроение, бод-

рость, т. е. симптомы коварного состояния — высотной эйфории (греч. хорошо переношу).

Вышеуказанные исторические факты в конечном итоге заставили аэронавтов задуматься над безопасностью полетов. Практика «покорения высоты» настоятельно требовала участия специалистов в области медицины при подготовке и сопровождении таких мероприятий.

Первым русским врачом, совершившим полеты на воздушном шаре, был штаб-лекарь Кашинский. Он дважды поднимался из Нескучного сада в Москве в 1805 г.

Первый случай активного вмешательства медицины для предотвращения авиационного происшествия произошел 24 мая 1847 г., когда житель Москвы Вильгельм Берг не был допущен врачами к повторному вылету из-за последствий повреждения ноги при приземлении в первом полете.

30 июня 1804 г. совершен трехчасовой полет на воздушном шаре академика Захарова Якова Дмитриевича по заданию Российской академии наук, в течение которого была достигнута высота 2000 м и проведено первое научное исследование влияния высотных факторов на организм, в частности — воздействие разреженной атмосферы на орган слуха.

Неоценимый вклад в становление авиационной медицины как науки внесли французские ученые Ж. Био и знаменитый физик и химик Жозеф-Луи Гей-Люссак. Совершая путешествия на воздушном шаре, ученые по результатам проведенных исследований первыми доказали, что нехватка воздуха для дыхания на высоте обусловлена сильным его разрежением, а не изменением его качественного состава, как предполагали ранее некоторые ученые, поэтому для предотвращения несчастных случаев необходимо брать с собой в полет сосуд, наполненный сжатым кислородом, а потом на высоте дышать из него.

Не менее примечателен и известен полет знаменитого русского химика Дмитрия Ивановича Менделеева, совершенный в 1887 г. по приглашению совета Русского технического общества. Д. И. Менделеев считал, что полеты аэростатов с научной аппаратурой на большие высоты являются крайне необходимыми, т. к. «лаборатория погоды» находится именно в верхних слоях атмосферы.

Кроме исследований во время полетов на воздушных шарах, большие по значимости для авиационной медицины исследования проводились также в лабораториях и научных учреждениях. Так, врач А. Католинский (1862) провел в Петербурге исследования по влиянию на организм разреженного и «сгущенного» воздуха. В дальнейшем исследования в этом же направлении проводили русские врачи Е. Смирнов (1866), П. Кочановский (1875), Л. Н. Симонов (1876), М. Жирмунский (1877), Н. Строганов (1876) и др.

В 1865 г. З. Сабинский в экспериментах на животных показал, что селезенка, являющаяся депо крови, рефлекторно сокращается при остром кислородном голодании (гипоксии).

В 70-х годах XIX века физиолог Н. Соковнин впервые исследовал влияние гипоксии на пищеварение.

В 1875 г. при попытке установить рекорд высоты погибли члены экипажа воздушного шара «Зенит». Проанализировав их гибель, ученые Поль Бер (1876)

и И. М. Сеченов (1879) пришли к заключению, что трагедия произошла вследствие кислородного голодания. Кроме исследования гипоксии на организмы животных, Поль Бер исследовал также влияние пониженного барометрического давления. И. М. Сеченов обосновал положение о постоянстве альвеолярного состава воздуха и предложил формулу для определения парциального давления кислорода.

Ученик И. М. Сеченова В. В. Пашутин в «Лекциях по общей патологии» (1881) подробно изложил вопросы как механического, так и химического воздействия разреженного воздуха, придавая первостепенное значение недостатку кислорода. В. В. Пашутин ввел понятие «кислородное голодание», раскрывающее суть процессов, протекающих в организме человека при понижении барометрического давления с подъемом на высоту. В. В. Пашутину принадлежит также и первая научная классификация причин, вызывающих кислородное голодание, которая сохранила свое значение до сего времени и используется в современных классификациях. Ученики и последователи В. В. Пашутина в своих работах развили многие стороны учения о кислородном голодании (П. О. Альбицкий, 1884; Е. А. Карташевский, 1906 и др.). С именем В. В. Пашутина связано также изучение проблемы ускорений. В «Лекциях по общей патологии» В. В. Пашутин посвящает этому специальную главу, в которой детально обсуждаются закономерности изменения гемодинамики при различных положениях тела в пространстве. Он доказал рефлекторный механизм компенсаторных реакций организма при действии ускорений. Ученик В. В. Пашутина Н. О. Цибульский (1879) обосновал принципы создания защитных устройств противодействия ускорений по типу противоперегрузочных костюмов.

В это же время в Медико-хирургической академии разрабатывались и клинические аспекты авиационной медицины. В. Манассеин (1869) из лаборатории С. П. Боткина публикует работу о значении голодания в повышении устойчивости к кислородному голоданию. В. И. Воячек в 1908 г. впервые использовал ускорения Кориолиса для точного измерения вестибулярной чувствительности, предложил и обосновал метод нистагмографии.

В. П. Кузнецов (1888) изучал возбудимость коры головного мозга в зависимости от искусственно вызванной гиперемии. В. В. Абрамов (1909–1910) в психиатрической клинике В. М. Бехтерева начал производить экспериментально-психологические исследования авиаторов.

Первым отечественным авиационным врачом считается старший врач Егерского полка И. Д. Карпышев, назначенный на эту должность 17 сентября 1887 г. Главным медицинским управлением.

«Прародителем» современной системы медицинского обеспечения полетов по праву можно назвать военного врача С. П. Мунта, который на основании собственных наблюдений и исследований, проведенных в Гатчинской авиационной школе, настаивал на введении в практику воздухоплавания и военной авиации медицинского освидетельствования и предполетного медицинского осмотра.

Таким образом, в XIX в., по существу, были заложены основы высотной физиологии, физиологии ускорений, учения о газах крови.

В конце XIX в. появляются ЛА тяжелее воздуха. Несмотря на быстрое совершенствование самолетов, отмечается высокая травматизация и гибель пилотов. Поэтому аэроклубы были вынуждены предъявить определенные требования к состоянию здоровья пилотов.

Датой зарождения русской авиационной медицины принято считать 14 июля 1909 г., когда совет Всероссийского аэроклуба вынес решение: «Признать необходимым разрешить желающим членам аэроклуба совершать полеты лишь при условии их медицинского освидетельствования».

Примечательно, что с самого начала вопросы медицинского обеспечения полетов стали предметом внимания военно-санитарного управления. Уже в начале 1911 г. Военным ведомством издается приказ с «Расписанием болезней и физических недостатков, препятствующих службе офицеров, нижних чинов и вольнонаемных механиков в воздухоплавательных частях на аэростатах и аэропланах», создается первая врачебно-летная комиссия (ВЛК).

В декабре 1917 г. при народном комиссариате по военным и морским делам создана Всероссийская коллегия по управлению Воздушным флотом Республики, в штат первого авиационного социалистического отряда для защиты Петрограда вводится должность авиационного врача, а спустя два года такие должности появляются во всех авиационных частях Юго-Западного фронта. В 1920 г. формируются первые санатории для летного состава. В 1924 г. организуется центральная психофизиологическая лаборатория во главе с авиационным врачом Н. М. Добротворским, который лично участвовал в длительном перелете Москва – Борисоглебск – Харьков – Киев в качестве экспериментатора и летчика-наблюдателя. Впоследствии (1930) он написал первую в Советском Союзе монографию по авиационной медицине «Летный труд». В лаборатории начинали свою деятельность видные советские авиационные врачи: А. П. Аполлонов, П. И. Егоров, Н. А. Вишневский, А. В. Лебединский, Е. С. Минц, В. Г. Миролубов, И. К. Собенников, В. В. Стрельцов. В 1924 г. вводятся в действие «Инструкция по освидетельствованию летного состава» и «Наставление врачебно-летным комиссиям».

На IV Всероссийском съезде воздушного флота в июне 1921 г. С. Е. Минц сделал доклад о состоянии врачебно-летней экспертизы и выделил два направления работы: клиническое диспансерное наблюдение за лицами летного состава и психологическое освидетельствование лиц летного состава. Проанализировав 364 катастрофы, С. Е. Минц сделал вывод, что в 90 % случаев катастрофы зависят от индивидуальных качеств летчика. Исследования С. Е. Минца сыграли большую роль в развитии врачебно-летней экспертизы.

В 1932 г. формируется центральная научно-психофизиологическая лаборатория по изучению летного труда ГВФ. В 1935 г. организуется институт авиационной медицины РККА им. И. П. Павлова во главе с профессором Ф. Г. Кротковым — видным специалистом в области военной гигиены. В институте работали такие крупные ученые, как В. В. Стрельцов, А. П. Попов, В. А. Спасский, Д. И. Иванов, П. К. Исаков, В. Г. Миролубов, А. П. Аполлонов, Г. Г. Куликовский, П. Е. Калмыков, Г. А. Арутюнов.

В 1937 г. вводится должность флагманского врача ВВС округа. Под влиянием пропаганды Наркомздрав в 1939 г. принял решение о создании при Центральном институте усовершенствования врачей специальной кафедры авиационной медицины, а при 2-м Московском медицинском институте был открыт авиационный факультет. Обе вышеуказанные структуры возглавил профессор В. В. Стрельцов — инициатор создания в СССР барокамер и барокамерных тренировок, автор диссертации на степень доктора медицинских наук по авиационной медицине «Влияние пониженного барометрического давления и ускорений на организм». В 1939–1940 гг. в Ленинграде создается баролаборатория при Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова.

Разработкой проблем авиационной медицины в предвоенный период успешно занимались сотрудники центральной психофизиологической лаборатории (С. Я. Самтер, С. Г. Геллерштейн, В. В. Левашов, М. Д. Чиркин) и сотрудники Института экспериментальной медицины под руководством И. П. Разенкова. С 1935 г. разработкой вопросов авиационной психологии занимался К. К. Платонов. Он опубликовал ряд книг («Летчику о психологии», «Психология летного труда» и др.), которые сыграли большую роль в подготовке авиационных кадров. В 1939–1941 гг. выходят первые в СССР учебные пособия по авиационной медицине.

Значительный вклад в разработку проблем авиационной медицины, истоки которых были заложены еще в XIX в. трудами В. В. Пашутина, П. М. Альбицкого, Е. А. Карташевского, М. Р. Тарханова и других ученых, в этот период внесли ученые Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова. В стенах академии всестороннему анализу подверглась наиболее важная для того времени проблема кислородного голодания организма. Исследовалось состояние кроветворения на высоте (П. И. Егоров, А. Д. Кудрин и др.), состояние обменных процессов (Г. Е. Владимиров, А. Ф. Панин и др.), секреторная функция желудочных желез (М. П. Бресткин и др.), состояние кровообращения (П. И. Егоров, Н. С. Молчанов и др.), функция почек (А. Г. Кузнецов), функция ЦНС (Л. А. Орбели, И. Р. Петров, А. В. Лебединский, В. П. Курковский и др.).

На кафедре ЛОР-болезней ведутся работы по физиологии вестибулярного и слухового анализаторов, выяснению патогенеза воздушной болезни, вопросам переносимости резких перепадов барометрического давления, профилактике авиационной шумовой травмы (В. И. Воячек, К. Л. Хиллов и др.). Впервые выдвигаются вопросы использования санитарной авиации для воздушной эвакуации раненых (И. Р. Петров, П. П. Гончаров), обосновываются гигиенические требования к летной одежде (П. Е. Калмыков) и инженерно-психологические нормы построения авиационных приборов и пультов (Н. В. Зимкин).

Успехи академии в развитии авиационной медицины в довоенный период подтверждаются следующими фактами: одним из первых отечественных исследователей, защитившим диссертацию на степень доктора медицинских наук по авиационной медицине, был П. И. Егоров (1936); одним из редакторов первого учебника по авиационной медицине был В. И. Воячек (1939); первая центрифуга для человека была создана в клинике ЛОР академии (1936); первая специальная баролаборатория в Советском Союзе была построена в академии в 1939–1940 гг.;

ученые академии (М. П. Бресткин, П. И. Егоров, А. В. Лебединский, А. А. Сергеев) участвовали в разработке медицинских проблем обеспечения полетов аэростата «Осоавиахим»; на одном из крупнейших Всесоюзных совещаний по авиационной медицине (по существу, на I научном съезде по авиационной медицине) в 1939 г. авторами 25 докладов из 60 представленных были ученые академии.

С началом Великой Отечественной войны особое внимание уделялось вопросам медицинского обеспечения боевых действий авиации, лечебно-эвакуационному обеспечению, санитарно-гигиеническим и противоэпидемическим мероприятиям в авиационных частях. Разрабатывались вопросы борьбы с утомлением и переутомлением летного состава, повышения устойчивости к быстрым перепадам барометрического давления, к кислородному голоданию, к воздействию значительных по величине ускорений. Обосновывались нормы питания летного состава на военное время и применительно к условиям вынужденного покидания самолета в малолюдной местности. Уточнялись требования к состоянию здоровья летного состава и некоторые другие вопросы.

Центром всех научных исследований по авиационной медицине в этот период стала лаборатория авиационной медицины во главе с М. П. Бресткиным, созданная при Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова и находившаяся в этот период в Москве. Большую роль в сохранении летных кадров в годы Великой Отечественной войны сыграли Центральный авиационный госпиталь, сформированный в 1943 г. (Москва), и сеть авиационных госпиталей, созданных в 1944 г. при воздушных армиях.

Послевоенный период характеризуется новыми успехами в развитии авиационной медицины. Этому способствовал переход в начале 50-х годов почти всех видов авиации на реактивную технику. В это время главным для авиационной медицины была разработка проблем высотного полета — режимы давления в герметических кабинах, кислородное обеспечение, взрывная декомпрессия, ударные и длительные ускорения, хотя эти проблемы достаточно глубоко разрабатывались также и в довоенное время. Большая и плодотворная работа группы специалистов (В. Г. Миролубов, В. А. Спасский, И. Я. Борщевский, А. Г. Шишов, В. В. Барановский, К. К. Платонов, А. Г. Кузнецов, Д. И. Иванов, П. К. Исаков, С. А. Гозулов, А. М. Генин) была направлена на решение ряда сложных и актуальных задач по обеспечению полетов на больших скоростях, малых и больших высотах в околоземном пространстве.

В этот период создаются новые научные учреждения. Так, при ВВС округов в 1946 г. открываются лаборатории авиационной медицины для решения актуальных вопросов медицинского обеспечения полетов, в 1950 г. создается центральная врачебно-летная комиссия (ЦВЛК).

В послевоенный период по-прежнему продолжают исследования в Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова по вопросам авиационной медицины. Группой сотрудников кафедры физиологии военного труда (начальник кафедры проф. М. П. Бресткин) определяются допустимые величины перегрузок в условиях катапультирования человека, изучается влияние кислородного голодания на высшую нервную деятельность и ЦНС организма, выясняются гормональные влияния на высотную устойчивость, изучаются декомпрессионные расстройства

и другие вопросы (Г. Л. Комендантов, В. В. Португалов, З. К. Сулимо-Самуилло и многие другие), вскрываются механизмы дыхания под избыточным давлением (П. М. Граменищ, П. В. Облапенко). Большое место отводится исследованиям по выяснению влияния перегрузок на организм и укачивания (Б. М. Савин, Г. Л. Комендантов, В. В. Борискин, В. В. Расветаев, В. И. Копанев). В это же время обобщаются результаты исследований и публикуются монографии и сборники по актуальным вопросам авиационной медицины.

В связи с возросшей необходимостью подготовки высококвалифицированных авиационных врачей в сентябре 1958 г. в Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова на базе кафедры физиологии военного труда, которая имела к тому времени основную материально-техническую базу для обучения (баролабораторию) и подготовленный коллектив преподавателей и научных сотрудников (Г. Л. Комендантов, Б. М. Савин, М. А. Пивоваров и др.), была организована кафедра авиационной медицины. Первым начальником кафедры авиационной медицины был назначен доцент А. Г. Шишов — авиационный врач с большим практическим стажем и опытом педагогической работы.

В 1963 г. в Москве открывается Институт медико-биологических проблем Министерства здравоохранения СССР (в настоящее время ГНЦ РФ ИМБП РАН). Первым руководителем института стал действительный член АМН СССР профессор А. В. Лебединский. Весомый вклад в исследованиях, связанных с авиационной медициной, внес академик РАН Олег Георгиевич Газенко, руководивший Институтом медико-биологических проблем с 1969 до 1988 гг. В данном институте развивалось множество новых направлений: моделирование профессиональных условий посредством различных установок (барокамеры, центрифуги и др.), моделирование лётной деятельности на тренажёрах, использование фотомакетов приборных досок, использование самолёта в качестве медицинской лаборатории, получение информации о тех или иных функциях организма в короткие промежутки времени с помощью специальной регистрирующей аппаратуры (малогабаритной, автономной или дистанционно управляемой), повышение общей неспецифической устойчивости организма посредством высотной акклиматизации.

В 1967 г. был основан журнал «Авиакосмическая и экологическая медицина», который выпускается и в настоящее время.

В 1991 г. создана Российская академия космонавтики им. К. Э. Циолковского (РАКЦ). В создании этой академии принимал деятельное участие доктор медицинских наук Е. И. Кузнец. Вице-президентом РАКЦ является легендарный космический долгожитель В. В. Поляков. Одно из лучших подразделений в академии — Медико-биологическое, в нем 6 отделений, двумя из них руководят авиационные врачи профессор Н. А. Разсолов и доктор медицинских наук В. С. Бедненко.

Характерные черты современного периода развития АМ: 1) изучение лётной деятельности при полетах на самолетах 4–5 поколения (проблемы лётного долголетия, переносимости высоких степеней перегрузок, стрессоустойчивости и т. п.); 2) бурное развитие общей и специальной функциональной диагностики (выявление снижения функциональных резервов организма, а также латентно

протекающих субклинических форм патологических состояний и оценка их влияния на летную работоспособность); 3) попытка найти общие закономерности взаимодействия организма с внешней средой (системный подход к изучаемым объектам и системный метод их изучения, функциональные системы, общая неспецифическая резистентность организма и др.); 4) внедрение математических методов в исследования (компьютеризация АМ); 5) переход от системы «пилот – самолет» при изучении деятельности человека к формуле «пилот – самолет – внешняя среда»; 6) окончательное становление АМ как самостоятельной научной отрасли медицины.

ГЛАВА 2. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕТЧИКА

2.1. ОСОБЕННОСТИ ЛЕТНОГО ТРУДА

Специфические условия летной деятельности обуславливают специфические психофизиологические требования к летному составу.

Для летного труда характерно следующее:

1. Значительная психофизиологическая напряженность, обусловленная высокой степенью опасности и ответственности летного труда. Такая высокая опасность и ответственность летного труда, а также постоянная «готовность к неожиданному» приводит к постоянным стрессам, более быстрому развитию утомления (переутомления).

2. Повышенные эмоциональные реакции, особенно в наиболее сложные моменты выполнения полетного задания.

3. Особенности функционирования акцепторных систем организма в полете (высотная миопия, затруднение определения расстояния до объектов в воздухе, искажение восприятия положения в пространстве из-за воздействий различных ускорений, возможность возникновения в полете иллюзий и т. д.).

4. Специфические условия получения информации в полете: одновременное восприятие и анализ инструментальной информации (отображаемой на приборах) и неинструментальной (воспринимаемой непосредственно органами чувств информации о своем положении в пространстве и направлении движения самолета относительно земли и заданного маршрута полета); необходимость выработки у летчика доминанты инструментальной информации над неинструментальной; необходимость одновременного восприятия различных сигналов и большого количества объектов внимания, высокие требования к концентрации и переключению внимания и т. д.).

5. Высокие требования к оперативной памяти и оперативному мышлению, пластичности профессиональных навыков.

6. Чрезвычайно сложная пространственная ориентировка, обусловленная особенностями перемещения в пространстве ЛА (6 степеней свободы перемещения); изменение условий пилотирования на разных высотах и при изменении формы крыльев, скорость, высота и дальность, с которыми человек не встречается в наземных условиях; полеты вне видимости земных ориентиров; искажение

образа пространственного положения из-за действия динамических факторов полета (перегрузки, невесомость, вибрация, шум);

7. Необходимость выполнения работы в заданном темпе при строго обусловленном алгоритме действий, частое переключение с одного вида деятельности на другой, «принудительный» и непрерывный характер самой деятельности в течение всего времени от взлета до посадки, что также требует высокой лабильности психофизиологических процессов, высоко дифференцированных сенсорных и умственных навыков, устойчивости эмоционально-волевой сферы и других психофизиологических качеств.

8. Неравномерная психоэмоциональная нагрузка на различных этапах полета, наиболее сложными и опасными из которых являются взлёт и посадка. При этом выполнение взлета осуществляется в период вработываемости, а посадка на конечном этапе работы, когда имеется снижение работоспособности.

9. Необходимость наличия психофизиологических резервов организма, повышающих его функциональную надежность и расширяющих профессиональные возможности.

10. Сочетанное воздействие на организм в полете 3 групп факторов: факторы внешней среды (низкое барометрическое давление, сниженное парциальное давление кислорода, измененные температурные условия, изменение электромагнитных излучений и т. д.), факторы динамики полета (перегрузки, невесомость, вибрация, шум), факторы, связанные с пребыванием летчика в кабине малого объема (относительная изоляция, гиподинамия и гипокинезия, искусственный микроклимат), а также необходимость использования специального снаряжения).

Основными направлениями повышения надежности системы «летчик – ЛА – среда» являются:

– совершенствование авиационной техники (автоматизация управления ЛА и отдельных видов деятельности, совершенствование системы жизнеобеспечения и спасения летного состава, улучшение эргономики рабочего места летчика, систем наведения и посадки самолета и т. д.);

– развитие профессиональных качеств летного состава (повышение эффективности первичного отбора, обучения, сохранение здоровья летного состава и продление летного долголетия).

При этом необходимо помнить, что автоматизация управления ЛА не только облегчает летный труд, но и создает новые проблемы, например, пилоты стали уделять больше внимания работе автоматических систем управления и меньше — работе пилотажно-навигационных приборов. В целом это оправдано при надежной работе автоматики, но затрудняет переход на ручное управление в нештатной ситуации (отказ автоматики, резкое изменение воздушной обстановки и т. д.).

2.2. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕТНОГО ТРУДА

Профессиональная деятельность летчика принадлежит к числу наиболее сложных и динамичных, сопряженных с постоянным воздействием экстремальных факторов на организм.

Выделяют 5 классов факторов, которые при определенных условиях могут быть отнесены к разряду экстремальных:

- естественные физико-химической природы (микrokлиматические, радиационные, барические, механические, изменение естественного газового состава среды, инородные газовые примеси);
- необычные (физической и информационной природы);
- информационные (недостаточность, избыточность или ложность информации, двойная деятельность);
- семантические (угрожающие биологическим и социальным мотивам);
- внутренние (биологические и психологические).

В наиболее общем виде все экстремальные факторы полета можно разделить на физико-химические и информационно-семантические. Следует отметить, что границы, отделяющие обычные условия от экстремальных, в значительной мере условны, так как с точки зрения системного подхода понятие «экстремальный фактор» является функциональным, т. е. экстремальность определяется исключительно в процессе взаимодействия конкретного индивида с определенными факторами среды. Кроме того, в полете на человека воздействуют не изолированные факторы (гипоксия, перегрузки, высокое психоэмоциональное напряжение и т. д.), а их комплекс, что даже при отсутствии экстремальности какого-либо фактора среды их комбинированное воздействие может привести к нарушению функционального состояния и вызвать отклонения в состоянии здоровья.

Основной характеристикой, определяющей степень экстремальности физико-химических факторов, является доза воздействия, а информационно-семантических — новизна или когнитивная оценка реального или прогнозируемого действия, представляющего угрозу для человека.

В настоящее время характер летной деятельности определяется в основном факторами информационно-семантической природы. При этом, наряду со значительными энергетическими, особое значение имеют операторские функции летчика — функции программирования, управления и контроля. Помимо выраженного информационного стресса высокая психоэмоциональная напряженность пилота определяется также мощным семантическим воздействием — осознанием прямой зависимости благополучия экипажа и пассажиров от его адекватных действий, реальности аварии, катастрофы и т. д.

Схематично деятельность летчика можно описать следующим образом. Цель деятельности летчика состоит в том, чтобы перевести объект управления — ЛА — из одного состояния в другое или удержать его в заданном состоянии, преодолевая внешние возмущения. На основе имеющейся информации летчик формирует образ задаваемого (будущего) состояния ЛА, т. е. образ-цель, которая должна быть достигнута в результате деятельности. Воспринимая сигналы, поступающие от системы отображения информации и окружающей среды, летчик оценивает текущее состояние ЛА, сличает его с образом-целью, анализирует возможные способы действий, принимает решение и выполняет управляющие действия. Сигналы, возникающие в результате этих действий, передаются через технические устройства к ЛА, изменяя его состояние. Сигналы об изменившемся состоянии ЛА поступают к летчику, который оценивает, насколько достигнута

поставленная цель. В зависимости от результата оценки летчик либо прекращает данное управляющее действие, либо выполняет новое (в последнем случае цикл управления повторяется). В приведенной схеме летчик рассматривается в качестве особого звена системы «летчик – самолет», организующего и направляющего ее на достижение заданного результата.

Универсальным психофизиологическим механизмом, с помощью которого организуются психические процессы восприятия и переработки информации, принятия решения в процессе управления ЛА, является так называемый «образ полета». Свое психологическое обоснование понятие «образ полета» получило в работах К. К. Платонова (1960) и стало широко применяться при анализе летной деятельности. Образ полета — это формируемое у летчика в полете на основе чувственного восприятия, знаний и прошлого опыта представление о положении самолета и режиме полета. При выполнении конкретных действий в образе полета на первый план выступает один из 3 его компонентов: «образ пространственного положения», «образ приборов» и «чувство самолета».

Образ пространственного положения регулирует пространственную ориентацию летчика — представление о положении и движении самолета относительно земли.

Образ приборов — это представление о режиме полета, формируемое на основе сопоставления заданных и фактических показаний приборов, которое летчик постоянно поддерживает в сознании, фиксируя взглядом положение стрелок, индексов и других сигналов на приборной доске.

Чувство самолета — образ, сформированный поступлением различных неинструментальных сигналов: ускорений, вибраций, усилий на органах управления, различных шумов и пр. Развитие «чувство самолета» позволяет ощущать малейшие движения самолета, что способствует повышению надежности летной деятельности.

Для выработки и поддержания вышеуказанных образов требуется активная, направленная и постоянная работа сознания по оценке информации, поступающей из различных источников. В разных ситуациях один из образов доминирует над другими.

Особое значение в процессе пилотирования придается информационному воздействию линейных и угловых ускорений. Возникновение акселерационных ощущений определяется порогом чувствительности, длительностью воздействия ускорений, их величиной и градиентом нарастания.

Положительная роль восприятия ускорений для пилотирования самолета подтверждается тем, что на посадочной прямой до 25 % управляющих движений составляют реакции на восприятие акселерационных сигналов (С. А. Гозулов и др., 1974). Точность оценки величины ускорений на основе возникающих ощущений зависит от опыта летной работы и квалификации летчика. Когда градиент нарастания перегрузки не превышает 1 ед./с, летчик высшей квалификации способен создать заданную перегрузку с ошибкой $\pm 0,3$ ед., летчик высокой квалификации — с ошибкой $0,3 \pm 0,5$ ед., летчик средней квалификации — с ошибкой $0,5 \pm 0,8$ ед., начинающий летчик — с ошибкой $0,8 \pm 1$ ед.

Итак, образ полета — динамическая, изменчивая структура, его содержание зависит от условий полета, решаемой задачи, состояния летчика, объема его знаний, памяти, летного опыта.

Процесс пилотирования включает восприятие информации из окружающей среды, от приборов и сигнализаторов, формирование образа полета и двигательную реализацию — исполнение действий, направленных на сохранение или изменение режима полета.

Пилотажная информация поступает от приборов, при этом летчик уделяет большее внимание показаниям наиболее значимых приборов (авиагоризонт, вариометр, указатели высоты, курса, скорости), чем других, менее значимых. При полетах вне видимости естественных ориентиров таким приборам уделяется около 50 % времени полета, на менее важные пилотажные приборы — около 40 %, на прочие приборы — 10 %.

Частота фиксаций взгляда зависит от конкретной ситуации. Различие режимов пилотирования, многообразие воздействий внешней среды, изменение в течение одного полета характеристик устойчивости и управляемости самолета — все это не позволяет использовать заученную схему перемещения взгляда по приборам. Как правило, от летчика требуется сознательная регуляция сбора информации и соответствующее переключение внимания от одного прибора к другому. При этом время считывания показаний приборов у более опытного летчика в 1,5–2 раза меньше, чем у менее опытного.

Структура движений летчика по управлению самолетом имеет сложный характер и содержит:

- основные управляющие движения, посредством которых летчик осуществляет изменение регулируемого параметра;
- корригирующие движения — дополнительные движения для дозирования амплитуды и продолжительности отклонения органов управления самолетом в процессе управляющего движения;
- поисковые движения — высокочастотные движения малой амплитуды, направленные на получение дополнительной информации о состоянии и положении управляемого объекта и самих органов управления.

Анализ структуры двигательных актов показал, что их число, амплитуда, скорость, направление при выполнении одной и той же задачи пилотирования очень разнообразны не только у разных летчиков, но и у одного и того же летчика в одном полете. Таким образом, летчик управляет самолетом не просто на основе строго автоматизированных навыков, но и на основе знаний и умений, которые он применяет в зависимости от конкретных условий деятельности.

Устранение любого отклонения требует активного внимания летчика. В случае появления отклонений сразу по двум основным каналам управления задача управления значительно усложняется. На трудность одновременного и одинакового эффективного управления по двум основным каналам указывают факты типичных аварийных ситуаций на посадочной прямой, когда летчик, занятый исправлением отклонений от курса посадки, упускает контроль высоты полета и допускает опасное снижение.

Сама возможность одновременного управления сразу по двум каналам определяется использованием неинструментальных сигналов для контроля движений в одном из каналов. Благодаря этому высвобождается зрение для восприятия информации по второму каналу управления. Данные об относительном времени выполнения движений элеронами и рулем высоты без зрительного контроля авиагоризонта и вариометра показывают, что летчик смотрит на эти приборы только 50–80 % общего времени выполнения управляющих движений (В. В. Давыдов, А. Б. Васильев, 1979). Такое положение объясняется тем, что летчик, зная динамические характеристики самолета, способен предвидеть результаты своих управляющих воздействий. Кроме того, благодаря неинструментальным сигналам, поступающим в этот период через ручку управления, педали, спинку сиденья, летчик получает информацию, что задуманная эволюция выполняется верно. В психофизиологии такой контроль принято называть проприоцептивным.

Способность предвидеть предстоящие эволюции самолета и прогнозировать необходимые действия обеспечивается благодаря наличию у летчика образа полета. На основе образа полета опытный летчик может, в частности, точнее прогнозировать показания приборов, которые предстоит считывать. Вот почему, обращаясь к прибору, опытный летчик не воспринимает его показания как совершенно новые, а лишь убеждается, насколько они соответствуют его представлению о режиме полета.

Пилотирование самолета при управлении сразу по двум каналам хотя и является сравнительно сложным, но подчиняется единой задаче. Вместе с тем для летной деятельности не менее характерно выполнение таких совмещенных действий, которые направлены на достижение различных целей, например, пилотирование на малой высоте с поиском и обнаружением целей, действия в аварийных ситуациях полета и др. Необходимым условием совмещения действий является достаточная степень автоматизации одного из них. В противном случае одно из выполняемых действий может оказаться доминирующим, выступить в качестве помехи. Возможность совмещения летчиком пилотирования и других действий, в частности, при ликвидации аварийных ситуаций, объясняется тем, что эти действия доведены до высокой степени автоматизации, а значит, осуществляются при минимальном контроле сознанием.

Однако многие из совмещаемых действий плохо поддаются автоматизации, в связи с чем выполнение каждого из них требует активного внимания. Основной особенностью структуры деятельности летчика в этих условиях является необходимость распределения внимания между двумя самостоятельными действиями. Чтобы обеспечить их надежное выполнение, переключение внимания должно осуществляться сознательно, в противном случае физическая дискретность поступления информации, обусловленная внешними объективными причинами, может усугубляться психологической дискретностью, возникающей в результате особого состояния, проявляющегося в том, что летчик, фиксируя взглядом прибор, не воспринимает значимых отклонений.

Таким образом, выполнение летчиком совмещенных действий, направленных на параллельное решение двух высокомотивированных задач, требует высокой психической напряженности, мобилизации его внутренних ресурсов.

Для летной деятельности характерен вынужденный темп работы, иногда в условиях относительного дефицита времени. В связи с большими скоростями изменения обстановки в полете происходят очень быстро. Трудности увеличиваются еще и тем, что действия летчика протекают в строго определенном порядке и зависимости от этапа полета. Так, на этапе посадки самолета при скорости полета 150 км/ч пролет от ближней приводной радиостанции до взлетно-посадочной полосы составляет 24–25 с, и летчик в это время выполняет не менее 20 операций. При увеличении посадочных скоростей современных самолетов время полета сокращается, а число операций остается, как и прежде, значительным.

О работе летчика в ограниченных временных интервалах свидетельствует простой расчет соотношения потребного и располагаемого времени при полете с различной скоростью на 100-километровом участке пути (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Расчет времени, необходимого для пилотирования на 100-километровом участке полета при различных скоростях

Время, с	Скорость полета, км/ч				
	400	600	800	1000	2000
Располагаемое время	900	600	452	360	180
Необходимое на осмотренность	100	100	100	100	100
На осмотр земли и сличения карты с местностью	210	192	184	164	110
На пилотирование по приборам	264	140	90	65	28
На радиообмен	57	38	28	22	11
Общее затраченное	621	470	402	351	249

Как видно из данных, представленных в табл. 2.1, при больших скоростях полета летчик уже не располагает необходимым временем для выполнения всех запланированных видов деятельности. Полет в данном случае может быть успешным только при автоматизации отдельных процессов управления самолетом в целях облегчения деятельности летчика, что и обеспечивается на современных ЛА.

Одной из важных особенностей летной деятельности является высокий уровень психоэмоционального напряжения, особенно при полетах в приборных метеоусловиях (ПМУ) и при боевом применении. Исследования показывают, что чем сложнее полет, тем выше частота пульса (иногда 180 ударов в минуту и выше) и значительнее изменения со стороны других физиологических показателей: параметров дыхания, ЭЭГ и др. Нервно-эмоциональное напряжение у летчиков проявляется более отчетливо в случаях длительных перерывов в летной работе и переучивании на самолеты другого типа, при резких усложнениях условий полета, а также в преморбидном состоянии и в период реконвалесценции.

Особенностью управления самолетом является также исключительно высокий темп восприятия и переработки информации. Программа полета требует от летчика выполнения значительного количества расчетов в уме и сохранения в памяти большого числа исходных данных. В труде летчика умственный компонент преобладает над физическим. Информация к летчику о полете поступает из двух источников: с приборной доски и из закабинного пространства. Если в 40-х годах общее количество приборного оборудования на самолетах составляло примерно 60 единиц, то в 70-х годах — свыше 350. В 40-х годах доля времени

приборного пилотирования составляла примерно 10 % (в 70-х годах — свыше 80 %). Информация из закабинного пространства помогает ориентироваться в пространстве, оценивать погодные условия и т. д.

Увеличилось значение средств радиосвязи. Важное значение приобретает четкость формулирования команд и передачи информации руководителем полетов, командиром летного экипажа. Так, команда «Доверни вправо на 20°» воспринимается не менее чем за 1 с, а команда «Вам курс 180°, высота 600 м» — только через 2,5 с. В переработке информации большая роль принадлежит непосредственно летчику. Речь идет о тех знаниях, которые он получил в учебном учреждении по подготовке летного состава, изучая материальную часть самолета и условия полета в районе данного аэродрома при постановке задачи командиром. Кроме того, информация поступает постоянно с собственных анализаторов, оценивающих внешнюю среду и функциональное состояние внутренних органов. Считается, что информация в основном поступает через зрительный анализатор (до 90 %). Следует иметь в виду, что психофизиологические возможности анализаторов человека имеют определенные ограничения. Так, в процессе полета летчик воспринимает другой самолет либо предмет в воздухе примерно на расстоянии 5–6 км. Для того, чтобы оценить обстановку и принять решение, требуется 3–4 с. При дозвуковых скоростях полета летчик располагает требуемым временем, при сверхзвуковых — его не хватает.

Трудность умственной работы летчика состоит в том, что нередко возникает необходимость принимать решения при недостатке информации либо при ее большой неопределенности. На разных этапах полета характерны широта и динамичность диапазона информации, поступающей летчику: обилие на одних этапах (при взлете и посадке) и обедненность на других (полет по маршруту). В том и другом случае может быть снижение скорости восприятия информации. Например, молодой ведомый летчик, несмотря на обилие информации, нередко механически следует за ведущим. Поэтому при «отрыве» от него он попадает в трудное положение. Другой пример: пилотирование в установившемся полете ПМУ или на больших высотах. На летчика действует монотонный шум, информация поступает только с индикаторов пульты, стрелки приборов практически неподвижны. У летчика может возникнуть чувство оторванности земли, потеря ощущения полета, сонное торможение, т. е. развиться состояние деперсонализации и (или) дереализации.

Одной из характерных особенностей летного труда является необходимость совершения сложных двигательных актов в процессе управления ЛА.

Очень важной особенностью труда летного состава является то, что независимо от типа ЛА успех каждого полета зависит от деятельности многих специалистов (членов экипажа, ИТС, личного состава служб обеспечения полетов, деятельности авиационного врача). Вследствие этого необходима согласованная работа членов летных экипажей, ГРП, специалистов служб обеспечения, летного состава и пунктов наведения. Возросла роль руководителя полетов, который координирует работу всех функциональных групп, включая и летный состав.

В последние годы наметилась еще одна особенность в деятельности летчика, обусловленная внедрением автоматических систем управления полетами.

Возникла необходимость наиболее рационального распределения обязанностей между летчиком и автоматикой. Основным преимуществом автоматических устройств является быстрое действие в переработке информации, для человека же характерны быстрая приспособляемость к изменяющимся условиям внешней среды, способность к предвидению событий и выбор наилучшего способа действия в конкретных условиях.

Выше перечислены наиболее общие психофизиологические особенности летного труда, которые наблюдаются на протяжении полета. Однако на каждом этапе полета (взлет, пилотаж или пилотирование самолета при выполнении другого задания, заход на посадку и сама посадка) они выражены в различной степени. В качестве примера разберем профессиограмму летчика при выполнении взлета и посадки на современном реактивном истребителе.

С точки зрения аэродинамики заметных трудностей при выполнении взлета у летчика не должно возникать. Благодаря высокой тяговооруженности современных самолетов происходит устойчивое поступательное движение. Однако данные самолеты, особенно с треугольным крылом, имеющим ограниченные несущие свойства, требуют значительных их углов. Неучет этого приводит к выводу самолета на слишком большие углы и «сваливание» самолета. Имеют место и другие трудности: потеря скорости в наборе высоты из-за неправильной работы с системами самолета, потеря пространственной ориентировки из-за отвлечения внимания от приборов при входе в облака, столкновения самолетов также в результате отвлечения внимания и т. д.

Непосредственными причинами этих нарушений в пилотировании является неучет психофизиологических особенностей деятельности, которые заключаются в следующем:

- высокая концентрация внимания на внекабинные ориентиры при взлете ограничивает возможности контроля показаний приборов;
- предстартовое возбуждение вызывает переоценку интервала времени и приводит к спешке, способствующей возрастанию вероятности возникновения ошибок и ошибочных действий, пропуску или преждевременному выполнению рабочих операций;
- этап взлета с точки зрения динамики работоспособности человека совпадает с периодом вработываемости к предстоящей деятельности. При этом работоспособность человека еще не достигла оптимального уровня и это отражается на качестве текущей деятельности.

Анализ методики маневра для захода на посадку, профессиограммы деятельности летчика, аэродинамики самолета и психофизиологических особенностей действий летчика показывают, что наиболее сложные участки полета — участки снижения до ДПРМ, а также между ДПРМ и БПРМ.

Эти участки характеризуются неустановившимися режимами полета, когда летчик вынужден часто менять поступательную и вертикальную скорости с одновременным изменением высоты полета и введением необходимых поправок (особенно при наличии бокового ветра) для выхода в створ ВПП.

На качество пилотирования существенное влияние оказывает и изменение аэродинамики самолета — его устойчивости управляемости при выпуске за-

крылков и шасси и изменении двигателя. Наконец, на этих участках осуществляется интенсивный радиообмен между летчиком и руководителем полетов.

Деятельность летчика, с его точки зрения, на этих участках характеризуется принудительным темпом работы, строго ограниченным по времени и месту и требующим высокого уровня навыков. На этих участках, как видно из профессиограммы деятельности летчика, имеют место так называемые совмещенные действия, т. е. одновременное выполнение разномотивированных или разноцелевых задач. Наконец, третьей особенностью деятельности летчика на рассматриваемых участках полета является достаточно высокий уровень напряженности психофизиологических функций его организма.

Таким образом, заход на посадку является наиболее сложным элементом в деятельности летчика, требующим высокого уровня навыков.

Говоря о летной профессии, следует подчеркнуть, что деятельность летчика протекает при воздействии на организм целого ряда неблагоприятных факторов полета (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Основные факторы авиационного полета

Факторы, характеризующие внешнюю среду как среду обитания	Факторы, обусловленные динамикой полета	Факторы, обусловленные пребыванием летчика в кабине малого объема
Низкое барометрическое давление Сниженное парциальное давление кислорода Измененные температурные условия Изменение влажности Уменьшение геомагнитного поля Земли Изменение ритмов (временных, социальных и т. д.) Изменение электромагнитных излучений (освещенности)	Ускорения Шумы Вибрации Динамическая невесомость	Относительная изоляция Относительная гиподинамия и гипокинезия Искусственный микроклимат в кабине самолета Особенности обеспечения

Подводя итоги, можно сказать, что летная деятельность является деятельностью оператора с высоким уровнем нервно-эмоционального напряжения и относится к числу наиболее сложных и динамичных видов деятельности. Эта деятельность связана с высоким уровнем риска и ответственности. Эти особенности требуют наличия у летного состава специальных психофизиологических качеств. Кроме того, летная деятельность требует проведения целого комплекса мероприятий по обеспечению безопасности полетов, в том числе и проводимых медицинской службой.

ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА, ИХ БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Полеты современной авиации выполняются в атмосфере — газовой оболочке, окружающей землю. Границы атмосферы непостоянны, на них влияют гравитационное поле Луны и давление потока солнечных лучей. Масса атмосферы составляет менее 1/1000 000 массы Земли. Биологическое значение атмосферы огромно. Она защищает Землю от солнечных и космических излучений, обеспе-

чивает сохранение на Земле воды, в ней осуществляется массо-энергообмен между живой и неживой природой, между растительным и животным миром и др.

Вертикальное распределение массы атмосферы и ее параметров неравномерно. Около 99 % всей массы сконцентрировано вблизи поверхности Земли (в нижнем 30–35-километровом слое).

Условно атмосфера делится на 5 слоев и 4 переходных слоя.

Таблица 3.1

Основные и переходные слои (сферы) атмосферы

Слой (сфера)	Переходный слой	Средняя высота нижней и верхней границ, км
Тропосфера	Тропопауза	0–11
Стратосфера	Стратопауза	11–50
Мезосфера	Мезопауза	50–90
Термосфера	Термопауза	90–800
Экзосфера		Выше 800

Тропосфера (греч. *tropos* — поворот и *sphaira* — шар) — самый нижний слой атмосферы, начинающийся от земной поверхности и заканчивающийся на высотах 10–12 км в средних широтах, 6–8 км — у полюсов и на 16–18 км — вблизи экватора и над экватором. Характерным для этого слоя атмосферы является постепенное понижение температуры воздуха по мере подъема на высоту, что объясняется оптической прозрачностью воздуха для той части солнечного спектра, которая достигает тропосферы. Воздух тропосферы нагревается от земной поверхности. В среднем температура воздуха с подъемом на каждые 100 м высоты понижается на 0,65 °С. Этот так называемый вертикальный температурный градиент в значительной мере зависит от времени года и широты. На верхней границе тропосферы в умеренных широтах средняя температура воздуха равна от –55 до –60 °С, а в экваториальных областях — от –70 до –80 °С.

В тропосфере содержится до 75–80 % массы воздуха атмосферы Земли, почти весь водяной пар (до 90 %) и вся пыль земного происхождения. Благодаря вертикальному и горизонтальному перемешиванию воздуха, особенно межширотному обмену, в тропосфере наблюдаются процессы образования облаков и выпадения осадков, грозовые явления, пыльные и песчаные бури, метели и туманы, оказывающие влияние на организацию и проведение полетов, в том числе на их медицинское обеспечение. Переходным слоем между тропосферой и следующим слоем — стратосферой — является тропопауза, или так называемая субстратосфера, которая, в отличие от тропосферы, характеризуется относительной изотермией. Толщина этого слоя, как и всех последующих переходных слоев, занимает 1–2 км.

Стратосфера (лат. *stratum* — настил) — слой атмосферы, начинающийся от тропопаузы и простирающийся до высоты 50 км. В умеренных и высоких широтах температура воздуха в стратосфере до высот 30–40 км мало изменяется и близка по величине к температуре в тропопаузе. Эту часть стратосферы называют еще изосферой, или нижним слоем стратосферы. В верхней части стратосферы температура воздуха повышается и на высоте 50 км достигает максимального значения около 0 °С. Отличительной особенностью стратосферы является очень высокое напряжение ультрафиолетовой части солнечной радиации, относительное постоянство направления и скорости движения воздушных масс, а также по-

чти полное отсутствие водяных паров. Повышение температуры воздуха в стратосфере объясняется свойством озона (который в этом слое содержится в наибольшем количестве) поглощать ультрафиолетовые лучи, что является причиной его разогревания. На высотах 22–27 км периодически образуются так называемые перламутровые облака. Между стратосферой и следующим, более высоким слоем атмосферы — мезосферой — выделяют переходный слой, который называется стратопаузой. Последняя характеризуется так же, как и тропопауза, относительным постоянством температуры (около 0 °С).

Мезосфера (греч. *mezos* — промежуточный) — слой атмосферы, начинающийся от стратопаузы и заканчивающийся на высоте 80 км. В мезосфере температура воздуха с высотой быстро понижается и на верхней границе этого слоя может достигать –90 °С. Понижение температуры воздуха мезосферы объясняется резким уменьшением в ней частиц, способных поглощать солнечную энергию. Переходным слоем между мезосферой и более высоко расположенным слоем — термосферой — является мезопауза, характеризующаяся относительным постоянством температуры (от –80 до –90 °С).

Термосфера — слой атмосферы, начинающийся от мезопаузы и заканчивающийся на высоте 800 км. В этой области атмосферы температура с высотой повышается и на границе с экзосферой в среднем становится постоянной (3000 °С). Степень повышения температуры определяется интенсивностью поглощения коротковолновой солнечной радиации. Следует, однако, иметь в виду, что столь высокая температура характеризует лишь большую скорость движения частиц разреженной атмосферы. На больших высотах их количество резко уменьшается, и предметы, которые там находятся, нагреваться за счет окружающей атмосферы практически не могут, т. к. число соударений с ними частиц воздуха будет ничтожно мало. Температура этих предметов будет определяться главным образом влиянием Солнца. На неосвещенной солнечными лучами части тела теряют лучеиспусканием в окружающую среду больше тепла, чем получают извне, тогда как части, освещенные солнечными лучами, будут нагреваться. Выше мезопаузы поглощается все ультрафиолетовое излучение с длиной волны короче 175 нм. В термосфере, а также в экзосфере под влиянием ультрафиолетового, рентгеновского и корпускулярного излучения Солнца идут процессы химического превращения ряда газов путем их диссоциации и частичной последующей рекомбинации. Вследствие этого воздух здесь содержит атомарный кислород, азот и некоторое количество оксидов азота. Диссоциация молекулярного кислорода происходит на высотах от 80–90 км до 200–250 км, а азота — выше 250 км. На высотах более 400–500 км атмосфера состоит в основном из атомов кислорода и азота. Из-за относительно большого количества сильно ионизированных газов этот слой называют еще ионосферой.

В термосфере наблюдаются такие явления, как полярные сияния (на высоте 100–900 км), зависящие от облучения сильно разреженных газов ультрафиолетовым и корпускулярным излучением, и ионосферные возмущения.

Экзосфера (зона диссипации, рассеивания) занимает слой атмосферы, начинающийся на высоте 800 км и заканчивающийся в среднем на высоте 3000–10 000 км.

Выше мезопаузы температура воздуха по мере подъема на высоту возрастает на протяжении нескольких сотен километров, а затем в среднем остается постоянной (около 3000 °С). Эта изотермическая область была названа экзосферой, а переходный слой между экзосферой и термосферой — термопаузой. Разрежение газов в экзосфере настолько велико, что вероятность взаимного столкновения частиц, движущихся вверх, чрезвычайно мала. Поэтому, если их скорости достаточно велики, они могут вырваться из сферы притяжения Земли. Отсюда второе название этого слоя — зона рассеивания.

Атмосфера Земли постепенно сливается с межпланетным газом. Уровень перехода атмосферы Земли в межпланетный газ — это уровень, начиная с которого плотность газа по мере приближения к Земле возрастает под влиянием притяжения последней. По составу воздуха атмосфера Земли делится на 2 слоя: гомосферу и гетеросферу. Гомосфера — слой, в котором воздух хорошо перемешан, и процентное соотношение газов сохраняется таким же, как и в приземных областях. Верхняя граница этого слоя располагается на высоте 90–95 км, т. е. примерно на высоте мезопаузы, и называется гомопаузой. В гетеросфере состав воздуха с высотой изменяется, о чем указывалось выше. Происходит это в связи с диссоциацией молекул кислорода и азота под действием коротковолновой части солнечного ультрафиолетового излучения, гамма-излучения, потока элементарных частиц и осколков атомных ядер. Кроме того, состав воздуха в гетеросфере с высотой изменяется вследствие диффузионного разделения газов.

По этому же признаку в атмосфере выделяют озоносферу (20–55 км) и ионосферу (90–800 км). Последняя включает в себя несколько слоев с повышенной концентрацией ионов.

По признаку взаимодействия атмосферы с земной поверхностью ее делят на нижний планетарный (пограничный) слой толщиной 1,0–1,5 км и свободную атмосферу. В нижнем слое формируется микроклимат полей, лесов, городов, аэродромов и т. д.

Ветер в атмосфере, то есть движение воздуха относительно Земли, возникает вследствие неравномерного распределения атмосферного давления вдоль ее горизонтальной поверхности. В тропосфере скорость ветра с высотой увеличивается, достигая максимума на 1–2 км ниже стратосферы.

Важное значение для полетов авиации имеют струйные течения воздуха: сравнительно узкие (несколько сот километров), незначительные по вертикали (1–3 км), с большими скоростями (более 100 км/ч). Они наблюдаются в верхней тропосфере и зимой в стратосфере вдоль полярного круга на высотах 30 км.

Состав атмосферного воздуха и биологическое значение отдельных его компонентов. По своему составу атмосферный воздух представляет собой физическую смесь газов, при этом на долю азота приходится 78 %, кислорода — 20,9 %, и лишь около 1 % — на долю всех остальных газов.

Процентное соотношение газов с подъемом на высоты до 90 км практически не изменяется.

Кислород в атмосферном воздухе содержится в трех аллотропных формах: молекулярной (O₂), атомарной (O) и в виде озона (O₃). Для большинства организмов, в том числе и человека, наличие молекулярного кислорода в окружающей

среде является совершенно необходимым условием существования. В процессе эволюционного развития организм человека приспособился к строго определенным количествам кислорода в окружающей среде. Увеличение или уменьшение парциального давления (лат. *pars* — часть, то есть та часть из давления суммы газов, входящих в состав атмосферного воздуха, которая приходится на данный газ) этого газа во вдыхаемом воздухе в определенных границах может вызвать нарушение функций некоторых органов и систем организма, а при крайних значениях — привести к гибели. Величина парциального давления (P_x) любого газа в атмосфере вычисляется по формуле:

$$P_x = \frac{P_z \cdot x \%}{100},$$

где P_z — атмосферное давление на высоте z ; x % — процентное содержание газа, парциальное давление которого следует определить.

Поскольку процентный состав газов атмосферы относительно постоянен, то для определения парциального давления любого газа требуется знать лишь общее барометрическое давление на данной высоте

Около 80 % кислорода находится в тропосфере, а остальные 20 % — в стратосфере и мезосфере.

Озон в атмосферном воздухе содержится в небольшом количестве. Озон образуется вследствие фотохимических реакций, поэтому его концентрация увеличивается с высотой и достигает максимума в среднем на высотах 20–25 км. Выше этого уровня концентрация озона уменьшается, и на высоте 70 км и больше он практически отсутствует.

Хотя количество озона в атмосфере невелико, он играет существенную биологическую роль, так как поглощает ультрафиолетовую радиацию с длиной волны от 220 до 290 нм и инфракрасные лучи. В организме человека небольшие примеси озона (до $1 \cdot 10^{-6}$ %) в атмосферном воздухе оказывают стимулирующий эффект на ЦНС, большие его концентрации вызывают неблагоприятные сдвиги в организме (угнетение ЦНС, поражение слизистых верхних дыхательных путей и др.).

Атомарный кислород появляется в нижних слоях термосферы с высоты 90–100 км. По мере подъема на высоту число диссоциированных молекул кислорода увеличивается, и на высоте около 250 км он диссоциирован на 98 %.

Атомарный кислород оказывает неблагоприятное действие на организм, что обусловлено его чрезвычайно высокой химической активностью.

Азот, как и кислород, в нижних слоях атмосферы находится в молекулярном состоянии, а на больших высотах — в атомарном состоянии (выше 500 км — 100 %).

Физиологическая значимость азота определяется его участием в создании необходимого для жизненных процессов уровня атмосферного давления.

Лишь азотобактерии усваивают атмосферный азот. Для других организмов в физиологическом отношении азот в обычных концентрациях является индифферентным газом. Окислы азота в небольших концентрациях вызывают раздражение слизистых оболочек, в особенности, дыхательных путей, а в больших концентрациях обладают удушающим эффектом.

Содержание CO_2 в атмосферном воздухе довольно постоянно, мало изменяется до высоты 40 км и лишь в приземных слоях может повыситься, например, над промышленными районами.

Повышение или понижение напряжения CO_2 вызывает изменения деятельности ЦНС, интенсивности обмена веществ, дыхания, кровообращения, направленных на поддержание его в строго определенных границах. Однако выраженные изменения в организме наступают лишь при 20-кратном и более увеличении концентрации CO_2 во вдыхаемом воздухе против нормы.

Углекислый газ играет определенную роль в поглощении длинноволнового излучения и поддержании «парникового эффекта», повышающего температуру у поверхности Земли.

Инертные газы в обычных концентрациях биологической активностью не обладают. Полное удаление их из вдыхаемого воздуха не сказывается на состоянии организма.

Кроме перечисленных выше газов в состав атмосферного воздуха, особенно в нижних слоях, входят в большем или меньшем количестве примеси — водяные пары и пыль, а в воздухе над крупными промышленными районами — угарный газ, окиси серы, азота и другие вредные примеси как следствие хозяйственной деятельности человека. Количество водяных паров в атмосферном воздухе непостоянно и зависит от близости обширных водных бассейнов, окружающей температуры, которая, в свою очередь, зависит от времени года и других условий. В приземном слое атмосферы содержание водяных паров колеблется в среднем от $2 \cdot 10^{-10}$ % (в Антарктиде) до 3–4 % (в тропиках). Чем выше температура, тем больше влаги может находиться в воздухе и наоборот.

Давление водяного пара, выраженное в гектопаскалях, называется его упругостью, или напряжением. Упругость водяного пара зависит от температуры. Чем выше температура, тем больше упругость водяного пара

Количество водяных паров с подъемом на высоту очень быстро убывает. Практически с высоты 7–8 км воздух можно считать сухим. При понижении температуры атмосферного воздуха водяные пары переходят в капельно-жидкое агрегатное состояние, благодаря чему образуются облака, туман, дождь, снег, град.

Количество пыли и ее состав в атмосферном воздухе также непостоянны и зависят от условий местности, времени года, погоды и других факторов. По мере подъема на высоту количество пыли уменьшается, и на высоте 6–7 км пыли земного происхождения почти совершенно нет. Большая запыленность атмосферы (пыльные бури, извержение вулкана и т. п.) может существенно затруднить полеты авиации из-за ограничения видимости наземных ориентиров, угрозы выхода из строя двигателя.

Изменение давления атмосферного воздуха с высотой. Под давлением атмосферного воздуха понимают силу, с которой столб воздуха высотой от поверхности земли (моря) до верхней границы атмосферы давит на площадь основания величиной в 1 см^2 .

Измеряют атмосферное давление барометром (манометром) и выражают: в миллибарах (мбар); в ньютонах на квадратный метр, паскалях (Н/м^2 , Па) или высотой столба ртути в миллиметрах (мм рт. ст.), приведенной к 0°C и нормальной

величине ускорения силы тяжести. За нормальное атмосферное давление принимают 760 мм рт. ст. = 1013 мбар = 101 325 Н/м² (Па) = 1,033 кг/см² (физическая атмосфера). В технике для удобства расчетов при определении давления принята так называемая техническая атмосфера, равная 1 кг/см², что соответствует 735,5 мм рт. ст. при 0 °С.

Давление атмосферного воздуха у поверхности земли (моря) подвержено значительным колебаниям вследствие неодинакового нагревания тех или иных районов земной поверхности солнечными лучами и формированием над ними воздушных масс с различной температурой, плотностью и давлением. Из-за разности давлений возникают движения воздушных масс — ветры. Области низкого давления атмосферного воздуха называют циклонами, а высокого — антициклонами. В диаметре они могут достигать тысячи и более километров и приносят с собой резкую перемену погоды.

Но особенно значительное изменение атмосферного давления происходит при подъеме на высоту. По мере подъема на высоту давление атмосферного воздуха понижается. Зависимость между падением давления и высотой не прямая, а сложная логарифмическая. При графическом построении она представляется в виде экспоненциальной кривой. Объясняется это тем, что плотность воздуха с высотой убывает.

Без заметного вреда для организма переносятся лишь сравнительно небольшие изменения давления. При подъеме на высоту 4000–5000 м и выше развивается высотная (горная) болезнь, в основе которой лежит кислородная недостаточность, а быстрый подъем на высоту 8000 м и более сопровождается, как правило, появлением в жидких средах организма газовых пузырьков вследствие нарушения равновесия между напряжением газов в тканях и давлением окружающей воздушной среды.

Уменьшение плотности воздуха с высотой, кроме того, сказывается на аэродинамике полета. Самолет начинает терять устойчивость даже при прямолинейном полете и, особенно, при различных эволюциях. Выдерживать курс становится труднее, так как самолет все больше начинает «рыскать», то есть уклоняться в ту или другую сторону от заданного курса. Поэтому полет в стратосфере предъявляет к технике пилотирования летчика более высокие требования.

Солнечная и космическая радиация. В атмосферу Земли и на ее поверхность непрерывно поступает солнечная и космическая энергия (рентгеновские, ультрафиолетовые, видимые и инфракрасные лучи).

Активность солнечного излучения в отношении животных организмов зависит от длины волны. Чем короче длина волны, тем большим биологическим действием оно обладает. Это связано с высокой проникающей способностью коротковолновой части солнечной радиации. Однако, проходя через толщу атмосферы, солнечная лучистая энергия частично поглощается и рассеивается. Чем короче длина волны солнечного излучения, тем на больших высотах происходит поглощение его атмосферой. Наиболее жесткая часть солнечной радиации — рентгеновские лучи — практически полностью поглощается в атмосфере. Ультрафиолетовые лучи интенсивнее всего задерживаются слоем озона в верхней стратосфере. Лишь небольшая часть лучей, близко примыкающая к видимому

свету (с длиной волн от 290 до 400 нм), достигнет поверхности Земли. Ультрафиолетовые лучи обладают очень высокой биологической активностью. Они убивают многие виды бактерий, вызывают загар и даже ожоги человеческой кожи, способствуют образованию в организме витамина Д. Однако полезными являются лишь небольшие дозы ультрафиолетовой радиации. Широко известны вредные последствия неумеренного загара, и это при условии, что до земной поверхности доходит лишь ничтожная доля биологически активных лучей (с длиной волн от 290 до 320 нм).

Для видимой и инфракрасной части солнечного спектра воздух атмосферы оптически прозрачен, однако они частично поглощаются и рассеиваются атмосферными примесями и водяными парами.

Таким образом, земной поверхности достигает лишь часть лучистой энергии Солнца. От 20 до 30 % солнечной радиации поглощается и рассеивается в атмосфере. Это свойство атмосферы имеет очень большое значение, так как благодаря ему живые организмы на Земле предохраняются от губительного действия рентгеновского излучения и жесткой части ультрафиолетовых лучей.

Не существует радиационной опасности и для летных экипажей, так как обшивка самолета и остекление кабины полностью задерживают ультрафиолетовые и частично другие виды излучений, обладающие ионизационными свойствами.

ГЛАВА 4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ВИДОВ ПОЛЕТОВ

4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

ЛА разделяются на классы по следующим признакам: по принципу образования поддерживающей силы, наличию или отсутствию экипажа, частоте применения, назначению (табл. 4.1). ЛА легче воздуха в настоящее время играют лишь вспомогательную роль. В классе летательных аппаратов тяжелее воздуха наиболее многочисленной является группа самолетов.

Таблица 4.1

Классификация летательных аппаратов

Критерий		Класс аппарата	Вид аппарата
Принцип создания постоянной силы	Аэростатический (легче воздуха)	Воздухоплавательные	Аэростаты, дирижабли
	Аэродинамический, реактивный и баллистический (тяжелее воздуха)	Авиационные крылатые Авиационные винтокрылые	Самолеты, планеры Вертолеты, автожиры, винтокрылы
По наличию или отсутствию экипажа		Пилотируемые Беспилотные	
По назначению		Военные, гражданские	Боевые, учебно-боевые, учебные, специальные

**Классификация и категоризация ИКАО ВС в зависимости
от сертифицированной взлетной массы**

Класс	Сертифицированная взлетная масса, кг	
	самолеты	вертолеты
1	75 000 и более	10 000 и более
2	От 30 000 до 75 000	От 5 000 до 10 000
3	От 10 000 до 30 000	От 2 000 до 5 000
4	До 10 000	До 2 000

Классификация ВС ИКАО по скоростям (в км/ч): А (менее 169, В (169–223), С (224–260), D (261–306), Е (307–390).

4.2. УСТРОЙСТВО САМОЛЕТА

Самолет — ЛА тяжелее воздуха, у которого необходимая для полета тяга создается силовой установкой, а подъемная сила — неподвижными относительно аппарата несущими поверхностями. Самолет состоит, как правило, из следующих основных конструктивных групп: фюзеляж, крыло, оперение, взлетно-посадочные устройства, силовая установка, оборудование.

Самолет как система управления. Полет самолета в воздушной среде в первом приближении можно рассматривать как движение твердого тела, обладающего шестью степенями свободы. Находясь в воздухе, самолет может вращаться в любом направлении вокруг своего центра тяжести, т. е. вокруг вертикальной (Y), поперечной (Z) и курсовой (X) осей, а центр тяжести может перемещаться поступательно также в любом направлении.

Системы управления самолетом имеют 4 основных органа и ряд вспомогательных. Основные органы: руль высоты (предназначен для обеспечения продольной управляемости, т. е. для отклонения самолета вверх и вниз (тангаж, пикирование)); руль направления (для обеспечения поперечной управляемости, т. е. для поворота самолета влево и вправо от направления полета); рули крена (элероны) (для обеспечения поперечной управляемости самолета (крен в правую и левую стороны)). Руль высоты и рули крена приводятся в движение ручкой управления (в тяжелых самолетах — штурвалом), а руль направления — педалями. Для управления тягой двигателя, а через нее скоростью самолета, существует рычаг управления двигателем.

С точки зрения особенностей работы летчика как оператора при решении различных задач программы полета на самолете различают управление положением самолета относительно поверхности земли (пилотирование) и управление положением самолета при полете по заданной траектории. Задачей пилотирования самолета является сохранение или изменение положения самолета в пространстве относительно земной поверхности при соблюдении условий безопасности полета. Эту задачу летчик решает на всех этапах любого полета. Управление полетом по заданной траектории является более сложной задачей. Здесь, кроме задач пилотирования, летчик должен решать задачу стабилизации траектории тяжести самолета относительно заданной траектории самолета. Примерами полета по заданной траектории являются: посадка, наведение на воз-

душные и наземные цели, полет в строю. При полете по заданной траектории летчику особенно часто приходится распределять внимание между несколькими приборами и даже группами приборов и выполнять одновременно несколько действий. Сложность управления самолетом при полете по заданной траектории состоит в том, что в ходе полета воздействие на тот или иной руль самолета приводит к изменениям показателей сразу нескольких приборов контроля и управления. Задача летчика состоит в сведении взаимосвязанных показаний приборов к определенным значениям. Управление самолетом зависит от особенностей его управляемости и устойчивости. Под управляемостью самолета понимают его способность изменить пространственное положение, а, следовательно, и режим полета при отклонении органов управления (рулей, элеронов): как легко и быстро он изменяет свое пространственное положение, какие для этого требуются усилия от летчика. Устойчивость самолета характеризуется способностью длительно сохранять свое пространственное положение и возвращаться к нему при отклонении под влиянием каких-либо случайных воздействий (например, воздушные потоки) без вмешательства летчика.

Управление самолетом является достаточно сложной задачей для летчика и поэтому всегда сопровождается нервно-эмоциональным напряжением. Уровень его определяется степенью подготовленности летчика к полетам (более выражено у слабоподготовленных летчиков). Определенное значение имеют также индивидуально-психологические особенности личности летчика, режим труда, отдыха и питания летного состава и другие вопросы, которые должны учитываться авиационным врачом при организации медицинского обеспечения полетов.

4.3. ВИДЫ ПОЛЕТОВ

В соответствии с Воздушным Кодексом Республики Беларусь авиация подразделяется на государственную и гражданскую.

К государственной относится авиация, используемая для осуществления военной, пограничной, таможенной службы, правоохранительной деятельности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, решения задач в области мобилизационной подготовки, выполнения литерных полетов, а также для решения иных государственных задач, определяемых Президентом Республики Беларусь или по его поручению Советом Министров Республики Беларусь.

Гражданская авиация — авиация, используемая в целях обеспечения потребностей граждан и организаций, а также выполнения литерных полетов;

Все полеты могут подразделяться по назначению, району действия, числу самолетов, условиям пилотирования, времени суток, высотам. Классификация некоторых видов полетов представлена в табл. 4.3 и 4.4.

Практическое значение для авиационного врача представляет полеты на малых высотах, на больших высотах, в приборных (сложных) метеоусловиях, ночные и длительные полеты, полеты в жарком и холодном климате, так как при их выполнении имеются особенности, которые следует учитывать при медицинском обеспечении указанных видов полетов.

Классификация некоторых видов полетов государственной авиации

Критерий	Вид полетов	Определения полетов
По назначению	Учебные	Полет для выполнения заданий в соответствии с КБП (КУЛП, КЛП) и программами подготовки летного состава. Учебные полеты: ознакомительные, вывозные, контрольные, контрольно-показные, тренировочные, показательные и зачетные (экзаменационные, летно-тактические упражнения)
	Специальные	Полет для выполнения полетных заданий, не предусмотренных упражнениями КБП (КУЛП, КЛП). Специальные полеты: испытательные и исследовательские полеты, облеты ВС, наземных средств, систем навигации и посадки, перелеты, полеты на ВРП и др.
	Боевые	Полет для выполнения боевой задачи
	Спортивные	Полет по спортивным программам, а также при проведении соревнований по авиационным видам спорта
По условиям пилотирования и самолето-вождения	Визуальные	Полет, выполняемый в условиях, позволяющих определять пространственное положение самолета по земным ориентирам или естественному горизонту и вести визуальную ориентировку
	Полет по приборам	Полет, в котором пространственное положение и местонахождение самолета полностью или частично определяются по пилотажным и навигационным приборам. Полеты по приборам: полеты в ПМУ, полеты под шторкой и ночные полеты
По времени суток	Дневные	Полеты, выполняемые в период между восходом и заходом солнца
	Ночные	Полеты, выполняемые в период между заходом и восходом солнца
	Смешанные	Полеты, когда от взлета до посадки полет выполняется и днем, и ночью
По высоте	На малых высотах	До 1000 м над рельефом местности или водной поверхностью
	На средних высотах	От 1000 до 4000 м (включительно)
	На больших высотах	От 4000 до 12000 м (до тропопаузы)
	Стратосферные	Выше 12000 м
По продолжительности	Кратковременные	До 1 ч
	Средней продолжительности	От 1 до 4 ч
	Длительные	Свыше 4 ч
По климатическим особенностям	Полеты в холодном климате	Холодный климатический пояс характеризуется средней температурой воздуха $-7,4^{\circ}\text{C}$ и ниже, значительной продолжительностью холодного времени (6–10 мес. в году)
	Полеты в умеренном климате	Умеренный климатический пояс характеризуется средней температурой воздуха в пределах $-7,4+15^{\circ}\text{C}$
	Полеты в жарком климате	К жаркому климатическому поясу относятся территории, где средняя температура воздуха равна около $+15^{\circ}\text{C}$ и выше
По метеорологическим условиям	Полет в визуальных метеорологических условиях	ВМУ — условия, при которых весь полет выполняется визуально (кроме визуального полета под облаками при низкой облачности или ограниченной полетной видимости)
	Полет в приборных метеорологических условиях	ПМУ — условия, при которых полет полностью или частично выполняется по приборам (при отсутствии видимости земли или естественного горизонта) или визуально под облаками при низкой облачности или ограниченной по летной видимости

Классификация некоторых видов полетов гражданской авиации

Критерий	Вид полетов	Определения полетов
По назначению	Транспортные	Для перевозки пассажиров, грузов и почты
	Авиационные работы	Для выполнения авиационно-химических работ в сельском и лесном хозяйстве, обслуживания организаций здравоохранения, научно-исследовательских организаций, выполнения работ по аэрофотосъемке и т. д.
	Учебные	Для обучения курсантов и слушателей учебных заведений гражданской авиации
	Тренировочные	Для обучения, тренировки и проверки квалификации лиц летного состава
	Испытательные	Для проведения научных исследований; методические — для изыскания рациональных методов пилотирования ВС, внедрения программ и методик обучения лиц летного состава
	Перегоночные	Для перегонки ВС в ремонт, к новому месту базирования или работы
	Поисковые и аварийно-спасательные	Для проведения поиска экипажей и пассажиров ВС, потерпевших бедствие, а также в случаях стихийных бедствий
По условиям пилотирования и самолето-вождения	Визуальные	Полет, выполняемый в условиях, позволяющих определять пространственное положение самолета по земным ориентирам или естественному горизонту и вести визуальную ориентировку
	Полет по приборам	Полет, в котором пространственное положение и местонахождение самолета полностью или частично определяются по пилотажным и навигационным приборам. Полеты по приборам: полеты в ПМУ, полеты под шторкой и ночные полеты
По времени суток	Дневные	Полеты, выполняемые в период между восходом и заходом солнца
	Ночные	Полеты, выполняемые в период между заходом и восходом солнца
	Смешанные	Полеты, когда от взлета до посадки полет выполняется и днем, и ночью
По району выполнения полеты	Аэродромные	В районе аэродрома
	Трассовые	Вдоль воздушных трасс
	Маршрутные	Вне трасс
По высоте	На предельно малых высотах	До 200 м над рельефом местности или водной поверхностью
	На малых высотах	Выше 200 м до 1000 м над рельефом местности или водной поверхностью
	На средних высотах	От 1000 до 4000 м (включительно)
	На больших высотах	От 4000 до 12000 м (до тропопаузы)
	Стратосферные	Выше 12000 м
По продолжительности	Кратковременные	До 1 ч
	Средней продолжительности	От 1 до 4 ч
	Длительные	Свыше 4 ч

Критерий	Вид полетов	Определения полетов
По физико-географическим условиям	Равнинной	Местность с относительными превышениями рельефа менее 200 м в радиусе 25 км
	Холмистой	Местность с пересеченным рельефом и относительными превышениями рельефа от 200 до 500 м в радиусе 25 км
	Горной	Местность с пересеченным рельефом и относительными превышениями 500 м и более в радиусе 25 км, а также местность с абсолютной высотой рельефа 1000 м и более
	Пустынной	
	Водным пространством	
	Полярных районах Северного и Южного полушарий	
	Полеты в умеренном климате	
	Полеты в жарком климате	

Как гражданская, так и государственная авиация может выполнять литерные полеты — полеты ВС по перевозке Президента Республики Беларусь, Премьер-министра Республики Беларусь, глав иностранных государств и правительств, иных лиц, подлежащих государственной охране, а также членов государственных и правительственных делегаций в воздушном пространстве Республики Беларусь на ВС специального и неспециального назначения, а также на ВС, выполняющих рейсы по расписанию. Обеспечение литерных полетов регламентируются актами Президента Республики Беларусь.

РАЗДЕЛ 2 АВИАЦИОННАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ГЛАВА 5. ПОНИЖЕННОЕ ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ КИСЛОРОДА

При подъеме на высоту из-за понижения pO_2 во вдыхаемом воздухе в организме развивается состояние, именуемое гипоксией (кислородное голодание, или кислородная недостаточность).

Под термином «гипоксия» понимают недостаточное снабжение тканей организма кислородом или нарушение его утилизации в процессе биологического окисления. Уменьшение содержания кислорода в крови обозначают как гипоксемию.

Среди разнообразных экстремальных для человека воздействий пониженное pO_2 занимает особое место, поскольку организм не располагает значимыми запасами кислорода, и при прекращении его поступления из внешней среды уже через несколько минут развивается тяжелое патологическое состояние, которое может закончиться смертью. Поэтому с давних времен гипоксия является предметом пристального внимания исследователей и врачей.

В 1771 г. произошло открытие кислорода К. Шееле (в 1774 г. Д. Пристли), А. Лавуазье доказал, что атмосферный воздух состоит из смеси газов, включающих кислород, необходимый для жизнедеятельности живых организмов.

Начало фундаментальным исследованиям по проблеме кислородного голодания было положено работами П. Бэра. Основные результаты своих многолетних исследований с животными и при участии людей он изложил в монографии «Барометрическое давление» (1878), в которой на основе экспериментального материала убедительно доказал, что не содержание кислорода во вдыхаемом воздухе, а его парциальное давление определяет поступление кислорода в ткани организма. Неблагоприятное влияние пониженного давления может быть эффективно устранено вдыханием воздуха с большим содержанием кислорода или чистого кислорода.

Теория кислородного голодания, сформулированная П. Бэром, не учитывала роли газов, составляющих альвеолярный воздух. Условия газообмена в альвеолах обуславливают то, что состав альвеолярного воздуха значительно беднее кислородом, чем атмосферный. На это обстоятельство обратил внимание И. М. Сеченов (1880), который теоретически проанализировав газообмен в легких и поступление кислорода в организм при типичных степенях разрежения атмосферы, установил закон относительного постоянства газового состава альвеолярного воздуха и зависимость его от pO_2 окружающей газовой среды. Сопоставляя степень снижения pO_2 во вдыхаемом воздухе с таковым в альвеолярном, И. М. Сеченов доказал, что гибель организма человека может наступить при понижении pAO_2 до 20 мм рт. ст. Им же было сформулировано понятие о «внутренней» высоте, отражающей закономерное изменение содержания pAO_2 при снижении барометрического давления. Исследования И. М. Сеченова по физиологии дыхания и изменению газов легких на различных высотах в дальнейшем послужили основой для разработки точных теоретических предпосылок изучения влияния на ор-

ганизм человека гипобарической гипоксии и изыскания способов защиты от нее при выполнении высотных полетов.

Большой вклад в развитие проблемы влияния разреженного воздуха на организм человека внес замечательный русский патолог В. В. Пашутин. В «Лекциях по общей патологии», вышедших в 1881 г., им подробно рассматриваются механизмы различных аспектов действия разреженной атмосферы, уделено особое значение пониженному pO_2 . Важным вкладом В. В. Пашутина в разработку учения о гипоксии является создание им классификации гипоксических состояний, в основу которой был положен патогенетический принцип.

Исследования И. М. Сеченова, В. В. Пашутина по проблеме кислородного голодания повлекли за собой ряд экспериментальных работ (П. М. Альбицкий, 1884; М. Жирмунский, 1885; Е. А. Карташевский, 1904) по изучению физиологических реакций организма на действие гипоксии.

В XX в. стремительное развитие подводной, авиационной и космической медицины вызвало особый интерес к проблеме влияния пониженного pO_2 на организм. В ее решении начали принимать участие не только отдельные ученые, но и целые научные коллективы. Изучаются вопросы адаптации, закономерности физиологических, биохимических, морфологических и других изменений в различных органах и системах, разрабатываются методы повышения устойчивости организма к гипоксии. С внедрением в практику герметических кабин, регенерационных установок, комплектов кислородного оборудования проблема кислородного голодания в авиации и космонавтике не стоит так остро. Однако она остается актуальной, так как острая гипоксия может развиваться в полете в случае отказа кислородного оборудования и в других нештатных ситуациях.

5.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ГИПОКСИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

Кислородное голодание на высотах является лишь одной из форм гипоксии. В целом же гипоксия проявляется почти при всех патологических состояниях организма, характеризуется многочисленностью причин, ее вызывающих, неоднородностью патогенеза, разнообразием форм. Это обуславливает необходимость классификации гипоксических состояний. Классификация Баркрофта–Петерса–ван Слайка получила широкое распространение и была взята за основу при разработке классификации гипоксии на конференции по изучению кислородного голодания в 1948 г. Данная классификация практически используется до настоящего времени. Она основана на этиопатогенетическом принципе и включает четыре формы гипоксии.

Гипоксическая гипоксия. Развивается вследствие понижения pO_2 во вдыхаемом воздухе, затруднения проникновения кислорода в кровь через дыхательные пути, расстройства дыхания. У практически здоровых людей эта форма гипоксии возникает при подъеме на высоту (высотная или гипобарическая гипоксия), при дыхании газовой смесью с пониженным процентным содержанием кислорода (нормобарическая гипоксия). Причиной гипоксической гипоксии могут быть заболевания, нарушающие оксигенацию крови в легких или связанные со значительным сбросом венозной крови в артериальное русло через артериовенозные анастомозы. Патогенетической основой этой формы гипоксии является артери-

альная гипоксемия. При этом уменьшается артериовенозная разница по кислороду, снижается количество оксигемоглобина в артериальной крови. Высотная гипоксия представляет наибольший интерес для практики авиационной и космической медицины, так как может развиваться у членов экипажей в высотных полетах в ситуациях, приводящих к снижению pO_2 во вдыхаемом воздухе.

Гемическая гипоксия. Формы: анемическая, связанная с инактивацией гемоглобина. Возникает в результате уменьшения кислородной емкости крови или при снижении способности гемоглобина связывать, транспортировать и отдавать кислород. Наиболее часто наблюдается при отравлении окисью углерода и при воздействии на организм метгемоглобинообразователей (нитриты). Для гемической формы гипоксии характерно нормальное напряжение кислорода в артериальной крови при пониженном его объемном содержании. В венозной крови напряжение и содержание кислорода понижены.

Циркуляторная гипоксия. Формы: застойная, ишемическая. Развивается в организме при нарушениях функции кровообращения, приводящих к недостаточному кровоснабжению органов и тканей. В авиационной практике циркуляторная гипоксия может развиваться у летчика при действии продольных перегрузок (уменьшение притока артериальной крови), а также при дыхании кислородом под избыточным давлением в легких, особенно при неправильной подгонке высотного компенсирующего костюма.

Тканевая гипоксия (гистотоксическая). Развивается вследствие нарушения способности клеток поглощать кислород или из-за уменьшения эффективности биологического окисления. Утилизация кислорода может тормозиться при отравлении цианидами, солями тяжелых металлов, токсическими веществами биологического происхождения и др. Тканевая гипоксия может возникнуть при витаминной недостаточности, по причине повреждения мембран митохондрий и других биологических структур при тяжелых инфекционных заболеваниях, лучевых поражениях и др. При тканевой форме гипоксии напряжение и содержание кислорода в артериальной крови сохраняются на нормальном уровне, а в венозной крови — повышаются.

Приведенные в данной классификации гипоксические состояния могут наблюдаться как изолированно, так и в различных комбинациях друг с другом (смешанной формы).

Существуют и другие подходы к классифицированию гипоксических состояний. В целях выделения основных звеньев механизма развития гипоксии ее подразделяют на патологическую и физиологическую. К первой группе относят кислородную недостаточность, имеющую место при заболеваниях, ко второй — гипоксию, возникающую у здоровых людей в результате воздействия внешних факторов или при выполнении интенсивной мышечной работы.

Высотная гипоксия. Гипоксию, возникающую при подъеме на высоту, делят на острую и хроническую. Острая форма возникает быстро и длится короткое время (секунды, часы). В этом случае организм подвергается значительному гипоксическому воздействию. Хроническая форма гипоксии развивается медленно и протекает долгое время (дни, годы). Такое деление носит достаточно условный характер. В хронической форме гипоксии выделяют острый период,

близкий по проявлениям к острой гипоксии. В то же время в острой гипоксии выделяют три периода: сверхострый, острый и подострый. Последний длится в течение многих часов и по проявлениям совпадает с симптомами острого периода хронической гипоксии.

Гипоксическую гипоксию, развивающуюся у людей при подъемах в горы и в полете, часто объединяют в единую нозологическую форму, именуемую высотной гипоксией. Однако в состоянии людей, совершающих высокогорные восхождения и поднимающихся на высоту в ЛА, есть существенная разница. В первом случае состояние гипоксии развивается медленно. Действие кислородной недостаточности сочетается с выраженной физической нагрузкой. Симптомы гипоксии, как правило, проявляются через несколько часов после подъема. Во втором случае состояние гипоксии развивается быстро. После подъема на большие высоты тяжелое патологическое состояние может развиваться в течение десятка секунд. Поэтому высотную и горную гипоксию необходимо дифференцировать. При этом под высотной гипоксией понимают гипоксическое состояние, развивающееся при быстром подъеме на высоту без дополнительного кислородного обеспечения (чаще всего неправильная эксплуатация в полете кислородно-дыхательной аппаратуры или ее отказ), а под горной гипоксией — патологическое состояние, развивающееся вследствие понижения pO_2 во вдыхаемом воздухе при подъеме в горы на высоты более 2000–2500 м.

Высотная гипоксия проявляется в коллаптоидной и обморочной формах. Коллаптоидная форма развивается у человека на высотах 4000–7000 м. На высотах 8000 м и более она встречается крайне редко. У практически здоровых людей при подъеме в барокамере на высоту 5000 м и пребывании на этой высоте в течение 5–30 минут частота развития коллаптоидной формы высотной болезни не превышает 3 % случаев. При этой форме высотной болезни часто ухудшается самочувствие, изменяются внешний вид и поведение человека. Кожные покровы лица бледнеют, на лбу и крыльях носа появляются капли пота. Черты лица заостряются. Повышенная двигательная активность в начале развития высотной болезни сменяется заторможенностью, безразличным отношением к событиям. Одним из первых признаков возникновения коллаптоидного состояния является снижение АД и урежение ЧСС. Вслед за этими симптомами при резком снижении мозгового кровообращения может возникнуть вазовагальный обморок.

Обморочная форма высотной гипоксии развивается у человека на высоте более 7000 м. При высоте 7000–8000 м она возникает через 3–15 минут. На высоте более 15 000 м потеря сознания у человека возникает через 12–15 с даже при дыхании кислородом. Отличительной чертой этой формы высотной гипоксии является внезапная потеря сознания, чаще всего без выраженных предвестников. В некоторых случаях потере сознания могут предшествовать приступы клонических судорог. Частота обморочной формы высотной гипоксии увеличивается по мере подъема на высоту.

В практическом отношении представляют интерес сведения, касающиеся не только времени сохранения сознания на высоте, но и периода, в течение которого человек может обладать минимальным уровнем работоспособности, достаточным для спасения. Такой отрезок времени обозначается как «резервное вре-

мя» или «время активного сознания». «Резервное время» находится в обратной зависимости от высоты: на 7–8 км оно исчисляется минутами, а на 14–15 км и более — секундами. До высоты 9 км при дыхании воздухом и до 14,5 км при дыхании кислородом отмечаются большие индивидуальные различия резервного времени. При прогнозе высотной гипоксии важно знать не только резервное время человека, но и тот предельный срок, в течение которого при значительном дефиците O₂ еще сохраняются основные физиологические функции и возможно самостоятельное и полное восстановление жизни после устранения гипоксии.

Период от начала воздействия гипоксии до возможного выживания определяется как «время выживания». В этот период у человека отмечается потеря сознания и резкие нарушения дыхания, у животных наблюдается потеря позы, остановка дыхания при сохранении сердечной деятельности. «Время выживания» у человека составляет около 120–150 с. За это время пострадавший должен быть подвергнут рекомпрессии и реоксигенации до оптимальных значений барометрического давления и pO₂. Только при выполнении указанных условий можно ожидать полной реабилитации жизнедеятельности и работоспособности человека. При пролонгировании острой гипоксии последующая нормализация кислородного режима и общего давления может оказаться неэффективной. Далеко зашедший отек мозга и структурные повреждения нервной ткани приводят к летальному исходу или к развитию тяжелых осложнений: «декортикации», постгипоксической энцефалопатии и др.

Таблица 5.1

Резервы жизни человека при критической степени высотной гипоксии

Параметры	Период	Высота, км	Газовая среда	Время
«Резервное время»	До потери сознания	8–9	Воздух	4–2 мин
		> 9		20–15 с
		14–15	O ₂	2–1 мин
		> 15		15–10 с
«Время выживания»	До самостоятельного выживания	8–9	Воздух	Не установлено
		> 9		
		20 и >	O ₂	Не более 3 мин
«Время реанимации»	До истечения срока возможного оживления	14–15	Воздух	Не более 5 мин
		> 15		
		20 и >	O ₂	Не более 5 мин

Применение эффективных средств реанимации в терминальной стадии высотной гипоксии позволяет замедлить развитие необратимых структурных повреждений ЦНС и тем самым продлить время возможного спасения (у животных до 7–18 мин). Отрезок времени возможного спасения при острой гипоксии с помощью средств реанимации обозначают термином «время реанимации». Указанные временные параметры позволяют ориентировочно прогнозировать возможности человека к самостоятельному спасению и выживанию, а также время реанимации в различных аварийных ситуациях высотного и космического полетов.

5.2. МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ

Атмосферное давление с увеличением высоты уменьшается, при этом процентное содержание кислорода в пределах изученных высот остается неизменным.

Снижение pO_2 во вдыхаемом воздухе неизбежно влечет за собой снижение такового в альвеолярном воздухе. Приблизительный расчет pO_2 в альвеолярном воздухе в зависимости от величины барометрического давления был предложен И. М. Сеченовым. К настоящему времени этот расчет несколько уточнен и может быть выполнен по формуле:

$$pAO_2 = (P - p_{H_2O}) \cdot \%O_2 - pACO_2 \left(1 - \%O_2 \frac{1-R}{R} \right)$$

где pAO_2 — парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе; P — барометрическое давление; p_{H_2O} — парциальное давление водяных паров в легких, зависящее только от температуры тела, и при температуре тела $37^\circ C$ равное 47 мм рт. ст.; $pACO_2$ — парциальное давление углекислого газа в альвеолярном воздухе, равное 38–40 мм рт. ст.; $\%O_2$ — процентное содержание кислорода в воздухе; R — дыхательный коэффициент.

Необходимо отметить, что сопоставление расчетных и экспериментальных данных, касающихся величины pAO_2 , показывает их несоответствие. Расчетные значения почти всегда ниже реальных. Это обусловлено тем, что при подъеме на высоту парциальное давление углекислого газа в альвеолах вследствие развития компенсаторной гипервентиляции оказывается ниже нормы. Кроме этого, при подъеме на высоту pAO_2 снижается более резко, чем во вдыхаемом. Так, при дыхании воздухом на высотах 1–8 км уровень pAO_2 в альвеолярном воздухе меньше, чем во вдыхаемом на 50–55 мм рт. ст., а при дыхании 100 % кислородом на высотах 10–15 км — на 85–90 мм рт. ст. Это объясняется постоянным наличием в альвеолярном воздухе насыщенных водяных паров и углекислого газа, парциальное давление которых составляет 47 и 40 мм рт. ст.

Этапы транспорта кислорода представляются в виде каскада с постепенно снижающимся уровнем парциального давления кислорода в различных средах организма. При нормальном барометрическом давлении 760 мм рт. ст. pO_2 в атмосферном воздухе составляет 159 мм рт. ст., в альвеолах — 100–105, в артериальной крови легких — 90–95, в капиллярах — 20–85, в тканевых цилиндрах у венозных и артериальных концов капилляров — 5–30 и 70–80 соответственно, в смешанной венозной крови — 45–55, а в клетках — 2–10 мм рт. ст. Критический уровень гипоксического состояния на больших высотах наблюдается при значительном снижении pO_2 на всех уровнях кислородного каскада: в альвеолярном воздухе — до 30–25 мм рт. ст., в артериальной крови легких — до 25–22, в смешанной венозной крови — до 20–18, в тканевых цилиндрах — до 7–4, в митохондриях и дыхательных ферментах — до 5–2, в коже — до 10–8 мм рт. ст. Необратимые повреждения жизненно важных центров головного мозга и гибель организма могут происходить уже при снижении pO_2 в тканях мозга до 16 мм рт. ст., т. е. при еще далеко не полном исчерпании запасов кислорода. Падение напряжения кислорода ниже указанных критических уровней приводит к снижению скорости потребления кислорода, т. е. к развитию «истинного» кислородного голодания. Таким образом, физиологическая система снабжения организма кислородом, требующая относительного постоянства на всех ступенях каскада, создает лишь небольшие величины парциального давления кислорода в месте его потребления.

Доставка кислорода к тканям связана с рядом последовательных процессов, включающих внешнее дыхание, образование оксигемоглобина и его диссоциацию, транспорт газов от легких к периферическим тканям и диффузию от эритроцитов в ткань. Вентиляция легких обеспечивает доставку основного объема кислорода из атмосферного воздуха в альвеолы, кровотоком переносит оксигемоглобин в капилляры тканей. На всем остальном протяжении, значительную часть которого составляют полупроницаемые мембраны, кислород транспортируется из одной среды в другую (альвеолярный воздух – эритроциты – плазма – интерстициальная жидкость – цитоплазма – митохондрии) благодаря диффузии, скорость которой является главным лимитирующим фактором проникновения кислорода в митохондрии. В последнее время показано, что экстравазальная циркуляция межклеточной и внутриклеточной жидкостей способствует, в определенной мере, переносу растворенного в этих жидкостях кислорода. Однако основным фактором, обеспечивающим движение кислорода в тканях, безусловно, является диффузия.

В высотных условиях снижение pO_2 во вдыхаемом воздухе приводит к пропорциональному снижению pAO_2 и на всех последующих участках пути поступления кислорода в организм. На определенных высотах, несмотря на работу компенсаторных механизмов, создается несоответствие между потребностью тканей в кислороде и его поступлением. В результате в организме развивается патологическое состояние.

Поскольку большая часть потребляемого организмом кислорода расходуется на окислительное фосфорилирование, то при гипоксии прежде всего снижается концентрация АТФ. Наряду с энергетическим дефицитом в условиях кислородной недостаточности накапливаются недоокисленные продукты: восстановленные пиридиннуклеотиды, органические кислоты цикла Кребса — пировиноградная и молочная. В условиях кислой среды внутриклеточного содержимого изменяется активность клеточных ферментов и нарушается их связь с мембраной. Нарушается образование стероидных гормонов, нейромедиаторов и других биологически активных веществ. Накапливаются токсические продукты метаболизма, что приводит к еще более глубоким нарушениям функций организма. Гипоксия, независимо от механизмов ее развития, приводит не только к прекращению процессов синтеза структурных компонентов мембран, но и к их непосредственному разрушению. Происходит серия последовательных реакций: уменьшение содержания кислорода в тканях, снижение уровня АТФ, увеличение внутриклеточного кальция, активация мембранных фосфолипаз, снижение электрической стабильности мембран, увеличение ионной проницаемости мембран, разобщение тканевого дыхания и фосфорилирования и, как следствие, гибель клеток от недостатка энергии.

В целом, реакции организма на недостаток кислорода на высоте очень многообразны и зависят от величины и скорости падения парциального давления кислорода, длительности пребывания на высоте, функционального состояния и индивидуальной устойчивости к гипоксии. Наиболее характерной является фазность развития гипоксического состояния. На начальном этапе у человека развивается состояние, обозначаемое как эйфория. Отмечается общее возбуждение, повы-

шенная двигательная активность, разговорчивость. Продолжительность этой фазы различна. Чем больше высота, тем она короче, и наоборот. Для второй фазы характерно развитие тормозных процессов. Появляется общая слабость, сонливость, головная боль. Для человека, неадаптированного к кислородному голоданию, высота до 2000 м считается индифферентной, хотя уже с высоты 500 м снижается переносимость мышечной нагрузки. На высотах 2000–4000 м дефицит кислорода, в основном, компенсируется организмом за счет напряжения приспособительных реакций. На высотах 4000–6000 м у человека даже в состоянии покоя отмечаются выраженные симптомы острого гипоксического состояния. Устойчивость людей к недостатку кислорода неодинакова. Некоторые даже на высоте 8000 м могут сохранять сознание в течение десятков минут. Для большинства же людей длительное пребывание на высоте 7000 м без дополнительного кислородного обеспечения невозможно.

5.3. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Система дыхания. Одной из ранних и постоянно действующих реакций организма на кислородное голодание является увеличение минутного объема дыхания (МОД). На высоте 5000–6000 м МОД увеличивается на 30–50 %. Возрастание МОД происходит за счет увеличения частоты и (или) глубины дыхания. Причиной увеличения МОД является снижение напряжения кислорода в артериальной крови, что является адекватным раздражителем синокаротидной и аортальной рефлексогенных зон. От рецепторов этих зон стимулирующие афферентные импульсы поступают к клеткам дыхательного центра. Степень увеличения МОД зависит от двух противоположно действующих факторов — гипоксической стимуляции дыхательного центра и его угнетения сниженным при гипервентиляции парциальным давлением углекислого газа.

Уменьшение pO_2 во вдыхаемом воздухе при подъеме на высоту вызывает пропорциональное снижение такового в альвеолярном воздухе до высоты около 2500 м. На больших высотах снижение pAO_2 замедляется. В первую очередь это связано с рефлекторным включением компенсаторной гипервентиляции. Увеличение вентиляции легких ведет к усиленному вымыванию из организма углекислого газа. На высотах до 8000 м парциальное давление углекислого газа в альвеолярном воздухе снижается примерно вдвое (до 20–25 мм рт. ст.). Такая реакция первоначально имеет приспособительное значение, так как ведет к соответствующему повышению альвеолярного парциального давления кислорода и лучшему насыщению кислородом артериальной крови. В последующем, при более выраженной гипокапнии, происходит ухудшение кислородного снабжения мозга и сердца из-за спазма сосудов, развития алкалоза в крови и угнетения дыхательного центра.

На больших высотах резервные возможности внешнего дыхания становятся недостаточными. Парциальное давление кислорода падает до величин, несовместимых с сохранением функций жизненно важных систем организма. Такой уровень парциального давления кислорода называют критическим. В альвеолах он составляет около 25 мм рт. ст. и создается на высотах более 8000 м. Дальнейшее понижение pAO_2 приводит к изменению направления диффузии кислорода из

крови в альвеолярный воздух и внешнюю среду, то есть к процессу дезоксигенации, усугубляющему развитие острого кислородного голодания. Таким образом, pAO_2 является показателем, по которому можно судить о состоянии кислородного снабжения организма на различных высотах.

Подъем на высоту сопровождается и другими изменениями функций дыхания. Увеличиваются дыхательные экскурсии грудной клетки. Из-за усиленной перфузии легких и поднятия диафрагмы снижается жизненная емкость легких. Одной из характерных особенностей для высотной гипоксии является нарушение ритма дыхания. В одних случаях появляются отдельные глубокие вдохи на фоне нормальных равномерных циклов — периодическое дыхание. В более тяжелых случаях развивается дыхание типа Чейна–Стокса, характеризующееся неравномерной частотой и глубиной. Возникновение периодического дыхания можно объяснить сочетанным влиянием на дыхательный центр гипоксии и гипокпапии. Нарушение ритма дыхания приводит к значительным колебаниям насыщения артериальной крови кислородом и является неблагоприятным для организма явлением.

Насыщение крови и тканей кислородом. Снижение парциального давления кислорода во вдыхаемом и альвеолярном воздухе приводит к уменьшению оксигенации крови и тканей. Однако в результате действия компенсаторных механизмов уменьшение оксигенации крови и тканей на различных высотах происходит в меньшей степени, чем снижение pO_2 в атмосферном воздухе на тех же высотах. Понижение напряжения кислорода в крови вызывает выход зрелых эритроцитов из депо и переход их в общий кровоток, что на 10–15 % увеличивает кислородную емкость крови. Особенность взаимодействия кислорода и гемоглобина позволяет поддерживать достаточно высокий уровень насыщения крови кислородом (до 0 %) на высотах 4000–4500 м. Выведение углекислого газа из организма при гипервентиляции приводит к сдвигу реакции крови в щелочную сторону. Это, в свою очередь, повышает сродство гемоглобина к кислороду, кривая диссоциации оксигемоглобина сдвигается влево. В результате улучшается насыщение крови кислородом в легких и сдерживается падение напряжения кислорода в артериальной крови на высотах. Более высокое, чем в легких, напряжение углекислого газа в тканях и более спелая реакция крови тканевых капилляров способствуют лучшей отдаче кислорода оксигемоглобином при прохождении крови по капиллярам тканей (кривая диссоциации оксигемоглобина сдвигается вправо).

На высотах более 8000 м компенсаторные механизмы крови становятся неэффективными. Оксигенация крови снижается до критического уровня, то есть до уровня, когда человек не может длительно сохранять сознание. При этом насыщение крови кислородом составляет 50–60 %, напряжение кислорода в артериальной крови падает до 20–25 мм рт. ст., критический уровень напряжения кислорода в тканях мозга и сердца доставляет около 18–20 мм рт. ст., а в органах с менее интенсивным потреблением кислорода (в коже) этот уровень к моменту нарушения сознания может снизиться до 8–10 мм рт. ст.

Сердечно-сосудистая система. Понижение парциального давления кислорода в артериальной крови при подъеме на высоту через стимуляцию геморецеп-

торов синокаротидной и аортальной рефлексогенных зон приводит к увеличению частоты сердечных сокращений. Начальные изменения пульса отмечаются у отдельных здоровых людей уже на высоте 1500 м. На высоте 2000 м даже в состоянии покоя частота пульса может увеличиваться на 5–7 % по отношению к исходной, а на высоте 5000 м — на 15–30 %. Увеличение частоты сердечных сокращений ведет к повышению минутного объема крови. На высоте 5000 м он возрастает в среднем на 30–40 %. Увеличение объема крови, доставляемой в легкие и ткани, в определенной степени компенсирует уменьшение парциального давления кислорода в альвеолах и артериальной крови на высотах до 7000–8000 м. На больших высотах частота сердечных сокращений, а следовательно, и минутный объем сердца могут возрасти в 2,5–3 раза. Однако значительное повышение скорости кровотока ухудшает условия насыщения крови кислородом и усиливает процесс дезоксигенации организма. Следовательно, выраженная тахикардия на высоте может расцениваться не только как приспособительная реакция, но и как патологическая реакция сердечно-сосудистой системы в условиях острой гипоксии.

Увеличение систолического давления на 10–20 мм рт. ст. отмечается на высоте около 5000 м. Диастолическое давление чаще не изменяется или незначительно снижается. При ухудшении общего состояния на высоте может возникать существенное снижение системного артериального давления и развитие высокого коллапса. Важной приспособительной реакцией сердечно-сосудистой системы на высоте является перераспределение и увеличение массы циркулирующей крови.

Проводимые в высотных условиях электрофизиологические исследования свидетельствуют о нарушении биоэлектрической деятельности сердца. Снижение вольтажа зубца Р, смещение интервала S–T ниже изолинии, атриовентрикулярная блокада, экстрасистола свидетельствуют о развитии острой гипоксии миокарда. Перечисленные изменения наблюдаются только при крайних степенях кислородного голодания на больших высотах.

Центральная нервная система. Мозг человека в среднем за одну минуту потребляет около 50 мл кислорода. Это примерно шестая часть всего кислорода, утилизируемого организмом. Масса же головного мозга составляет немногим более 2 % от массы тела. Учитывая, что нервные клетки не имеют своих энергетических запасов, становится понятным, что в картине гипоксического состояния на высоте ведущая роль принадлежит ЦНС. Различные отделы ЦНС неодинаково устойчивы к дефициту кислорода. Наибольшей устойчивостью к гипоксии обладают филогенетически древние, а наименьшей — молодые отделы ЦНС. Неодинакова устойчивость к гипоксии и нервных центров. При гипоксии крайних степеней дыхательный центр прекращает свою работу раньше, чем, например, сосудодвигательный. Недостаток кислорода воздействует на ЦНС как непосредственно, так и рефлекторно, через хеморецепторы. В общей закономерности изменений функций ЦНС на высоте наиболее характерным является их фазность.

На первой стадии гипоксических изменений повышается возбудимость структур головного мозга, уменьшаются пороги возбуждения. Возбудительные процессы преобладают над тормозными. У человека развивается состояние эйфории, снижается способность к сосредоточению, появляется двигательное бес-

покойство, нарушается координация тонких движений. Наиболее опасным в этот период является то, что у человека в значительной мере снижается способность к критической оценке своего состояния и окружающей обстановки.

Вторая фаза нарушений ЦНС при гипоксии более выражена и на высоте более 5000 м характеризуется глубокими расстройствами работе головного мозга. В нервных клетках развивается торможение, которое иррадирует по коре мозга, переходит в подкорковые структуры. Нервные процессы становятся инертными. У человека снижается умственная работоспособность, ухудшается память, снижается острота зрения, появляется сонливость. В тяжелых случаях могут возникнуть судороги и нарушение сознания. По мере углубления гипоксии происходит угасание биоэлектрической активности мозга, свидетельствующее о структурных повреждениях нейронов. Следует особо подчеркнуть, что при воздействии острой гипоксии человек часто не замечает развития у него серьезных нарушений функции ЦНС, и кажущееся благополучие может сохраняться до момента потери сознания. Подача для дыхания кислорода быстро восстанавливает сознание и функциональное состояние организма. Однако, как правило, у человека происходит потеря памяти о событиях, предшествующих потере сознания (ретроградная амнезия).

При кислородном голодании мозга угнетение ЦНС идет в направлении от филогенетически более молодых к более древним образованиям. Самые ранние изменения наблюдаются в условно-рефлекторной и аналитико-синтетической деятельности ЦНС, являющейся функцией коры головного мозга. В более поздние сроки происходят нарушения грубой координации движений, установочных рефлексов, некоторых вегетативных функций. Это указывает на угнетение подкорки и промежуточного мозга. Гипоксия, развивающаяся при подъеме на высоту, приводит к нарушению высшей нервной деятельности. Раньше всего нарушаются недостаточно упроченные нервные связи, поэтому вновь приобретенные рабочие навыки страдают раньше и легче, чем старые, упроченные в течение долгой практики.

Развитие высотной гипоксии приводит к нарушению функций анализаторов. Страдают тактильная, температурная, проприоцептивная чувствительность, снижается обоняние, вкус, нарушается функция вестибулярного аппарата. Слух у человека, даже при выраженном гипоксическом состоянии, сохраняется дольше, чем функции других анализаторов. Наиболее значительно изменяется функция зрительного анализатора. У некоторых людей на высоте 1500–2000 м обнаруживается нарушение сумеречного зрения. Начиная с высоты 3000 м нарушается пространственное зрение. На высотах 5000 м и более страдает глубинный глазмер, острота зрения, контрастная чувствительность, снижается цветовосприятие, особенно зеленого и синего цвета. В основе изменений функций анализаторов лежит нарушение баланса между возбуждением и внутренним торможением, развитие охранительного торможения в коре и подкорке.

Нарушение функций ЦНС и других физиологических систем организма приводит к снижению физической, интеллектуальной и операторской работоспособности человека. Характер и выраженность изменений работоспособности зависят от степени гипоксии, времени ее воздействия, индивидуальной устойчи-

ности человека к дефициту кислорода. В соответствии с фазами реакции ЦНС на кислородное голодание в начальном периоде может наблюдаться кратковременное повышение активности деятельности, хотя со снижением ее качества. При увеличении высоты и развитии в ЦНС тормозных процессов затрудняется мышление, снижается темп умственной работы, нарушается память, внимание, увеличивается время сенсомоторных реакций, страдают интеллектуальные и психомоторные качества. На высотах до 3000 м психические качества и хорошо усвоенные операторские навыки практически остаются на исходном уровне. Однако, начиная уже с высоты 1500 м, наблюдается увеличение времени решения новых сложных тестовых задач. На высотах 4000–4500 м значительно снижается физическая работоспособность, увеличивается время сенсомоторных реакций. На высотах до 6000 м значительно снижается умственная и операторская работоспособность, затрудняются мыслительные процессы, нарушается внимание, изменяется эмоциональный статус, ухудшается координация движений, страдает качество пилотирования. У некоторых лиц может возникнуть нарушение сознания.

5.4. ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ГИПОКСИИ

Исходя из патогенеза гипоксической гипоксии, можно считать обоснованным выделение таких основных путей повышения устойчивости к ней, как сохранение адекватного уровня pO_2 во вдыхаемом воздухе и улучшение доставки кислорода к тканям, изменение метаболизма в тканях, обеспечивающего сохранение жизнедеятельности организма при нарушенной доставке кислорода в клетку.

В настоящее время для защиты летчика от гипоксии при выполнении высотных полетов наряду с герметической кабиной используются комплекты кислородного оборудования (ККО), которые по мере понижения барометрического давления увеличивают содержание кислорода во вдыхаемом воздухе, что, в свою очередь, приводит к повышению его парциального давления. Начиная с высот 8–10 км кислородные приборы, входящие в ККО, подают для дыхания чистый кислород. В случаях разгерметизации кабины самолета на высотах более 12 000 м они подают кислород в дыхательные пути летчика под избыточным давлением. Применение комплектов кислородного оборудования, работающих в режиме абсолютного давления 145 мм рт. ст. и включающих в себя кроме кислородного прибора, гермошлем, высотно-компенсирующий костюм, высотные перчатки носки, позволяет на всех высотах более 12 000 м в случаях разгерметизации кабины поддерживать pAO_2 на уровне 65–70 мм рт. ст., т. е. как при дыхании чистым кислородом на высоте 12 км.

Важное значение играет психофизиологическая подготовка летного состава к высотным полетам. Одним из элементов такой подготовки является ознакомление летчика с проявлениями выраженной степени кислородного голодания (подъем в барокамере до высоты 6000 м) и обучение действиям по его устранению.

В настоящее время продолжаются работы по созданию автоматизированной бортовой системы, сигнализирующей о развитии острой гипоксии. Такие системы регистрируют как параметры окружающей среды: парциальное давление кислорода и углекислого газа, температуру, так и изменения физиологических показателей летчика: биоэлектрическую активность мозга, частоту сердеч-

ных сокращений, артериальное давление, насыщение артериальной крови кислородом. После анализа показателей и оценки степени гипоксического состояния система либо автоматически включает специальные средства ликвидации гипоксии, либо выполняет другие действия, предусмотренные программой.

Применение технических средств (ККО, герметические кабины и др.) в основном решает проблему защиты летчиков от кислородного голодания в высотных полетах. Вместе с тем в авиационной практике возможны случаи, в которых летчик оказывается в условиях воздействия пониженного парциального давления кислорода. Наиболее частыми причинами таких ситуаций являются неисправность вентиля кислородного прибора или клапанов кислородной маски, разгерметизация кабины на больших высотах, неправильное присоединение шланга маски к прибору, негерметичное прилегание маски к лицу, взлет без достаточного запаса кислорода и др. В таких случаях большое значение будет иметь индивидуальная устойчивость организма к высотной гипоксии.

Устойчивость к недостатку кислорода во многом определяется генетическими и фенотипическими свойствами организма: характером его энергетического обмена, степенью совершенства его регуляторных механизмов, их способностью перестраиваться и приспособливаться к гипоксическим условиям, сохраняя жизнедеятельность.

Среди способов повышения устойчивости к гипоксии особое место занимает тренировка к этому воздействию, при которой в организме возникают многогранные сдвиги, включающие как улучшение доставки кислорода в клетку, так и перестройку метаболизма. Тренировка организма к гипоксии может осуществляться в условиях высокогорья или на земле с использованием декомпрессионных барокамер, а также посредством вдыхания газовых смесей с низким содержанием кислорода.

Адаптация к высокогорной среде является одним из важнейших условий для успешной деятельности человека в горах. В отечественной и зарубежной литературе накоплены обширные сведения об эффективности различных режимов высокогорной адаптации. Считается, что наиболее эффективной является ступенчатая адаптация к гипоксии, методику которой предложил отечественный физиолог Н. Н. Сиротинин (1939). В соответствии с представлениями автора методика представляет подъем в горы с остановками на высотах 2000, 3000, 3700, 4300 м над уровнем моря с пребыванием на каждой высоте около недели и более. Тренировки в барокамерах с целью повышения высотной устойчивости человека были обоснованы работами В. В. Стрельцова (1933), П. И. Егорова (1936), А. П. Аполлонова (1938), И. Р. Петрова (1949). Степень повышения устойчивости к гипоксии при барокамерных подъемах существенно не отличается от таковой в результате высокогорной адаптации на тех же высотах и с той же продолжительностью. В условиях барокамеры рационально создавать режимы, при которых адаптация ведется с постепенным нарастанием высоты до относительно больших величин и значительными колебаниями барометрического давления на протяжении суток.

Одним из важных направлений повышения устойчивости к действию высотной гипоксии можно считать использование фармакологических средств.

В большинстве случаев антигипоксический эффект фармакологических средств значительно маскируется основным свойством. Фармакологические средства, способные уменьшить или ликвидировать последствия кислородного голодания и не обладающие при этом иными свойствами, выделены в особую группу — антигипоксанты. В зависимости от тяжести гипоксии антигипоксанты повышают не только пассивную резистентность человека к гипоксии, но и активную адаптацию к ней с сохранением работоспособности.

Исходя из механизмов действия, существующие в настоящее время антигипоксанты могут быть разделены на 2 большие группы: препараты, улучшающие кислородотранспортную функцию крови, и препараты, действующие на клеточном уровне. Транспорт кислорода во многом зависит от кислородной емкости крови, способности гемоглобина захватывать кислород в легких и отдавать его в тканях, а также от состояния циркуляторной системы. Сущность антигипоксантов, действующих на клеточном уровне, заключается в повышении эффективности использования кислорода для продукции макроэргов, что принципиально можно достичь за счет снижения кислородного запроса в тканях путем активации механизмов анаэробной продукции АТФ и глюконеогенеза, за счет формирования искусственных редокс-систем и путем стабилизации биологических мембран, в первую очередь, митохондрий, играющих ведущую роль в синтезе макроэргов. Среди современных антигипоксантов можно выделить натрия оксипутират, парацетам, амтизол.

Важную роль в повышении устойчивости организма к гипоксии играет соблюдение рационального режима труда и отдыха человека, а также правильно организованное питание. Пребывание в высокогорных районах влияет на различные стороны обмена веществ. Одним из частых следствий токсического состояния является развитие кетоза, которое подавляется обильным употреблением углеводов и, наоборот, усиливается при приеме пищи, богатой жирами. Рациональное составление высокогорного пайка должно основываться на следующих принципах: обильное применение легко усваивающихся углеводов, ограничение в жирной пище, применение продуктов с высоким содержанием белков в небольших количествах.

Повышение устойчивости к гипоксии дает занятие спортом, особенно такими его видами, которые развивают выносливость, а также общая физическая тренировка, проводимая как при нормальном барометрическом давлении, так и на умеренной высоте. Из физических факторов следует обратить внимание на гипотермию, существенно повышающую устойчивость организма к гипоксии, на чем основывается ее применение в клинической практике.

Из рассмотренных методов повышения устойчивости организма к дефициту кислорода особенно следует выделить адаптацию к гипоксии, которая достигается тренировкой и может расцениваться как наиболее физиологический способ. Способность организма переносить различные степени кислородного голодания относится к числу эволюционно древних и наиболее совершенных средств адаптации. Особенности реакции на гипоксию во многом характеризуют приспособительные возможности организма при действии различных неблагоприятных факторов. Тренирующее действие гипоксии оказалось перспективным

методом не только для повышения устойчивости к недостатку кислорода, но и для профилактики и лечения ряда заболеваний. Гипо- и нормобарическую гипоксию можно с успехом использовать для коррекции функциональных состояний, повышения устойчивости к факторам полета, медицинской реабилитации летного состава. Лечебные барокамерные подъемы проводятся 10–25-дневными курсами. Одним из главных принципов гипобаротерапии является постепенное наращивание высоты до физиологического плато. В основе положительного эффекта лечебных подъемов в барокамере лежит повышение неспецифической резистентности организма, расширение его адаптационных возможностей, стимулирование механизмов транспорта и утилизации кислорода.

ГЛАВА 6. Пониженное барометрическое давление

Авиационные полеты неизбежно связаны с воздействием на организм летчика изменяющегося барометрического давления атмосферы, давления в кабине ЛА или в высотном снаряжении при изменении высоты полета или разгерметизации. Понижение давления обозначают термином декомпрессия, а повышение — компрессия.

6.1. Влияние изменений барометрического давления на организм

Изменение барометрического давления как физический процесс характеризуется следующими параметрами: величина, время, скорость и кратность. Под величиной изменения давления понимают амплитуду его вариаций, т. е. разницу между начальным и конечным давлением. Значение этого показателя зависит от типа летательного аппарата и его высотного потолка. Время от начала и до окончания процесса изменения давления может измеряться в пределах от долей секунд до минут и даже часов. Скорость и кратность являются производными от двух первых параметров. Скорость определяется отношением величины изменения давления ко времени. Кратность показывает, во сколько раз уменьшилось или увеличилось давление. Другими словами, это отношение начального давления к конечному.

Давление в герметической кабине самолета регулируется специальным автоматом давления. Оно изменяется постепенно с большей или меньшей скоростью в зависимости от скорости вертикального перемещения самолета. При разгерметизации кабины давление в ней может измениться мгновенно, подобно взрыву. Изменение давления, длящееся более одной секунды, принято относить к медленной декомпрессии или компрессии, а при длительности менее секунды — к взрывной декомпрессии (компрессии). По Ф. Виолетту для взрывной декомпрессии необходимы два условия: 1) коэффициент утечки выше $1/100 \text{ м}^2/\text{м}^3$; 2) отношение давлений больше 2,3.

Изменение барометрического давления в полете ведет к формированию перепада давления в системе «воздух кабины ЛА — воздушная среда, окружающая ЛА». Практически важным является формирование перепадов давления в системе «организм летчика — внутрикабинная воздушная среда», а также перепадов давления в различных точках самого организма.

Чаще всего в организме человека перепад давления возникает при затруднении выравнивания давления газов, содержащихся в полостных органах, не имеющих свободного сообщения с окружающей средой. В зависимости от эволюции ЛА могут формироваться как компрессионные, так и декомпрессионные перепады давления, которые будут являться основным этиопатогенетическим звеном многих нарушений в организме человека, развивающихся при выполнении высотных полетов. В основе нарушения функций организма при изменении барометрического давления лежат три вида процессов:

1. Затруднение выравнивания давления в газосодержащих полостях тела с изменяющимся давлением окружающей среды.
2. Образование свободной газовой фракции в жидких средах и тканях организма.
3. Переход жидких сред организма в парообразное состояние.

В соответствии с названными видами процессов, происходящих при подъеме на высоту, в организме могут произойти серьезные нарушения, объединяемые термином высотные декомпрессионные расстройства.

6.2. ВЫСОТНЫЕ ДЕКОМПРЕССИОННЫЕ РАССТРОЙСТВА

Вследствие понижения барометрического давления при подъеме на высоту происходит формирование декомпрессионных перепадов давления. Если они образуются достаточно быстро и достигают критической величины, то в организме человека развиваются нарушения, именуемые высотными декомпрессионными расстройствами. В зависимости от этиопатогенеза выделяют три группы высотных декомпрессионных расстройств: барокавепатии, высотная декомпрессионная болезнь, высотная парогазовая эмфизема.

В группу барокавепатии входят декомпрессионные расстройства, вызываемые нарушением выравнивания давления газов в полостных органах при изменении внешнего давления. К барокавепатиям относятся: высотный метеоризм, бароотопатия, баросинусопатия, бароденталгия, баротравма легких.

В основе высотной декомпрессионной болезни лежит переход газов, содержащихся в тканях организма, из растворенного в свободное состояние. Причиной этого процесса является формирование декомпрессионного перепада давления в системе «жидкие среды, ткани и органы организма – окружающая воздушная среда».

Высотная парогазовая эмфизема обусловлена формированием значительного перепада давления в системе «жидкие среды, ткани и органы организма – окружающая воздушная среда», при котором вода, содержащаяся в организме, переходит в пар.

Барокавепатии. Высотный метеоризм. В желудочно-кишечном тракте человека содержится определенное количество свободного газа. При подъеме на высоту вследствие уменьшения давления атмосферы на поверхность тела давление газов в желудочно-кишечном тракте становится избыточным. Определенную роль в повышении давления желудочно-кишечных газов играют газы, переходящие из кишечного и желудочного содержимого в свободное состояние. Силой избыточного давления газов стенки желудка и кишечника растягиваются. Это

приводит к местному нарушению гемоциркуляции и раздражению рецепторного аппарата кишечника. С увеличением высоты и ростом декомпрессионного перепада давления данный процесс становится все более интенсивным.

Увеличение объема газов в желудке и растяжение его стенок вызывает, как правило, рефлекторную отрыжку, в результате чего большая часть газа из желудка удаляется. В кишечнике в силу анатомо-функциональных особенностей полного освобождения от газов не происходит. Значительное увеличение объема газов в желудочно-кишечном тракте вызывает механическое и рефлекторное воздействие на организм. Увеличение в объеме желудка и кишечника сопровождается подъемом диафрагмы, снижением жизненной емкости легких, уменьшением их вентиляции, смещением оси сердца к горизонтальной плоскости. Рефлекторные реакции чаще всего протекают по типу висцеро-висцеральных рефлексов и могут вызвать изменения дыхания, частоты сердечных сокращений, кровяного давления, вплоть до развития коллаптоидного состояния.

Субъективные проявления высотного метеоризма варьируют от чувства легкого вздутия живота, проходящего с отхождением газов, до резких труднопереносимых и непереносимых болей в животе. Резкие и труднопереносимые боли, как правило, обусловлены растяжением кишечной стенки. Возникновение и выраженность высотного метеоризма, его течение и исход находятся в прямой зависимости от величины и скорости формирования декомпрессионного перепада давления, степени выраженности алиментарного метеоризма, продолжительности пребывания на высоте.

На высотах до 5000 м симптомы высотного метеоризма чаще всего не обнаруживаются даже при очень быстрых подъемах и продолжительном пребывании на высоте. При полетах на высотах до 8000 м у летчиков в ряде случаев появляется чувство вздутия живота, которое проходит при естественном отхождении газов. По данным ряда авторов, на высоте 9000 м чувство вздутия живота отмечается примерно у 50 % обследованных лиц. На высоте 11 000 м возможно появление болевого синдрома.

Вероятность развития высотного метеоризма тем выше, чем больше выражен алиментарный метеоризм непосредственно перед полетом. Поэтому борьба с алиментарным метеоризмом является важным средством профилактики высотного метеоризма. Перед высотными полетами и подъемами в барокамере следует особо обращать внимание на качество питания и его рациональный режим.

Пищу следует принимать за 1,5–2 часа до начала полетов. В предполетном питании целесообразно избегать употребления продуктов, богатых растительной клетчаткой и способствующих повышенному газообразованию в кишечнике: горох, фасоль, бобы, грибы, огурцы, дыня, редис, ржаной хлеб, квас. Не рекомендуется жирная свинина. Накануне и в дни высотных полетов рекомендуется употреблять высококалорийные и легкоусвояемые продукты: нежирное мясо, творог, сметана, яйца, сыр, рис, макаронные изделия, фруктовые соки, пшеничный хлеб. Следует включать в меню продукты, угнетающие бродильные процессы в кишечнике: кефир, укроп и др. Профилактика высотного метеоризма достигается также своевременным выявлением и лечением летчиков с желудочно-кишечными заболеваниями.

Защитными средствами, предупреждающими или снижающими интенсивность развития высотного метеоризма, являются: герметическая кабина, высотный компенсирующий костюм, оказывающий давление на переднюю брюшную стенку, скафандр. Следует помнить, что метеоризм, возникающий в полете, может быть успешно купирован быстрым спуском на меньшие высоты.

Бароотопатия, баросинусопатия, бароденталгия. Данные виды барокавепатий субъективно проявляются чувством заложенности или болью в области уха, придаточных пазух носа или зуба. Причиной развития этих неприятных ощущений является нарушение выравнивания давления в придаточных полостях носа и полости среднего уха с изменившимся атмосферным давлением при нарушении проходимости каналов, соединяющих названные полости с внешней средой. Зубные боли возникают в плохо запломбированных зубах, когда под пломбой имеется полость, заполненная воздухом. Следует подчеркнуть, что симптомы бароотопатии чаще возникают и достигают большей выраженности не при подъеме на высоту, а при спуске. Это связано с анатомическими особенностями строения евстахиевой трубы, соединяющей полость среднего уха с носоглоткой. Широкая часть трубы обращена в полость среднего уха, а узкая — в полость глотки. Во время спуска с высоты увеличивающееся внешнее давление воздуха прижимает заслонку евстахиевой трубы и сдавливает воздухоносный канал. В результате этого возникает препятствие для поступления атмосферного воздуха в полость среднего уха, и в ней давление остается такое, какое было до спуска, т. е. пониженное по отношению к возросшему при спуске с высоты атмосферному давлению. Под воздействием перепада давления барабанная перепонка прогибается в сторону полости среднего уха, что субъективно ощущается как заложенность. При увеличении перепада давления и растяжении барабанной перепонки возникает болевой синдром. Имеются данные, что острая ушная боль появляется при перепаде давления 60–80 мм рт. ст., а при увеличении перепада давления до 100–200 мм рт. ст. наблюдается разрыв барабанной перепонки. Возникновение зубных болей и болей в придаточных пазухах носа связано с механическим воздействием на нервные окончания расширяющегося при декомпрессии воздуха.

Профилактика данной группы декомпрессионных нарушений заключается в предупреждении, раннем выявлении и лечении летчиков с заболеваниями уха, носа и глотки (острые респираторные заболевания, риниты, отиты, синуситы, ангины и др.), санации зубов, выявлении лиц с нарушением барофункции уха и придаточных пазух носа.

Баротравма легких. Баротравма легких возникает при резком формировании перепада давления в системе «воздушная среда легких – окружающая воздушная среда» и характеризуется повреждением легочной ткани и сосудов из-за их перерастяжения. В авиационной практике баротравма легких чаще всего может образоваться при аварийной разгерметизации кабины самолета по типу взрывной декомпрессии, когда происходит быстрое падение внешнего давления, и во время дыхания кислородом под избыточным давлением при неправильно подогнанном высотном компенсирующем костюме. В этом случае происходит одностороннее некомпенсированное повышение давления в легких. Установлено, что

легочная ткань разрывается при создании компрессионного или декомпрессионного перепада давления более 80–90 мм рт. ст. и увеличении объема легких более чем в 2,3 раза по сравнению с их объемом после нормального вдоха.

Исход баротравмы легких зависит от локализации и степени разрыва легочной ткани и сосудов, от степени развития и локализации аэроэмболов, состава вдыхаемой газовой смеси. Наиболее типичными для баротравмы легких являются такие симптомы, как слабость, болевые ощущения в загрудинной области, усиливающиеся при кашле, кровотечение изо рта, пневмомедиастинум, подкожная эмфизема, неврологическая симптоматика.

Для купирования баротравмы легких показана высокая эффективность применения гипербарической оксигенации (до 2–3 атм). Эффективным защитным средством летчика от баротравмы легких является правильно подогнанный высотный компенсирующий костюм и скафандр, которые в случае разгерметизации кабины в стратосфере создают на туловище давление, равное внутрилегочному, и этим препятствуют чрезмерному расширению грудной клетки и перерастяжению легких.

Высотная декомпрессионная болезнь. Под высотной декомпрессионной болезнью понимают патологическое состояние организма, развивающееся вследствие понижения давления атмосферного воздуха при подъеме на высоту и образования в тканях газовых пузырьков. Синонимами данного термина являются «декомпрессионная болезнь летчиков», «аэроэмболизм», «субатмосферная декомпрессионная болезнь» и др. Закономерно высотная декомпрессионная болезнь начинает проявляться после подъема на высоту 7000 м или при понижении давления в герметической кабине самолета до этого уровня и ниже. В основе этиопатогенеза высотной декомпрессионной болезни лежат нарушения кровообращения, возникающие при появлении в крови и тканях организма пузырьков газа. Причиной перехода газов из растворенного состояния в газообразное является формирование декомпрессионного перепада давления в системе «жидкие среды, ткани и органы организма – окружающая воздушная среда».

В нормальных условиях между парциальным давлением газов (O_2 , CO_2 , N_2 и др.) в легких и их напряжением в тканях и жидких средах организма существует динамическое равновесие. При подъеме на высоту и понижении давления окружающего воздуха это динамическое равновесие нарушается, так как напряжение газов, растворенных в организме, перестает быть уравновешенным понизившимся атмосферным давлением. Возникает состояние газового перенасыщения организма, особенно азотом, который принимает участие в газообмене и на долю которого приходится основная часть общего напряжения газов в жидких средах и тканях организма. Кислород же будет поглощаться тканями, а углекислый газ связываться буферными системами. Пока перепад давления невелик, растворенный в организме азот может находиться в пересыщенном состоянии. Возникающие пузырьки газа при более значительном уменьшении давления вследствие своего малого размера и высокого в них давления будут не жизнеспособны. Газ из них будет диффундировать в окружающую среду. В целом процесс диффузионного обмена азота между организмом и окружающей средой будет идти в направлении клетки тканей – кровь – альвеолярный воздух – внешняя среда. Ко-

гда декомпрессионный перепад давления достигает критического уровня, азот, растворенный в организме, переходит в свободную газовую фракцию — образуются газовые пузырьки. Эти пузырьки будут постепенно увеличиваться в размере вследствие поступления в них азота из жидких сред до установления нового газового равновесия.

Установлено, что при снижении барометрического давления различные ткани организма могут в разной степени удерживать газы в пересыщенном состоянии. Для характеристики этой способности используется показатель, называемый коэффициентом пересыщения, — отношение напряжения растворенного в тканях газа (азота) к окружающему давлению внешней среды. Наименьший коэффициент пересыщения у лимфы и серозной жидкости (2,2–2,5), а наибольший — у жировой ткани (более 3,2). Для целого организма коэффициент пересыщения составляет 2,2. Это означает, что если напряжение азота и других газов в тканях организма после декомпрессии будет больше в 2,2 раза внешнего давления, то насыщение организма от азота будет проходить с образованием газовых пузырьков. Такие условия создаются при достаточно быстром подъеме на высоту 7000 м и более.

Процессу образования газовых пузырьков способствуют так называемые газовые микророзодыши — микрополости, постоянно находящиеся на поверхности гидрофобных тканей, в местах турбулентных зон кровотока, в образующихся при сокращении мышц микроучастках с отрицательным давлением. В этих участках при температуре тела 37 °С и давлении 47 мм рт. ст. происходит локальное вскипание жидкости. Микрополости заполняются паром, азотом и другими газами, приобретают стабильность и превращаются в газовые зародыши. Газовые зародыши растут за счет диффузии в них газов из жидкости, слияния друг с другом и превращаются в газовые пузырьки. Газовые пузырьки также постепенно увеличиваются в размере, их поверхность обволакивается белками, липидами и другими веществами, взвешенными в крови. Газовые пузырьки, достигнув диаметра капилляра, затрудняют циркуляцию или даже приводят к стазу крови. При развитии аэроэмболии на поверхности газовых эмболов оседают форменные элементы крови, повышается вязкость крови. В результате внутри сосудов могут формироваться аэротромбы.

Наиболее интенсивное образование газовых пузырьков происходит в тканевых капиллярах, т. к. именно сюда переходят растворенные в тканях газы при формировании декомпрессионного перепада давления. Газовые пузырьки при критическом пересыщении образуются не только в крови, но и в лимфе, серозной, синовиальной и других жидкостях. Они могут возникать в клетках различных органов. Газовые пузырьки, образующиеся в клетках паренхиматозных органов, могут вызывать их деструкцию. При образовании газовых пузырьков в жировых клетках может произойти разрушение последних. В этом случае возникает вероятность развития жировой эмболии.

Развитие высотной декомпрессионной болезни зависит от высоты, кратности и скорости декомпрессии, времени пребывания на высоте. Увеличение высоты, а также кратности декомпрессии приводит к возрастанию вероятности развития высотной декомпрессионной болезни. При пребывании в состоянии покоя на высоте

8000 м в течение двух часов высотная декомпрессионная болезнь проявляется в 5–6 % случаев. Нахождение на высоте 12 000 м при прочих равных условиях приводит к возникновению высотной декомпрессионной болезни в 24–26 % случаев. По данным многих исследователей, чем выше скорость декомпрессии, тем больше вероятность развития высотной декомпрессионной болезни.

Развитию высотной декомпрессионной болезни способствуют низкая температура, гипоксия, гиперкапния, физическая нагрузка, избыточная масса тела, возраст. Проявления высотной декомпрессионной болезни разнообразны и зависят от локализации, количества и размеров газовых пузырьков в организме. Наиболее частыми формами высотной декомпрессионной болезни являются кожные парестезии, суставные и мышечно-суставные боли.

Кожные парестезии проявляются в виде кожного зуда, жжения. На коже в местах зуда может появиться гиперемия, мраморность, отек. Эта форма высотной декомпрессионной болезни, так же как и суставные боли, в большинстве случаев переносится легко, без существенного нарушения работоспособности. Боли чаще всего локализуются в крупных суставах (коленных, плечевых) и носят тупой характер. На втором месте по частоте проявления болей стоят мышцы и сухожилия. Чаще всего боль возникает в местах перехода мышц в сухожилия и в областях прикрепления сухожилий к костям. Появившись, суставные боли быстро нарастают. Однако в большинстве случаев на высотах до 11 000 м они переносятся достаточно легко. На больших высотах частота случаев сильных суставных и мышечно-суставных болей возрастает. В отдельных случаях могут возникнуть резко выраженные непереносимые боли, требующие немедленного спуска на меньшие высоты. Обычно суставные и мышечно-суставные боли исчезают при спуске на высоты менее 7000 м.

Одной из возможных форм высотной декомпрессионной болезни является высотный кашель. В этих случаях требуется немедленный спуск на меньшие высоты. Высотный кашель как форма высотной декомпрессионной болезни встречается нечасто. Еще реже могут появляться загрудинные боли, напоминающие приступы стенокардии. Редкими, но грозными проявлениями высотной декомпрессионной болезни являются неврологические и циркуляторные расстройства. Они наблюдаются при газовой эмболии сосудов головного и спинного мозга, венечных артерий сердца. В симптоматике ведущее место будет принадлежать зрительным нарушениям, развитию парезов, параличей, судорог, сердечно-сосудистой недостаточности, коллапса.

По характеру и тяжести течения выделяют легкую, среднюю и тяжелую формы высотной декомпрессионной болезни. Легкая форма ВДБ характеризуется кожными парестезиями или мышечными и мышечно-суставными болями. Для ВДБ средней тяжести типичны трудно переносимые мышечно-суставные боли и высотный кашель, протекающий в виде приступов. Тяжелая форма ВДБ характеризуется развитием циркуляторных и неврологических расстройств.

Основными способами профилактики высотной декомпрессионной болезни являются использование герметических кабин и предварительная десатурация (рассыщение) организма от азота путем вдыхания чистого кислорода. В организме человека содержится в растворенном состоянии около 1 литра азота. При

дыхании чистым кислородом парциальное давление азота в альвеолярном воздухе резко снижается. Это, в свою очередь, приводит к тому, что азот начинает из организма выделяться во внешнюю среду по пути ткани – кровь – альвеолярный воздух – внешняя среда. В первые 10–20 мин дыхания кислородом скорость выведения азота наиболее высока, а затем она несколько замедляется. За 1 час дыхания кислородом в наземных условиях организм теряет примерно 50 % растворенного в тканях азота. Для десатурации организма от азота на 95–97 % требуется около 9–12 часов. Во время полета в герметической кабине поддерживается режим давления 200–560 мм рт. ст. Кроме этого, дыхание чистым кислородом в полете приводит к частичной десатурации организма от азота, что снижает вероятность возникновения высотной декомпрессионной болезни при разгерметизации кабины на высотах более 7000 м. При проведении барокамерных подъемов летного состава на высоты более 7000 м в целях профилактики развития высотной декомпрессионной болезни используется предварительная десатурация организма от азота посредством дыхания в течение одного часа чистым кислородом.

Исход высотной декомпрессионной болезни, развившейся в полете, в подавляющем большинстве случаев благоприятный. Признаки ее, как правило, исчезают при снижении внутрикабинной «высоты» до 7000 м и менее. При более стойких симптомах высотной декомпрессионной болезни необходимо проведение этиопатогенетической терапии методом гипербарической оксигенации. При развитии циркуляторных и других расстройств применяется симптоматическая терапия.

Высотная парогозовая эмфизема. Этот вид высотных декомпрессионных расстройств обусловлен закипанием жидких сред организма (крови, лимфы, межтканевой жидкости) при снижении барометрического давления до уровня упругости насыщенных водяных паров при температуре тела, то есть до 47 мм рт. ст. и меньше. Такие условия складываются на высотах более 19 000 м.

Переход жидкости в пар происходит в первую очередь на участках организма с низким гидростатическим и внутритканевым давлением: в рыхлой жировой клетчатке, крупных венах и лимфатических сосудах, полостях желудка, плевры, перикарда. В образовавшиеся пузыри водяного пара диффундируют газы: азот, кислород, углекислый газ и др. Парогозовые пузыри вызывают отслоение кожи на шее, вокруг глазниц, тыла кистей рук и стоп ног, в некоторых других областях.

Имеются данные, что высотное кипение происходит только в межклеточной и свободной жидкости тела и не затрагивает клеточной структуры. Учитывая этот факт, а также отсутствие термического эффекта, при развитии высотной парогозовой эмфиземы повреждения клеток и тканей не наблюдается. При спуске на высоты менее 19 000 м пар переходит в воду, и образовавшиеся подкожные деформации достаточно быстро уменьшаются и исчезают совсем.

Надежным средством защиты летного состава от развития высотной парогозовой эмфиземы является герметическая кабина, а в случаях ее разгерметизации — высотное снаряжение, включающее высотный компенсирующий костюм, гермошлем, высотные компенсирующие перчатки и носки. Высотное снаряжение в случаях разгерметизации кабины ЛА оказывает давление на всю поверх-

ность тела летчика и этим препятствует созданию декомпрессионного перепада давления до величин, при которых наблюдается закипание жидкости.

ГЛАВА 7. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЛЕТЧИКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПОЛЕТА. ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

7.1. ПИЛОТАЖНЫЕ ПЕРЕГРУЗКИ

Стремительное развитие авиации в XX веке, особенно появление реактивной авиации, привело к тому, что в системе «человек – самолет – среда» человек стал слабым звеном. Поэтому во всем мире стали искать пути повышения переносимости летчиком динамических факторов полета, особенно пилотажных перегрузок. Одним из путей решения этой проблемы явилось создание беспилотных ЛА. Однако техника пока не в состоянии в считанные секунды принять решение в нестандартной ситуации, следовательно, одним из перспективных направлений в развитии авиационной техники остается развитие техники, адаптированной к летчику.

Пилотажные (длительно действующие) перегрузки являются существенно важным фактором профессиональной деятельности летчиков истребительной и в меньшей степени вертолетной авиации и возникают при выполнении в полете фигур сложного и высшего пилотажа.

Физическая характеристика. Перегрузки обычно связаны с линейным ускорением и возникают при совместном действии гравитационных и инерционных сил в виде относительного изменения (увеличения) веса тела. Величина перегрузки измеряется в относительных величинах увеличенного (по отношению к земному) веса тела, а векторное направление всегда противоположно направлению действующего ускорения.

По направлению различают перегрузки продольные («голова – таз» + G_z и «таз – голова» – G_z), поперечные («грудь – спина» + G_x и «спина – грудь» – G_x) и боковые (G_y). В современной авиации максимальные значения перегрузок достигают по оси «голова – таз» величины до 6–7 ед., на высокоманевренных самолетах — до 9–10 ед. По времени действия максимальная перегрузка в одном маневре длится в пределах от 3–4 с до 30–40 с, а при выполнении пилотажного комплекса продолжительность воздействия достигает 10–15 мин. Критичным также для летчика считают градиент нарастания перегрузки, диапазон изменения которого находится в пределах от 0,5 ед./с до 10 ед./с, при этом максимальные значения более характерны для летчиков высокоманевренных военных и спортивных самолетов. Повторность воздействия характеризуется числом перегрузок за 1 полет, числом полетов на сложный пилотаж за летную смену, неделю, месяц, год и более. На современных самолетах нередко встречаются знакопеременные ($\pm G_z$) перегрузки, а на сверхманевренных в будущем можно ожидать появления боковых перегрузок величиной до 2–3 ед.

Физические эффекты пилотажных перегрузок на организм летчика обусловлены возникновением перепада гидростатического давления крови, деформации (растяжения, сжатия) эластических структур, повышенной нагрузки на костно-мышечный аппарат. Субъективно перегрузка воспринимается летчиком как увеличение веса тела и отдельных его частей, затруднение дыхательного акта и рабочих движений, особенно в крупных суставах. Сидячая поза летчика, вертикальная ручка управления, привязная система в значительной степени облегчают профессиональную деятельность летчика, однако не предупреждают развития наиболее грозных осложнений — обморочного состояния, а в лучшем случае — частичной или полной потери зрения (серая или черная пелена) при воздействии перегрузок «голова – таз» + Gz.

Физиологические механизмы. Наибольшему физическому воздействию пилотажных перегрузок + Gz подвергается система кровообращения. Главный эффект — увеличение перепада (градиента) гидростатического давления крови, которое в вертикальном положении равно 0 на уровне сердца, отрицательное — на уровне головы и положительное — в нижней половине тела. Поскольку в артериальной системе гидростатическое давление суммируется с гидравлическим, создаваемым работой сердца, то достаточно перегрузки величиной 5–6 ед., чтобы суммарное давление, равное сумме возросшего пропорционального гидростатического давления и положительного гидравлического, на уровне головы упало до нуля. В этом случае создаются условия для возникновения у летчика гравитационного обморока. В нижней половине тела, напротив, венозное и артериальное давление растут пропорционально величине перегрузки + Gz, что приводит к перераспределению объемов крови в нижнюю половину тела с последующим ее депонированием, уменьшением венозного притока к правому сердцу, падением минутного объема и объема циркулирующей крови.

Подобные физические эффекты в интактном организме всегда сопровождаются адаптивными реакциями, которые не ликвидируют полностью неблагоприятные сдвиги, а лишь частично их компенсируют. Такими адаптационными реакциями сердечно-сосудистой системы при воздействии перегрузок являются тахикардия, увеличение сократительной способности миокарда, повышение артериального и венозного сосудистого тонуса. Безусловнорефлекторный характер этих реакций может быть дополнен произвольным увеличением мышечного тонуса за счет сокращения мышц брюшного пресса и нижних конечностей. Подобный защитный эффект мышечного напряжения наблюдается особенно часто при действии больших перегрузок + Gz величиной 7 ед. и выше.

Весьма ранимой при действии перегрузок у летчика является функция зрения, играющая наиболее важную роль в поступлении летчику полетной информации. Нарушения контрастной, световой и цветовой чувствительности при перегрузках + Gz начинаются задолго до наступления зрительных расстройств, а последние, в свою очередь, опережают, как правило, обморочное состояние за 4–6 с или 1–1,5 ед. до его возникновения. Причиной серой пелены считают падение в сосудах сетчатки диастолического давления, а черной пелены — падение систолического до уровня 15–20 мм рт. ст., равного внутриглазному давлению. Благодаря этому чисто физическому эффекту, появление зрительных нарушений

у летчика является сигналом, предупреждающим о возможности потери сознания, что позволяет ему принять соответствующие профилактические меры, в основном, за счет экстренного снижения перегрузки, дополнительного мышечного напряжения ног и брюшного пресса, а также подключения дыхательных противоперегрузочных приемов.

В основе тяжелого нарушения ЦНС — гравитационного обморока — лежит циркуляторная гипоксия головного мозга. Это состояние характеризуется последовательными фазами: предобморочным состоянием, полной потерей сознания, периодами неполного и полного восстановления. Гравитационный обморок сопровождается полной потерей работоспособности длительностью 30–40 с, частично судорогами, дезориентацией, неадекватными действиями, ретроградной амнезией и нередко приводит к АП. Предупреждение обморочных состояний в маневренном полете является одним из важнейших элементов системы активной безопасности и обеспечивается летной подготовкой, высоким уровнем функционального состояния, автоматической диагностикой опасного состояния летчика, специальной медицинской подготовкой.

Типичными изменениями дыхательной функции является снижение альвеолярной вентиляции за счет снижения дыхательного объема, не компенсирующееся учащением дыхания, а также ухудшение газообмена в легких за счет циркуляторных расстройств в малом кругу. Это приводит к уменьшению концентрации оксигемоглобина крови, что, в свою очередь, усугубляет циркуляторную гипоксемию, лежащую в основе нарушений функций зрения и ЦНС. Субъективные ощущения затруднения дыхания в отдельных случаях могут приводить к его задержке, которая в сочетании с повышенным давлением в легких может создавать защитный противоперегрузочный эффект.

Влияние перегрузок на мышечную систему проявляется в затруднении рабочих движений, повышенной нагрузке на антигравитационные мышцы и полную мускулатуру, а также в резком усилении мышечного энергогазообмена. Наиболее важной особенностью считается возможность создания произвольного мышечного напряжения мышц ног и брюшного пресса, а также дыхательных мышц с целью повышения устойчивости к перегрузке.

7.2. УДАРНЫЕ ПЕРЕГРУЗКИ

Физическая характеристика. Эффект ударных ускорений объясняется проявлением инерционных свойств массы тела и находит свое отражение в понятии «перегрузка», которая численно выражается в единицах, кратных ускорению силы тяжести, и показывает, во сколько раз увеличивается вес тела в момент ускорения. Эффекты перегрузок проявляются рядом физиологических указателей, отражающих состояние системы кровообращения (АД, ЭКГ, минутный и ударный объем крови), системы дыхания (частота, минутный объем дыхания), нервной системы (пороги болевой и тактильной чувствительности, время сенсомоторной реакции), мышечной системы (тонус мышц и сила мышечного сокращения), а также сопряжены с изменением биохимических показателей. Наиболее выраженные функциональные изменения возникают при наличии механических повреждений тканей и органов. В остальных случаях они носят при-

ходящий характер и связаны с эмоциональным стрессом, предшествующим ударному воздействию. Отличительными особенностями ударных перегрузок являются кратковременность их действия (от 0,01 до 3 с) и значительная величина (от 10 до 50 ед.). По всем указанным характеристикам ударные перегрузки существенно отличаются от пилотажных.

По направлению действия относительно оси тела перегрузки делят на продольные ($\pm n_y$), поперечные ($\pm n_x$) и боковые ($\pm n_z$). Переносимость этих перегрузок различается в зависимости от повреждений, выраженность которых определяется величиной воздействия (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Структурные и функциональные изменения, ограничивающие предел переносимости ударных перегрузок

Направление перегрузки	Структуры тела, ограничивающие переносимость	Структурные и функциональные изменения
«Голова – таз» + n_y	Грудной и поясничный отделы позвоночника	Подвывихи позвонков, образование дисковых грыж, сдавления корешков спинномозговых нервов, переломы тел позвонков и суставных отростков
«Таз – голова» – n_y	Головной мозг, орган зрения, внутренние органы	Кровоизлияния сосудов головного мозга и сетчатки, зрительные расстройства, кровоизлияния сосудов внутренних органов
«Грудь – спина» + n_x	Внутренние органы	Изменения со стороны сердечно-сосудистой системы и дыхания, кровоизлияния сосудов и разрывы связок внутренних органов
«Спина – грудь» – n_x	Шейный и верхнегрудной отделы позвоночника, внутренние органы	Кровоизлияния в глубокие и поверхностные паравертебральные мышцы, связки, суставные капсулы, разрывы связок, переломы тел позвонков, подвывихи позвонков, сдавление корешков спинномозговых нервов, шоковые изменения сердечно-сосудистой и дыхательной систем
«Бок – бок» $\pm n_z$	Шейный отдел позвоночника	Подвывихи позвонков, кровоизлияния в мышцы, связки, суставные капсулы, переломы позвонков, сдавление корешков
Сочетанные	Шейный, грудной, поясничный отделы позвоночника, внутренние органы	Подвывихи и переломы, неврологические расстройства, кровоизлияния в мышцы, связки, внутренние органы, шоковые изменения со стороны физиологических функций

Рассматривая структурные и функциональные изменения организма человека в зависимости от параметров ударной перегрузки, необходимо отметить, что масса и жесткость структур тела определяют собственную частоту системы, а количественная характеристика демпфирования определяет выраженность затухания колебаний. В зависимости от соотношения длительности ударной перегрузки и собственной частоты тела выявляется ряд закономерностей. При длительности меньше полупериода собственных колебаний системы усилие в вязкоупругой связи определяется интегралом перегрузки и не зависит от ее величины. Иначе говоря, травмоопасность перегрузки в этом диапазоне будет возрастать не за счет прироста ее величины, а за счет увеличения площади под ударным импульсом. Из этого следует, что существует область безопасных скоростей соударения, независимо от возникающей при этом величины перегрузки.

При длительности больше указанного полупериода усилие в вязкоупругой связи зависит от величины перегрузки и скорости ее нарастания и не связано со скоростью соударения.

Переносимость ударных перегрузок. «Голова – таз». Определение допустимых уровней перегрузок «голова – таз» имеет особое значение для физиологии летного труда. Во-первых, переносимость перегрузок этого направления в существенной мере определяет эффективность использования средств аварийного спасения, поскольку они действуют на летчика в момент катапультирования, вытяжения и раскрытия купола парашюта, приземления, в момент отстрела отделяемых капсул и кабин самолетов, а также при аварийном приземлении вертолетов, самолетов, отделяемых кабин и спускаемых аппаратов. Во-вторых, эксплуатация перечисленных средств спасения показала, что в ряде случаев их применения наблюдаются повреждения позвоночника и связанные с ними неврологические расстройства.

Частота и тяжесть этих повреждений существенно различаются в зависимости от средства спасения, условий его применения и подготовленности летного состава. В-третьих, на переносимость перегрузок данного направления существенно влияют геометрия кресла, жесткость опорных поверхностей, характеристики систем стопорения, фиксации и дотяга, а также характеристики используемого защитного снаряжения (масса защитного шлема, обмундирования, специальной защиты и др.). В-четвертых, существует широкая индивидуальная переносимость перегрузок «голова – таз». Предельно переносимая перегрузка связана обратной зависимостью с массой тела и прямой — с несущей способностью позвоночника. В свою очередь, несущая способность последнего определяется плотностью костной структуры, размерами позвоночника, включающими ширину (площадь) концевой пластинки, и выраженностью его талии. Плотность структуры и размеры поперечного сечения позвонка с возрастом изменяются, снижая его прочность. Эти данные позволяют, используя современные методы определения содержания минеральных веществ в позвоночнике (двухфазную абсорбциометрию, компьютерную томографию), прогнозировать индивидуально переносимую величину перегрузки, что может найти широкое применение в отборе летного состава и космонавтов, а в случае травмирования позволит судить о величине действовавшей перегрузки. Эти данные могут быть использованы при совершенствовании средств спасения. На переносимость перегрузки влияет выраженность дегенеративно-дистрофических изменений в позвоночнике. Различия в переносимости перегрузок составляют пятикратную величину, подчиняясь закону нормального распределения. Возможность повреждений позвоночника даже при перегрузках 10–14 ед. заставляет изыскивать путь к «смягчению» характеристик средств спасения. Полученные данные полностью объясняют наличие в 6,3 % переломов позвоночника при катапультировании с перегрузками 14–16 ед. на кресле ACES-2 из самолетов F-15, F-16, а также возникновение переломов в 10–12 % случаев при использовании катапультирных кресел более ранних модификаций, создающих перегрузку 18–21 ед.

Значимыми параметрами перегрузки, влияющими на возможность травмирования позвоночника, являются ее длительность и потерянная при ударе ско-

рость. Воздействие ударных перегрузок длительностью 0,01–0,09 с приводит к возникновению переломов среднегрудной области (Т₃–Т₈). Увеличение длительности ударного воздействия до 0,12–0,14 с приводит к смещению зоны наиболее вероятного травмирования позвоночника в нижнегрудную область (Т₉–Т₁₁). При длительности ударного воздействия 0,16–0,25 с переломы возникают в области Т₁₂–L₅. Таким образом, анатомический уровень перелома позвоночника связан с длительностью перегрузки, что объясняется соотношением параметров ударного воздействия и периода собственных колебаний позвоночника, увеличивающегося от верхних к нижним отделам. Полученные данные полностью подтверждаются результатами анализа исходов использования средств аварийного спасения.

Классификация повреждений в телах позвонков, вызываемых ударными перегрузками «голова – таз» представлена в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Классификация повреждений в телах позвонков, вызываемых ударными перегрузками «голова – таз» разной интенсивности (Г. П. Ступаков и др., 1997)

Степень повреждения	Характеристика изменений
0А	Нет микроповреждений костной ткани
0Б	Разрушения до 50 % трабекул, соответствующих возникновению трещины замыкательной пластинки тела позвонка, в пределах упругой деформации тела позвонка
1А	Разрушения от 51 до 99 % трабекул, соответствующих возникновению трещины замыкательной пластинки тела позвонка, в пределах пластической деформации тела позвонка
1Б	Трещина замыкательной пластинки без распространения вглубь тела позвонка (минимальная степень перелома)
2	Трещины замыкательной пластинки, распространяющиеся вглубь тела позвонка с внедрением вещества студенистого вещества ядра межпозвонкового диска
3	Образование плотно прилегающих друг к другу отломков и снижение высоты тела позвонка
4	Образование подвижных отломков и более значительное снижение высоты тела позвонка
5	Тотальное разрушение тела позвонка

«Таз – голова». Ударные перегрузки в направлении «таз – голова» возникают при катапультировании летчика вниз или торможении нестабилизированного кресла в воздушном потоке. Признаками, лимитирующими их переносимость, являются неприятные субъективные ощущения, связанные с растяжением позвоночника, особенно его шейного отдела, богатого рефлексогенными зонами, а также с инерционным смещением внутренних органов и жидких сред организма в краниальном направлении. Субъективно воздействие этих перегрузок проявляется в головной боли, боли в области шеи, появлении «мушек» по периферии полей зрения, возникает также чувство тяжести и боль в области верхней части живота. Данные скоростной киносъемки показывают, что смещение тела относительно сиденья кресла составляет 35–40 мм, а головы 50–55 мм. Учитывая относительно небольшую длину шейного отдела позвоночника, его растяжение на 15 мм, т. е. практически 2 мм на каждое межпозвонковое сочленение, представляет собой значительную величину и может сопровождаться растяжением

корешков шейного отдела спинного мозга. Возникающие при этом боковые или ротационные смещения головы могут приводить к нарушениям биомеханики позвоночника, особенно при обратном движении головы. Поэтому каждое воздействие указанных перегрузок требует тщательного обследования шейно-грудного отдела позвоночника и функции зрения. Поскольку воздействие перегрузки в направлении «таз – голова» несвойственно для условий земной гравитации, то и защитные механизмы не так эффективны по сравнению с воздействием перегрузок в других направлениях. В связи с этим переносимые их уровни в полтора раза меньше, чем уровни перегрузок «голова – таз» и в 2,5–3 раза меньше, чем уровни перегрузок «грудь – спина», «спина – грудь».

«Грудь – спина» и «спина – грудь». Перегрузки поперечного направления возникают при торможении катапультных кресел, отделяемых кабин и капсул в потоке или при аварийном приземлении летчика в объектах техники и средствах спасения. При использовании средств фиксации, полностью предупреждающих смещение грудной клетки и головы, переносимые уровни перегрузок «грудь – спина» и «спина – грудь» близки по своим значениям. В этом случае их переносимость лимитируется физиологическими реакциями, возникающими в ответ на сдавливание грудной клетки.

Для сердечно-сосудистой системы критическая скорость перегрузок составляет 10 м/с, а шоковые реакции возникают при значении 14 м/с. По длительности переносимость перегрузок определяется как величиной, так и скоростью ее нарастания. Субъективно перегрузка с большей скоростью нарастания воспринимается как более жесткий удар.

Таблица 7.3

Средства защиты от ударных перегрузок

Сочетанные перегрузки			Воздушный поток
«голова – таз»	«спина – грудь»	«бок – бок»	
Адаптивные системы катапультирования	Механизмы стопорения	Углубленный заголовник	Защита фонарем
Амортизации	Механизм принудительного дотяга плечевого и тазового пояса	Профилированная спинка кресла	Дефлекторы
Амортизация кресла	Оптимизация защитного снаряжения	Боковые упоры на кресле	Защита шторками
Профиль на спинке		Дополнительная боковая фиксация привязной системой	Ограничители разброса рук и ног
Средства, обеспечивающие принятие оптимальной позы в кресле	Устройства, предупреждающие кивок головы	Стопорение и принудительный дотяг	

«Бок – бок». Допустимые значения перегрузок бокового направления занимают промежуточное положение между перегрузками продольного («голова – таз») и поперечного («грудь – спина», «спина – грудь») направлений. Отсутствие боковой фиксации приводит к выраженному кивку головой в боковом направлении. Этот кивок не физиологичен и поэтому может приводить к нарушению биомеханики в шейном отделе позвоночника. Исследования с помощью компьютерной томографии свидетельствуют, что нарушение биомеханики в виде ротации

одного или двух смежных позвонков может происходить как в верхне-, так и в нижнешейном отделах. Болевые ощущения при этом, если не применить сразу методы биодинамической коррекции, могут сохраняться до 7–14 суток. Использование для фиксации только одного поясничного ремня приводит к еще большему снижению допустимого уровня перегрузки. При этом могут возникать нарушения биомеханики позвоночника в грудном и поясничном его отделах. Эти данные свидетельствуют о необходимости тщательной подгонки систем фиксации и разработки дополнительных устройств, предотвращающих боковое смещение.

Сочетанные перегрузки. Критерием оценки переносимости перегрузок продольного, поперечного и бокового направлений служит интегральный показатель, включающий совокупность физиологических, биомеханических, клинических и других проявлений с учетом их значимости. Основными неблагоприятными признаками являются нарушения биомеханики в шейном и верхнегрудном отделах позвоночника, сопровождающиеся болевыми ощущениями и физиологическими изменениями со стороны сердечно-сосудистой системы, свидетельствующими о начале возникновения шоковых реакций. Действие сочетанной перегрузки приводит к неравномерному асимметричному погружению опорного скелета, что сопровождается смещением позвонков относительно друг друга и отклонением позвоночника относительно спинки кресла. В целом, сочетанное воздействие снижает переносимость перегрузки «голова – таз», прогрессирующей в зависимости от соотношения вектора перегрузки и вертикального вектора скорости. Зоны предельно допустимых сочетанных перегрузок строятся по равноэффективному значению перегрузки «голова – таз» и результирующему вектору перегрузки.

7.3. СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ПРОТИВОПЕРЕГРУЗОЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Защита летного состава от ударных перегрузок проводится по 3 направлениям: организационные мероприятия, технические мероприятия, медицинские мероприятия.

К организационным мероприятиям относятся мероприятия, направленные:

- на регламентирование (нормирование) параметров, действующих на человека ударных перегрузок при эксплуатации авиационной техники;
- создание требований к средствам противоперегрузочных защитных устройств членов экипажа и пассажиров ЛА;
- регламентирование режима труда и отдыха летного состава, на который действуют УП;
- обучение действиям, направленным на снижение неблагоприятного влияния УП.

Технические мероприятия заключаются, прежде всего, в создании индивидуальных (например, амортизационные кресла и привязная система) и коллективных противоперегрузочных защитных устройств (например, энергопоглощающие шасси вертолетов).

Медицинские мероприятия включают в себя, главным образом, меры первичной и вторичной профилактики, призванные предотвратить или уменьшить неблагоприятный эффект ударных перегрузок на этапе последствия. Это,

прежде всего, медицинский отбор лиц, устойчивых к ударным воздействиям, приемы медицинской и психологической реабилитации лиц летного состава, подвергнутых или систематически подвергающихся действию УП. Непосредственно к этому направлению примыкает ранняя диагностика возможных неблагоприятных эффектов УП для их своевременного лечения.

В настоящее время ведущую роль в защите от перегрузок экипажей ЛА играют технические мероприятия и непосредственно связанные с ними организационные мероприятия, а медицинским мероприятиям принадлежит вспомогательная роль.

Комплекс защиты, направленный на повышение безопасности маневренных полетов и сохранение профессионального здоровья летчиков, включает в себя:

- профилактические мероприятия;
- специальную медицинскую подготовку;
- физические средства защиты,
- физиологические методы;
- пилотажную подготовку;
- комплексные методы, состоящие из различных сочетаний физических и физиологических средств.

К профилактическим мероприятиям относятся контроль за соблюдением режима труда, отдыха и питания, полноценным питанием, физическим развитием, меры по профилактике перегревания, утомления, грамотной эксплуатации противоперегрузочного снаряжения, контроль за функциональным состоянием и уровнем здоровья летчика в межполетном и предполетном периодах.

Оценка переносимости. Устойчивость летчика к пилотажным перегрузкам можно определить в полете или на центрифуге (малодоступный метод). Основной критерий — появление серой пелены. Уровень устойчивости летчика по этому признаку колеблется в широких пределах (от 3 до 10 ед.) в зависимости от параметров воздействующей перегрузки, индивидуального состояния летчика, используемых средств и способов противоперегрузочной защиты и других условий профессиональной деятельности. В относительно благоприятных условиях полета средняя устойчивость примерно $\frac{2}{3}$ летчиков находится в пределах 6,5–8,5 ед. Значительное (на 1–1,5 ед. и более) снижение индивидуальной устойчивости к перегрузкам у летчика встречается при отключении (отсутствии) ППК, выраженном перегревании или утомлении, остром заболевании, расслаблении мышц ног и брюшного пресса, низком уровне летной подготовки.

Очень важным является выносливость летчика к длительным статическим напряжениям мышц ног и брюшного пресса, для её оценки используют разработанный С. Д. Мигачевым и М. Н. Хоменко специальный стенд-тренажер «Статозргометр».

Комплексное применение средств и способов противоперегрузочной защиты позволяют повысить устойчивость летчика к пилотажным перегрузкам в 2–2,5 раза.

Специальная медицинская подготовка. Включает техническое ознакомление летчика с особенностями воздействия перегрузок на организм, выработку навыков работы с защитным спецснаряжением, тренировку на центрифуге. Теоретическая подготовка летного состава предусматривает ознакомление с физио-

логическим влиянием перегрузок на организм и функциональные системы летчика, значением различных факторов и условий летной деятельности для сохранения высокой устойчивости к перегрузкам, конструкцией и особенностями эксплуатации противоперегрузочного снаряжения, эффективным применением защитных противоперегрузочных приемов, специальными видами тренировки и применением реабилитационных мероприятий, мерами безопасности при выполнении полетов с большими перегрузками.

Отработку навыков эксплуатации противоперегрузочного снаряжения и применения защитных противоперегрузочных приемов проводят на центрифуге или на специально оборудованном статоэргометре. С помощью цикла тренировки на центрифуге за одну неделю можно добиться повышения устойчивости к пилотажным перегрузкам на 2 ед. и выше, т. е. такого же эффекта, как после 2–3-месячной интенсивной пилотажной подготовки.

Физические средства защиты. К ним относятся: противоперегрузочное снаряжение (ППУ), дыхание под избыточным давлением и увеличением угла наклона спинки кресла назад от вертикали и иммерсионные системы.

В качестве противоперегрузочного снаряжения в авиации получили широкое распространение автономные ППК (противоперегрузочные костюмы) камерного типа, создающие противодействие на мышцы ног и брюшного пресса с целью уменьшения депонирования крови в нижней половине тела. Реже применяют встроенные в ВКК противоперегрузочные устройства камерного или дутикового типа. Последнее основано на создании повышенного натяжения ткани с помощью специальных дутиков — трубчатых камер, располагающихся на боковых поверхностях ВКК в области ног и живота. Создаваемое ППУ противодействие на тело растет пропорционально величине перегрузки, максимально до 0,5–0,6 кгс/см, что обеспечивает и защиту от перегрузки, и профилактику гемодинамических расстройств в нижней половине тела. Давление на нижнюю часть тела ведет к увеличению трансмурального давления, повышению периферического сосудистого сопротивления и уменьшению депонирования крови в емкостных сосудах нижних конечностей и живота. Важным является также то, что давление брюшной камеры на стенку живота препятствует опусканию диафрагмы. Применение ППК способствует нормализации регионарного кровообращения печени, почек, селезенки, поджелудочной железы и желудка. Все это удерживает давление в сонной и височной артериях на более высоком уровне, улучшает приток крови к мозгу и сердцу, более длительно и при больших величинах перегрузок сохраняет зрение, нормальную сердечно-сосудистую и условнорефлекторную деятельность, энерготрату, работоспособность.

Результаты испытаний показали, что устойчивость человека к перегрузкам при соблюдении инструкций по эксплуатации ППК повышается на 1,5–2,5 Gz.

Дыхание кислородом под избыточным давлением. Одним из факторов в патогенезе нарушений при действии ускорений является расстройство функции внешнего дыхания и кровообращения, ведущие к гипоксемии и гипоксии. Дыхание чистым кислородом при нормальном давлении или газовой смесью под повышенным давлением значительно повышает устойчивость к ускорениям. Насыщение крови кислородом при этом поддерживается на более высоком

уровне. Использование компенсированного дыхания под повышенным давлением (50 мм рт. ст.) дает существенное увеличение времени переносимости ускорений сложного профиля, близкого по характеристикам условиям воздушного боя, уменьшает степень выраженности утомления и отодвигает время его наступления. Избыточное внутригрудное давление через полости сердца, аорту и сонные артерии передается на внутричерепные сосуды, повышает в них давление крови, в том числе в сосудах сетчатки, улучшает ее кровоснабжение и тем самым отодвигает наступление отрицательных расстройств при длительно действующих сложного профиля положительных перегрузках (М. А. Тихонов и др., 1983).

В последнее время избыточное давление, используемое с компенсацией внешним давлением применительно к сложным профилям ускорений с высокими величинами, значительно превышает рекомендации (2–3 мм рт. ст. на единицу ускорения) и доходит до 70 мм рт. ст. Внешняя компенсация повысила эффективность метода. Вместе с тем некоторые авторы весьма сдержанно относятся к перспективе дыхания под избыточным давлением с целью повышения устойчивости человека к ускорениям. Дыхание чистым кислородом при одновременном действии ускорений вызывает неблагоприятное последствие, сходное по клинической картине с кислородным отравлением. Все это позволяет полагать, что более рационально использовать не 100 % O_2 , а дыхательную смесь, включающую лишь 50 % кислорода.

Поза человека и угол наклона спинки кресла. Для сохранения мозгового кровообращения при действии положительных перегрузок важным является уменьшение высоты столба циркулирующей крови, поэтому любой прием, который будет сокращать расстояние по вертикали между сердцем и мозгом, явится эффективным для сохранения зрения и сознания; поза, уменьшающая депонирование крови в нижней части тела, способствует сохранению объема циркулирующей крови. Хорошо известно, что устойчивость человека к поперечным ($\pm G_x$) перегрузкам значительно выше, чем к продольным ($\pm G_z$). Эти исходные положения используются при конструировании кресел применительно к современным высокоманевренным самолетам.

Опытным путем было установлено, что оптимальным наклоном спинки кресла с учетом рабочей деятельности летчика является угол 65° по отношению к вектору ускорения. При этом для оптимизации деятельности летчика целесообразно изготавливать кресла с изменяющимся углом наклона спинки от гравитационной вертикали от 17° до 65° , что может быть обеспечено рядом технических решений. Увеличение угла наклона спинки кресла с 13° до 65° ведет к значительному повышению резистентности к длительному воздействию перегрузок боевого маневрирования. В то же время данный метод пока не нашел применения в авиационной практике в связи с низкой эргономичностью.

Иммерсионные системы. К. Э. Циолковский (1891) предложил повысить переносимость перегрузок с помощью иммерсионных систем. Так, если погрузить человека в специально изготовленный контейнер с жидкостью и использовать дыхательную аппаратуру, то устойчивость к перегрузкам повышалась до $+16 G_z$. При этом эффективность в известной мере определяется глубиной по-

гружения в воду. Однако у испытуемых отмечались боли в животе и наблюдались небольшие повреждения в лобных синусах.

Несмотря на высокую эффективность этого метода, его практическое использование на современных ЛА неосуществимо из-за большой сложности и громоздкости иммерсионных систем, а также резкого ограничения возможности по наблюдениям и управлению самолетом. Все это заставляет, не отказываясь от самого принципа разработки защиты от ускорений с помощью гидросистем, изыскивать и другие методы решений этой сложной проблемы.

Физиологические методы:

- закаливание организма и физическая тренировка;
- тренировка на центрифуге (или в полете на самолете со спаренным управлением);
- мышечное напряжение;
- маневры (М-1, Л-1);
- неспецифическое повышение устойчивости путем адаптации к гипоксии;
- применение фармакологических средств;
- отбор высокоустойчивых лиц.

Общее закаливание и методы физической тренировки. Общее закаливание организма и специальные физические упражнения, направленные на совершенствование механизмов регуляции кровообращения и дыхания, укрепление мышц брюшного пресса и ног, выработка навыков переключения дыхания с «брюшного» типа на «грудной» и, наоборот, способность к длительному тоническому напряжению отдельных групп мышц — все это повышает переносимость летчиками ускорений. Более устойчивы к поперечно направленным перегрузкам (+Gx) гимнасты, борцы, штангисты и спринтеры, т. е. представители тех видов спорта, арсенал двигательной активности которых характеризуется субмаксимальной и максимальной интенсивностью работы, наличием упражнений силового и скоростно-силового характера и широким диапазоном сложнокоординированных движений (В. Я. Степанцев, А. В. Еремин, 1970). Упражнения, направленные на тренировку мышц ног, живота и шеи, дают наибольший эффект в отношении резистентности к ускорениям.

Тренировка и укрепление только мышц брюшного пресса сами по себе существенного прироста устойчивости не дают. Вместе с тем к действию больших маневренных перегрузок, когда необходимо хорошо фиксировать голову, требуется проводить целенаправленную тренировку мышц шеи, утомление которых наблюдается при перегрузках больших величин, особенно комбинированного действия. Описаны случаи вывихов шейных позвонков во время действия ускорений боевого маневрирования, чему способствует большая масса защитного шлема. Тренировка сердечно-сосудистой системы умеренным бегом (не более 5 км в день) также может дать положительные результаты. Интенсивные аэробные тренировки бегом на длинные дистанции (марафон), как правило, не только не повышают устойчивость к перегрузкам, но чаще оказывают отрицательное влияние, так как способствуют развитию вагусных реакций (брадикардии, гипотонии), которые отрицательно влияют на переносимость ускорений. Для более эффективного использования дыхательных маневров М-1 и Л-1, в механизме ко-

торых существенное место принадлежит сократительной способности дыхательных мышц, целесообразно проведение специальных тренировок с вдохами и выдохами устройства, создающие прогрессивно возрастающие сопротивления.

Следовательно, регулярные занятия физической культурой, несомненно, являются важной частью подготовки летчиков к полетам на высокоманевренных самолетах.

Тренировка на центрифуге. И. Степанцев, А. В. Еремин (1969), используя специальные режимы тренировок, повысили переносимость ускорений человека на 1,6–5,8 g. Эффект тренировки сохранялся не менее 6 мес.

Мышечное напряжение. Сильное мышечное напряжение во время действия ускорений повышает устойчивость на 1,5–2 g. Произвольное напряжение мышц, особенно ног, брюшного пресса, плечевого пояса и даже кистей рук способствует венозному возврату крови, уменьшению ее депонирования в нижней половине тела, вызывает увеличение частоты сердечных сокращений. Основное достоинство этого метода состоит в том, что он не требует никакого дополнительного снаряжения и оборудования, кроме отработанного навыка напрягаться. При этом следует постоянно помнить, что надежный результат получается в том случае, когда напряжение несколько опережает действие ускорений, особенно при высоком градиенте их нарастания. Высокая эффективность приема с мышечным напряжением, очевидно, может служить основанием для целенаправленной физической тренировки мышц ног, живота, рук и шеи. Недостатком метода является неизбежная скованность летчика напряжением, что, естественно, снижает его работоспособность, ведет к увеличению количества допускаемых ошибок и затрудняет действия по управлению самолетом.

Маневры М-1 и Л-1 являются модификацией пробы Вальсальвы. Маневр М-1 состоит в том, что человек при наклоненной вперед голове и напряжении мышц живота и конечностей делает быстрый форсированный вдох, а затем замедленный (2–3 с) с напряжением выдох при частично открытой голосовой щели. Быстрый вдох присасывает венозную кровь в грудную клетку, при замедленном выдохе повышается венозный возврат крови вследствие повышенного внутригрудного давления. Применение этого маневра способствует повышению устойчивости примерно на +2–4 Gz. Маневр Л-1 отличается тем, что при нем голосовая щель в противоположность маневру М-1 полностью закрыта. В литературе описан еще маневр М-2, который отличается от маневра М-1 тем, что мышцы конечностей при нем остаются полностью расслабленными. Однако при частых напряжениях в случае длительного действия маневренных ускорений большой величины развивается утомление. Методы могут эффективно сочетаться с применением ППК и других способов защиты.

Адаптация к гипоксии. При воздействии продольных перегрузок ($\pm G_z$) одним из основных патогенетических механизмов является кислородное голодание, имеющее циркуляторную и гипоксическую природу, поэтому многие авторы успешно применили адаптацию к гипоксии как один из неспецифических методов повышения устойчивости организма к перегрузкам. Адаптация к гипоксии проводилась как в барокамерах, так и в условиях высокогорья. После пребывания в горах устойчивость к поперечно-направленным перегрузкам у нетрениро-

ванных к гипоксии людей повышалась на $2,4 \pm 0,2$ Гх. Повышенная резистентность у впервые тренированных людей сохранялась до 3 мес., а у альпинистов, проводящих ежегодно свой отпуск в горах, более длительно (П. В. Васильев, А. Р. Котовская, 1965).

Фармакологические средства. Для повышения выносливости к ускорениям изучаются возможности использования фармакологических средств. Хотя первые работы в этом направлении были предприняты давно, однако должного развития в течение многих лет они не имели. Это объясняется, с одной стороны, тем, что при полетах на самолетах не всегда возможно прогнозировать точное время наступления действия ускорений (важное условие для применения многих фармакологических средств), с другой — особенностями действия ряда препаратов, препятствующими их применению в летной практике.

Изучено действие на резистентность к ускорениям лекарственных препаратов, относящихся ко многим фармакологическим группам: сосудосуживающие средства, вазодилататоры, ганглиоблокаторы, наркотики, гормоны, стимуляторы ЦНС и др. При этом положительный эффект получен при применении различных лекарственных средств. Наиболее благоприятные результаты, по данным экспериментальных исследований, наблюдались при назначении люцидрила и стрихнина, симпатомиметических аминов и некоторых их сочетаний. Установлено, что назначение перед вращением на центрифуге испытуемым, длительно (70–100 сут) находившимся в состоянии гипокинезии, фармацевтических средств (стрихнин + кофеин + фенамин) восстанавливало их сниженную резистентность к ускорениям до исходного уровня или даже повышало ее (П. В. Васильев и др., 1971). Вместе с тем эта проблема пока остается не решенной применительно к авиационной практике и требует дальнейших экспериментальных исследований.

Отбор высокоустойчивых лиц. Известно, что устойчивость людей к перегрузкам весьма вариабельна, поэтому для полетов на высокоманевренных самолетах целесообразно проводить отбор лиц с высокой переносимостью перегрузок.

Пилотажная подготовка. Является в высшей степени эффективным, но дорогостоящим и длительным по времени способом повышения устойчивости к перегрузкам. Этот вид показан при освоении больших перегрузок (при отсутствии центрифуги), а также у летчиков с низким уровнем физической подготовленности, если нет возможности специальной наземной подготовки. Принцип пилотажной подготовки заключается в постепенном увеличении индивидуально переносимой величины перегрузки при строгом нормировании количества полетов в летную смену, за неделю и месяц как в сторону их максимального, так и минимального ограничения. Верхние уровни числа вылетов нормируются с целью профилактики кумулятивных эффектов, нижние — для достижения тренировочного эффекта или сохранения достигнутого уровня устойчивости. Здесь вполне допустимо использование методов и принципов спортивной тренировки, однако с учетом возможных неблагоприятных кумулятивных эффектов на состояние здоровья летчиков от повторного действия больших перегрузок.

Комплексные средства. Естественно, что более эффективным является комплексное применение противоперегрузочных средств. Уже сейчас в практику полетов на высокоманевренных самолетах активно внедряется сочетание ППК с

дыхательными маневрами, ППК с оптимизацией позы человека в кресле посредством изменения наклона спинки, подъема таза и ног, ППК с мышечным напряжением, а также другие более сложные комбинации защитных средств. Такие сочетания хотя и не дают прямой суммации, но, как правило, значительно превосходят эффект каждого из используемых средств и методов, взятых порознь.

Посредством комбинированного применения дыхательных маневров, мышечного напряжения и хорошо подогнанного ППК можно повысить переносимость перегрузки, по крайней мере, до +9 Gz. Увеличение наклона спинки кресла до 65° в сочетании с другими защитными средствами позволит, вероятно, достичь еще более высокой устойчивости. Кроме того, комбинация ППК с наклоном спинки кресла до 65°, давая высокий защитный эффект, позволяет значительно снизить величину компенсирующего давления в манжетах, что имеет важное значение. Можно полагать, что достижения в области повышения защиты от перегрузок в ближайшие годы будут обеспечиваться не только путем усовершенствования противоперегрузочных средств (ППК и др.), но и, прежде всего, дальнейшего комплексирования уже известных средств и методов защиты.

Анализируя защитное действие противоперегрузочных средств и методов, можно сделать вывод, что оно направлено преимущественно на минимизацию гемодинамических расстройств в жизненно важных органах и системах организма, а также на повышение резистентности человека к гипоксии. Этот путь защиты вполне оправдан на практике. Вместе с тем следует отметить, что разработанные методы, повышая физиологическую устойчивость к ускорениям, не влияют на механику движений летчика по управлению самолетом и аппаратурой и часто затрудняют двигательную активность, особенно тонкокоординированные двигательные акты. Поэтому перед врачами и инженерами стоит задача дальнейших разработок и совершенствования как средств защиты, так и самих систем управления, приспособлявая их к специфическим условиям больших ускорений, с тем, чтобы оптимизировать рабочую деятельность летчиков во время полетов с максимальным маневрированием.

ГЛАВА 8. ДИНАМИЧЕСКАЯ КРАТКОВРЕМЕННАЯ НЕВЕСОМОСТЬ

Состояние невесомости возникает во время выполнения фигур высшего пилотажа (пикирование, виражи со снижением, полеты по параболической кривой), а также при катапультировании и парашютировании. Этому состоянию летный состав подвергается кратковременно (доли и десятки секунд), однако и этого бывает достаточно для появления неблагоприятных психофизиологических реакций. Объясняется это тем, что в повседневной жизни люди чаще встречаются с пониженной весомостью, действующей кратковременно — 0,3–1,17 с (при качании на качелях, беге, прыжках, спуске в лифте) и, естественно, воздействие на организм полной невесомости является непривычным.

Невесомость — физическое состояние тела, которое характеризуется уменьшением или полным исчезновением механического напряжения его структур. Невесомость достигается благодаря уравниванию гравитационной силы при некоторых траекториях полета самолета силами инерции. Тело становится «не-

сомым», поскольку результирующая сил, действующих на него, равна нулю. Однако говорить о том, что в состоянии невесомости на тело не действует сила гравитации, нельзя, ибо земное притяжение действует постоянно. В данном случае оно уравновешено силами инерции. Невесомость может быть полной и частичной.

В условиях невесомости у людей меняется самочувствие, отмечаются различной степени выраженности вестибуло-вегетативные, вестибуло-сенсорные и вестибуло-соматические реакции, нарушается координация движений и снижается уровень работоспособности. По характеру проявления психофизиологических реакций и работоспособности подвергавшиеся указанному воздействию разделяются на три группы.

К первой группе относятся лица, хорошо переносящие состояние кратковременной невесомости, даже если оно неоднократно повторяется в полете, чередуясь с воздействием перегрузок. Обследуемые этой группы состояние невесомости оценивают как приятное. Психофизиологические реакции у них выражены умеренно.

Ко второй группе относятся люди, которые удовлетворительно переносят состояние кратковременной невесомости. У них, как правило, в самом начале, отмечаются умеренно выраженные вестибуло-вегетативные реакции и нарушения координации движений.

В третью группу включаются лица, плохо переносящие состояние кратковременной невесомости. Для них характерно быстрое развитие вестибуло-вегетативного дискомфорта и отсутствие признаков приспособления к этому фактору. Среди летного состава плохо переносящие состояние кратковременной невесомости встречаются крайне редко.

В условиях кратковременной невесомости отмечаются изменения в функционировании анализаторов, отражающих пространство: умеренно снижается порог чувствительности отолитовой части вестибулярного аппарата к гальваническому току и прямолинейным ускорениям; повышается порог чувствительности рецепторов полукружных каналов к угловым и кориолисовым ускорениям; снижается функция глубинного зрения, цветоощущения, тонуса глазных мышц и конвергенции, а функция аккомодации несколько повышается; ухудшается проприоцептивная чувствительность, что приводит к нарушению координации движений; умеренно снижается тактильная чувствительность (у плохо переносящих условия кратковременной невесомости).

Наблюдаемые сдвиги со стороны некоторых функциональных систем организма и анализаторов обусловлены непосредственным и опосредованным влиянием невесомости на организм. Под непосредственным влиянием понимается весь комплекс реакций, обусловленных уменьшением массы тела, тканей и органов, а, следовательно, изменением сигнализации в ЦНС с рецепторов, чувствительных к механическим воздействиям. Это приводит к специфическому перераспределению крови в организме (равномерно по всему телу), изменению биомеханики внешнего дыхания, дискоординации движений и т. д. Под опосредованным влиянием невесомости понимается весь комплекс физиологических реакций, которые возникают в результате изменения функционального состояния ЦНС и содружественной (совместной) работы анализаторов под влиянием

необычной афферентной импульсации с механорецепторов вестибулярного, инteroцептивного, двигательного и других анализаторов.

В результате нарушается функциональная системность анализаторов, участвующих в анализе пространственных отношений, в установке тела в пространстве, появляется нестабильность функционирования вестибуло-вегетативной системы, приводящая у отдельных обследуемых, особенно при перемежающемся воздействии перегрузок и невесомости, к развитию укачивания.

Профилактика отрицательного воздействия кратковременной невесомости в авиационной практике проводится по двум направлениям:

– совершенствование рабочего места летчика в самолете (улучшение средств фиксации летчиков на рабочем месте, оптимальное размещение приборов в кабине самолета и т. д.);

– разработка средств, направленных на повышение специфической и неспецифической сопротивляемости организма.

Первому направлению придается большое значение: создается оптимальный микроклимат в кабинах самолетов, на креслах введены подлокотники и система ручной фиксации тела летчика к креслу пилота, приборы в кабине самолета размещены с учетом эргономических требований.

Совершенствование функциональных и компенсаторных возможностей, направленных на повышение специфической и неспецифической сопротивляемости организма (второе направление), достигается тщательным профессиональным отбором курсантов в летных училищах, динамическим врачебным контролем за состоянием здоровья летчиков.

Важное значение в повышении устойчивости летного состава к неблагоприятному действию перемежающегося воздействия кратковременной невесомости и перегрузок имеет физическая подготовка. Она должна проводиться систематически с акцентом на акробатические упражнения, которые способствуют тренировке анализаторных систем и, в первую очередь, вестибулярного и зрительного анализаторов. На занятиях по физической подготовке целесообразно широко использовать специальные тренажеры: лопинг, батут, ренские колеса. В отдельных случаях летному составу с предрасположенностью к иллюзорным ощущениям и укачиванию предписываются специальные вестибулярные тренировки. В некоторых случаях для летного состава можно рекомендовать специальные полеты на реактивных самолетах по параболической траектории Кеплера первоначально в роли пассажира, а затем самостоятельно.

ГЛАВА 9. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЛЕТЧИКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ШУМОВ И ВИБРАЦИИ

9.1. Шум

По определению ВОЗ, под шумом понимается любой нежелательный звук, способный оказать неблагоприятное воздействие на человека. Шум — это совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты, воспринимающихся организмом как мешающие и болезненные.

Звук распространяется в воздухе в форме продольных колебательных движений. Как звук человек воспринимает колебания от 16–20 до 20 000 Гц. Колебания с частотами ниже 16 Гц называют инфразвуками, выше 20 000 Гц — ультразвуками.

Различают шум низкочастотный (менее 400 Гц), среднечастотный (от 400 до 1000 Гц) и высокочастотный (свыше 1000 Гц).

Основными показателями, характеризующими биологическое действие звука, являются его интенсивность, частота и время воздействия (экспозиция).

Интенсивность звука определяется с помощью шкалы децибел (дБ), где за нулевую точку отсчета принят уровень звука с частотой 1000 Гц, равный $10\sim 16 \text{ Вт/см}^2$ (условный порог слышимости звуков человеком). При интенсивности 120–130 дБ и более звук вызывает болевые ощущения и может привести к травматическому повреждению органа слуха, а также других органов и тканей организма. Уровень интенсивности звука, выраженный в децибелах, не всегда позволяет судить о психофизиологическом восприятии его громкости. Отсюда возникла необходимость введения понятия уровня громкости. Наиболее употребляемой единицей измерения громкости является фон (совокупность всех частот, составляющих шум, характеризует его спектр).

Частотная характеристика шума (тон) определяется преобладающими в его спектре звуками высокой или низкой частоты. Различают низкочастотный шум с преобладанием колебаний до 400 Гц, среднечастотный — от 400 до 1000 Гц и высокочастотный — с преобладанием звуков с частотой более 1000 Гц. Считается, что высокочастотный шум обладает более выраженным вредным воздействием. При исследовании интенсивности частотных составляющих шума (частотного спектра), как правило, производят измерение уровней звукового давления среднегеометрических октавных частот с величинами в 63, 125, 250, 500, 1000, 4000 и 8000 Гц. В практических целях для упрощения оценки опасности шума для человека используют метод определения суммарного уровня звука с внесением коррекции на более выраженное повреждающее действие на слух высоких частот (шкала дБА).

По характеру спектра различают широкополосный (с непрерывным спектром шириной более 1 октавы) и тональный (выраженный тон одной октавной полосы) шумы, по временным характеристикам — постоянный и непостоянный (подразделяется на колеблющийся, прерывистый и импульсный). Тональный и импульсный шумы относятся к наиболее вредным. Большинство авиационных шумов относятся к широкополосным непостоянным шумам высокой интенсивности. Так, в непосредственной близости от реактивного двигателя шум может достигать 140 дБ и более, причем для реактивных ВС более характерен высокочастотный шум, а для шума турбовинтовых ВС характерно преобладание низко- и среднечастотного шумов. Источниками шума в полете являются работа двигателей и бортовых систем, силовых установок, а также аэродинамический эффект. Приблизительно 1 % мощности двигателя переходит в акустическую энергию. Следует помнить и о «звуковом ударе», возникающем при сверхзвуковом полете, вследствие возникновения скачков уплотнения и разрежения воздуха.

Интенсивность и частотные характеристики шумов во многом зависят от особенностей конструкции ВС (при хвостовом размещении двигателей шум салоне меньше) и в значительной мере определяются особенностями режима работы силовых установок на различных этапах полета (взлет, посадка, полет на эшелоне) и др. Уровень аэродинамического шума зависит от скорости и высоты полета. Поэтому на рабочих местах членов экипажей ВС различных типов колебания интенсивности шума значительно отличаются. Так, шум в кабинах военных самолетов 100–115 дБ, гражданских самолетов — от 80 до 109 дБ, в кабинах вертолетов — 112–118 дБ, в кабине космического корабля в первые секунды полета — до 140 дБ. Воздействию шумов подвергаются также и инженерно-технический персонал, причем интенсивность шума на рабочих местах может быть весьма значительной. Кроме шума авиационных двигателей, на ИТС действует также шум специальной техники и другого оборудования.

Согласно действующим санитарным нормам, предельно допустимый уровень шума на рабочем месте в кабинах самолетов и вертолетов составляет 80 дБА (СанПиН 2.5.1.051-96).

При нормировании уровня шума принято использовать следующие определения.

Звуковое давление. Это переменная составляющая давления воздуха или газа, возникающая в результате звуковых колебаний. Пороговое значение звукового давления для человека составляет $2 \cdot 10^{-4}$ бар.

Эквивалентный (по энергии) уровень звука непостоянного шума (ЛАэкв., дБА) — уровень постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднеквадратичное звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение определенного интервала времени предельно допустимый уровень (ПДУ) шума — уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных людей.

Допустимый уровень шума — это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму.

Влияние шума на функции организма. Различают три типа реакций на действие шума.

Адаптивные — снижение остроты слуха в момент действия шума и быстрое восстановление (секунды после его прекращения).

Преходящее снижение остроты слуха в течение минут и часов. Отмечается на частотах 2000–4000 Гц (речевой диапазон) при уровне звуковой мощности 80 дБ, на частотах 5000–6000 Гц — с 60 дБ.

Звуковая травма выражается в морфологических изменениях слухового анализатора. Подразделяется на детонационную травму, сопровождаемую механическим повреждением слухового органа, и акустическую — с явлениями дегенерации нервных структур анализатора.

При воздействии на слуховую систему звука или шума возникает повышение порогов слуха. Если в ближайшие минуты после окончания этого воздействия пороги слуха восстанавливаются до исходного уровня, то такое явление можно рассматривать как компенсаторно-приспособительную реакцию. Длительное, в течение многих часов, повышение порогов слуха отражает утомление анализатора. Продолжительное воздействие шума, особенно большой интенсивности, влияет практически на все системы организма. При воздействии шума его травмирующее влияние еще до возникновения морфологических изменений вызывает изменение функционального состояния ЦНС, анализаторов, системы кровообращения, гематологические, иммунологические, биохимические и другие сдвиги. Отсутствие восстановления исходной слуховой чувствительности к началу очередного шумового воздействия может рассматриваться как начало кумуляции утомления. Развитие нарушений слуха зависит от характера и уровня шума, частотного состава, продолжительности ежедневного воздействия и индивидуальной чувствительности (табл. 9.1).

Таблица 9.1

Вероятность нарушений слуха от воздействия шума

Эквивалентный дБ (А)	Продолжительность работы, годы					
	5	10	15	20	25	30
До 80	0	0	0	0	0	0
85	1	3	5	6	7	8
90	4	10	14	16	16	18
95	7	17	24	28	29	31
100	12	29	37	42	43	44
105	18	42	53	58	60	62
110	26	55	71	78	78	72
115	36	71	83	87	84	81

Таким образом, стойкое снижение слуха развивается, как правило, после 10–15 лет работы в условиях шума.

С целью обнаружения наиболее ранних признаков действия шума на звуковой анализатор используют методы динамической аудиометрии с определением степени снижения порогов слуха на частотах 500, 1000, 2000 и 4000 Гц. Для этих целей предложена Международная классификация степеней тугоухости, которая основана на определении средних значений порогов звуковосприятия на речевых частотах: 500, 1000, 2000 и 4000 Гц. Для вычисления степени потери слуха необходимо сложить значение потери слуха (в децибелах) по воздушной проводимости на каждой из четырех частот и полученную сумму разделить на четыре. Полученный результат определяет среднюю потерю слуха на данных частотах (в децибелах).

Аудиометрическая картина зависит от количества часов общего налета. Частота проявлений нейросенсорной тугоухости возрастает пропорционально увеличению стажа летной работы и достигает 66 % у летчиков с налетом свыше 1500 ч. При этом развивается повышение порогов восприятия высокочастотных звуковых сигналов на 20–25 дБ с расширением зон улитки с регистрируемыми аудиометрическими изменениями. Расстройства слухового анализатора у летчи-

ков с налетом 2500 ч сопровождаются нарушением восприятия и в области «речевых частот» 1000–3000 Гц (табл. 9.2).

Таблица 9.2

**Взаимосвязь изменений слуха, %, у летчиков с длительностью полета
(Е. М. Юганов, 1967)**

Группа	Налет, час				
	до 500	до 1000	до 1500	до 2000	до 2300
Нормальный слух	80	58	45	35	–
Потеря слуха от 20 до 40 дБ	12	32	27	29	17
Потеря слуха от 40 до 60 дБ	6	7	22	7	33
Потеря слуха более 60 дБ	2	3	6	29	50

Воздействие сильных звуковых раздражителей вызывает не только изменение функций слухового анализатора, но и ряд неблагоприятных изменений других органов и систем. Шум изменяет функциональное состояние ЦНС, под его действием могут возникнуть сосудисто-вегетативные дисфункции, астенические и невротические реакции, снижаться общая резистентность организма, нарушаться терморегуляция, деятельность надпочечников, желудка, кишечника, изменяться электрическая резистентность кожи, процесс выделения желудочного сока. Изменения в ЦНС, наступающие под влиянием шума, могут быть и более ранними по сравнению со слуховыми нарушениями. В основе генеза данных изменений лежит сложный механизм нервно-рефлекторных и нейрогуморальных сдвигов, которые ведут к нарушению уравновешенности и подвижности процессов внутреннего торможения в ЦНС. Об этом свидетельствуют снижение условных рефлексов (иногда до полного исчезновения), увеличение латентного периода простых и сложных зрительно- и слухо-моторных реакций, достоверное увеличение количества ошибок при проведении психологических тестов и изменение биоэлектрической активности мозга. Степень выраженности гемодинамических и других нарушений зависит от интенсивности, времени воздействия, частотного состава и характера шума.

Существуют определенные различия при действии на организм человека высокочастотных и низкочастотных шумов. Длительное воздействие высокочастотного шума вызывает головокружение и головную боль, боли в области сердца, раздражительность, повышенную утомляемость, тремор пальцев рук, гипергидроз. Сосудистые изменения заключаются в замедлении тканевого кровотока, изменении тонуса центральной артерии сетчатки, спазме капилляров, замедлении внутрижелудочковой проводимости. В крови отмечается повышение количества глобулинов, снижение альбумино-глобулинового коэффициента, увеличение холестерина, уменьшение хлоридов и др. Воздействие низкочастотного шума отрицательно влияет преимущественно на ВНД, что проявляется в снижении величины условного рефлекса, удлинении его скрытого периода, снижении подвижности нервных процессов в коре головного мозга.

Наличие профессиональной тугоухости (неврит слухового нерва) в сочетании с функциональными расстройствами центральной нервной, вегетативной, сердечно-сосудистой и других систем у работающих в условиях шума рассматривается как шумовая болезнь. Проявления шумовой болезни могут быть услов-

но разделены на специфические нарушения органа слуха и неспецифические изменения других органов и систем. Формирование патологического процесса при шумовом воздействии происходит постепенно и начинается с неспецифических вегетососудистых проявлений. В дальнейшем развиваются сдвиги невротического характера, которые укладываются в картину астеновегетативного синдрома с отчетливыми проявлениями нейроциркуляторной дистонии.

Субъективно шумовая болезнь проявляется жалобами на раздражительность, головные боли, сонливость, повышенную утомляемость, плохой сон, головокружения, причем жалобы на снижение слуха присоединяются позднее.

К объективным симптомам шумовой болезни относят, прежде всего, снижение или повышение сухожильно-периостальных рефлексов на руках и ногах, тремор пальцев вытянутых рук, пошатывание в позе Ромберга, нарушение процессов терморегуляции и терморегуляционного рефлекса по Щербаку, изменение топографии температуры кожи по типу «температурной мозаики», развитие дистального гипергидроза, стойкого дермографизма, отклонения от нормы ЧСС и АД.

Потери слуха должны оцениваться в соответствии со стандартом ИСО 1999.2 «Акустика. Определение профессионального воздействия шума и оценка нарушений слуха, вызванного шумом» по хуже слышащему уху в соответствии с табл. 9.3. Степень потери слуха должна устанавливаться по ее величине на речевых частотах с учетом потери слуха на частоте 4000 Гц как признака профессионального воздействия шума. Возрастные изменения слуха не должны учитываться (табл. 9.4).

Таблица 9.3

Классификация профессионально значимой потери слуха

Степень потери слуха	Величина потери слуха	
	на речевых частотах (среднее арифметическое значение на частотах 500, 1000 и 2000 Гц)	на частоте 4000 Гц
Признаки воздействия шума на организм	Менее 10	Менее 40
I степень (лёгкое снижение слуха)	10–20	60 ± 20
II степень (умеренное снижение слуха)	21–30	65 ± 20
III степень (значительное снижение слуха)	31 и более	70 ± 20

Таблица 9.4

Возрастные изменения слуха

Частота, Гц	Пол	Среднее значение изменения слуха, дБ			
		20–29 лет	30–39 лет	40–49 лет	50–59 лет
125	М/Ж	0/0	2/2	2/2	5/5
250	М/Ж	0/0	1/1	3/2	5/2
500	М/Ж	0/0	1/1	3/2	6/8
1000	М/Ж	1/0	2/2	4/5	8/8
2000	М/Ж	2/0	2/3	6/6	10/14
4000	М/Ж	3/0	5/5	17/8	26/14
8000	М/Ж	3/1	7/7	18/13	27/21

Средства защиты от шума. Профилактика профессионального снижения слуха у лиц летного состава включает: 1) инженерно-технические мероприятия, направленные на устранение шума или снижение его уровня на рабочих местах;

2) соблюдение режима труда и отдыха («защита временем»); 3) ограничение летного времени действующими нормативами, при наличии изменений слуха запрещение полетов сверх установленных нормативов; 4) использование средств, снижающих вредное действие шума на слух (витамины, поливитаминные препараты и др.). При выявлении даже самых ранних признаков снижения слуха наряду с общегигиеническими мероприятиями рекомендуется профилактическое лечение с помощью лекарственных средств, улучшающих кровоснабжение улитки и мозга, витаминных препаратов и биостимуляторов (витамины А, Е, В, В₆, В₁₅, алоэ). Эффективны также гипербарическая оксигенация, рефлексотерапия, физиотерапия.

Инженерно-технические мероприятия. Различают индивидуальные и коллективные средства. К наиболее простым и экономичным средствам относятся индивидуальные противошумы:

- вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход;
- наушники, закрывающие ушную раковину;
- шлемы, закрывающие ушную раковину и часть головы;
- шумозащитное снаряжение, состоящее из жесткого шумозащитного шлема, специального пояса-корсета и ботинок на вибродемпфирующей подошве.

Противошумные вкладыши и наушники обеспечивают защиту от шумов интенсивностью до 110 дБ (ослабляют шум на частоте 1000 Гц на 20–25 дБ). Наушники и противошумные шлемы обеспечивают защиту от шумов интенсивностью до 110–125 дБ (ослабляют шум на частоте 1000 Гц не менее 30–35 дБ).

При шуме интенсивностью свыше 125 дБ могут применяться упругие шумозащитные шлемы, обеспечивающие акустическое экранирование не только уха и околоушной области, но и всего объема головы, а также шумозащитные пояса, жилеты и комбинезоны.

Конструкция средств защиты должна обеспечивать периодическую вентиляцию подшлемного и подзаглушечного пространства, изменяемую степень прижатия шумозаглушки, удобство ношения и др. Противопоказанием к применению индивидуальных средств защиты являются острые гнойные заболевания наружного и среднего уха, кожи лица и головы.

Акустическая эффективность индивидуальных противошумов различных классов обобщена в табл. 9.5.

К средствам коллективной защиты от шума относятся стационарные и передвижные глушители, шумоотбойные валы, шумозащитные домики и др. Для снижения общей зашумленности аэродрома рекомендуется использовать отдаленные гоночные стоянки. В средствах коллективной защиты нуждается не только инженерно-технический, но и летный состав. При неудовлетворительной шумозащите летчиков на аэродроме они получают 30–60 % общей шумовой нагрузки за летную смену.

Неблагоприятное действие шума может быть снижено сокращением времени пребывания в зоне интенсивного шума, соблюдением рационального режима труда и отдыха, предусматривающего кратковременные перерывы в течение рабочего дня для восстановления функции слуха в тихих помещениях, а также систематические занятия физической подготовкой при полноценном питании. Эти

мероприятия способствуют поддержанию высокой устойчивости к воздействию шумового фактора. В предупреждении возникновения шумовой болезни важное место занимает медицинская профилактика, проведение предварительных и периодических медицинских осмотров. При медицинских осмотрах проводится аудиометрия по воздушной и костной проводимости. Периодические осмотры терапевта и невропатолога должны выявлять наличие сосудистой дистонии, астено-невротического синдрома, дисфункций желудочно-кишечного тракта. Систематическое и квалифицированное проведение предварительных и периодических медицинских осмотров лиц, работающих в условиях выраженного шума, дает возможность осуществлять эффективную профилактику неблагоприятного влияния шума на лиц, чувствительных к его воздействию. В зависимости от степени снижения слуха решается вопрос о профессиональной пригодности членов экипажей ВС.

Таблица 9.5

Акустическая эффективность индивидуальных противозумов различных классов

Класс противозума	Акустическая эффективность, дБ, в 1/3-октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц (не менее)						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Вкладыши:							
беруши	8	8	12	15	19	24	26
силтон	7	7	11	13	17	23	26
Наушники:							
ВЦНИИОТ-7И	10	14	17	22	31	35	34
ВЦНИИОТ-2М	7	11	14	20	30	36	34
ГНШ-К-18	2	3	5	11	20	26	24
ГСШ-С-16	2	3	4	10	16	26	23
ГСШ-А-18Э	3	3	7	16	21	28	24
ШЗО-1	12	15	20	25	33	39	40
Шлемы:							
каска противозумная ВЦНИИОТ-2	7	11	14	22	30	37	34
ШШШЗ-А86	10	14	18	25	33	40	38
ШШЗ-65	13	16	19	26	37	42	39
ШШЛ-78А	11	15	18	26	36	43	40
Упругие шлемы:							
шлем «Протетика»	15	15	17	19	29	39	40
ШШЗ-67	16	17	25	31	36	42	44
ЗШ-5	8	9	14	18	29	33	39

Сочетанное проведение технических, организационных и медицинских мероприятий по борьбе с шумом позволяет сохранить здоровье и слух авиационных специалистов.

9.2. ВИБРАЦИЯ

Физическая характеристика. Вибрация представляет собой механическое колебательное движение. Простейшей и наиболее часто встречающейся формой колебательного движения является гармоническое (синусоидальное) колебание, характеризующееся частотой, амплитудой смещения, скоростью и ускорением. Частота колебания (τ) — число полных колебаний в секунду, измеряемых в герцах (Гц). Амплитуда (A) — максимальное смещение колеблющейся точки от по-

ложения равновесия. Она представляет собой полуразмах полного колебательного движения и выражается в единицах длины (м, см). Показателями вибрации являются также виброскорость (V , м/с) и ускорение (g , м/с²). Интенсивность вибрации часто выражается в виде уровня виброскорости в относительных логарифмических единицах — децибелах (дБ). Время, в течение которого совершается полный цикл колебательного движения, называется периодом колебания (T). Пороговая величина вибрации, воспринимаемой человеком, равна 10^{-4} м/с. При виброскорости колеблющегося тела в 1 м/с вибрация вызывает болевое ощущение. Наиболее интенсивна вибрация на рабочих местах членов экипажей вертолетов и небольших по размеру самолетов. Для рабочих мест членов экипажей самолетов характерна высокочастотная вибрация (60–180 Гц), для вертолетов — низко- и среднечастотные (5–20 Гц).

По преобладающей в спектре вибраций частоте различают низкочастотную или инфразвуковую (8–16 Гц), среднечастотную (16–64 Гц) и высокочастотную (64–1000 Гц) вибрации. При воздействии на организм высокочастотной вибрации энергия, передаваемая телу человека, поглощается, в основном, тканями и органами, находящимися в месте контакта с вибрирующей поверхностью. Поэтому высокочастотные вибрации относят к вибрациям с преимущественным «местным» действием. Низкочастотные вибрации вызывают сотрясение всего тела человека, оказывая «общее» действие на организм. На воздушном транспорте рассматривается воздействие общей вибрации или сочетанное воздействие местной и общей вибрации.

Источниками вибрации на ЛА являются двигательные установки и другие механизмы. Частота и амплитуда вибрации определяются многими факторами: типом ЛА, их конструктивными особенностями, режимом полета и др. Основная энергия вибрационного воздействия сосредоточена на низких частотах — в диапазоне от 3 до 20 Гц, являющихся наиболее неблагоприятными для организма человека. Уровни виброскорости, регистрируемые на кресле летчика в горизонтальном полете, могут достигать 114 дБ. При этом следует учитывать, что кресло летчика обладает свойствами гашения на частотах более 31,5 Гц, а на частотах ниже 8 Гц оно усиливает вибрацию. На малых скоростях горизонтального полета вибрации, передающиеся на тело летчика, значительно возрастают и достигают максимального значения на режиме предпосадочного торможения — до 117 дБ. Наибольшая интенсивность вибрации отмечается на взлете, при полете с грузом на внешней подвеске и особенно при посадке, что связано с явлением земного резонанса. На вертолетах преобладает вибрация низкочастотного диапазона, а на самолетах — более высокочастотного диапазона.

Влияние вибрации на функции организма. Вибрации в полете оказывают неблагоприятное воздействие на организм человека, вызывая преждевременное развитие утомления. При длительных полетах под влиянием вибраций в сочетании с другими неблагоприятными факторами нарушается деятельность ЦНС с изменением силы, подвижности и уравновешенности нервных процессов. При действии на организм слабой вибрации характерно начальное повышение нервной возбудимости с последующим преобладанием тормозных процессов. Снижаются функциональные возможности в деятельности анализаторов (оптическо-

го, звукового, вестибулярного и др.), появляются соматические и вегетативные расстройства в виде изменений сердечной деятельности, дыхания, появления болей и неприятных ощущений со стороны внутренних органов. Все это может привести к потере работоспособности в полете. Помимо этого низкочастотная общая вибрация может вызвать симптомокомплекс укачивания за счет действия на вестибулярный анализатор.

Выделяют переносимые и непереносимые вибрации. Переносимые вибрации вызывают обратимые формы расстройств сердечно-сосудистой системы, снижение работоспособности, развитие утомления. Отмеченные признаки исчезают по прекращении вибрации. Непереносимые вибрации вызывают временную потерю работоспособности.

Различают местное, общее и комбинированное воздействие вибрации. Местная вибрация малой интенсивности может оказывать благоприятное воздействие на организм, восстанавливая трофические изменения, улучшая функциональное состояние ЦНС и т. п. При увеличении интенсивности колебания и длительности его воздействия местная вибрация может привести к развитию патологии. Длительное воздействие общей вибрации вызывает изменения в центральной и вегетативной нервной системе, сердечно-сосудистой системе, обменных процессах, вестибулярном аппарате. В условиях летной деятельности вибрация чаще имеет комбинированный характер. В полете на человека воздействует вибрация в вертикальном, продольном и поперечном направлениях, а при эволюциях ЛА меняются ее частота и амплитуда.

При воздействии вибрации происходит раздражение механорецепторов кожи и отолитового аппарата, что вызывает возникновение ряда безусловнорефлекторных реакций. Особенно неблагоприятное воздействие оказывают вибрации с частотой, соответствующей резонансным частотам различных частей организма (4–12 Гц за счет ее резонансного действия на внутренние органы и вибрация с частотой 35–250 Гц ввиду ее выраженного влияния на ЦНС с развитием сосудистых реакций). Влияние на организм вибрации, действующей в вертикальном направлении, вызывает наиболее неприятные ощущения, так как она совпадает с вертикальной осью тела человека в положении сидя или стоя. Конечный эффект неблагоприятного воздействия зависит от того, как распределяются во времени частоты, амплитуды и фазовые соотношения трех составляющих вибрационных сил. Вибрация малой амплитуды и высокой частоты действует преимущественно на нервные окончания, заложенные в различных тканях. Вибрация с большими амплитудами и малыми частотами вызывает смещения тела отдельных его органов, раздражение вестибулярного аппарата. Известно, что перемещение головы при воздействии вибрации происходит по эллипсу, чем, очевидно, и объясняется развитие у человека симптомокомплекса укачивания и вестибулопатии.

Длительное воздействие высокочастотной вибрации характеризуется явлениями ангиоспазма периферических сосудов, нарушением болевой чувствительности кожи на фоне функциональных расстройств ЦНС. При длительном действии низкочастотной вибрации может развиваться полиневрологический синдром с изменениями в опорно-двигательном аппарате. Большую роль в характере ре-

акций играют сопутствующие факторы: охлаждение, статические мышечные усилия, пониженное атмосферное давление, шум и др.

Интенсивность вибрации играет большую роль в нарушении кожной болевой рецепции. Вибрационный раздражитель малой интенсивности вызывает постоянное, не зависящее от частоты, снижение болевой чувствительности в среднем на 36 %. Вибрация большей интенсивности вызывает значительно более осязаемое снижение болевой чувствительности: при 30 Гц — на 20 %, при 50 Гц — на 78 %.

Общая вибрация вызывает изменения со стороны сердечно-сосудистой системы, причем нарушение ее функционального состояния находится в зависимости от интенсивности и частоты вибрации. Например, повышение амплитуды приводит к значительному учащению сердечных сокращений, повышению тонуса периферических сосудов, изменению артериального давления и биоэлектрической активности сердца. По мере увеличения амплитуды и частоты вибрации появляются неврологические расстройства: болевые ощущения, снижение сухожильных рефлексов, особенно коленных, общая заторможенность. В результате длительного воздействия вибрации могут развиваться заболевания опорно-двигательного аппарата, в частности позвоночника, рефлекторные изменения функции желудка и кишечника.

Под действием вибрации, частота которой совпадает с собственными частотами тела, возникает резонанс. Вследствие этого тело или отдельные его части начинают колебаться с большей амплитудой, чем вибрирующая опорная поверхность или другие структуры организма, усиливая отрицательное воздействие на органы и системы (табл. 9.6).

Таблица 9.6

Резонансные частоты тела человека и его отдельных частей

Тело и отдельные части тела человека	Частота, Гц
Тело в положении лежа	3–3,5
Тело в положении стоя	5–12
Тело в положении сидя	4–6
Брюшная полость	4–8
Грудная клетка	5–8
Ноги	2–20
Руки	30–60
Голова	20–30
Глазное яблоко	60–90

Начальные механизмы действия вибрации определяются в основном тем, что она вызывает поток импульсов с экстеро- и интероцептивных зон. Рефлекторная дуга может замыкаться по типу аксонрефлекса через соединительные ветви симпатического пограничного ствола и клетки боковых рогов, а также более высокие отделы вегето-сосудистых центров. В развитии изменений участвуют ретикулярная формация, стволовые вегетативные образования, диэнцефальная область, корковые вегетативные клетки. При воздействии вибрации в спинном мозгу возникают очаги возбуждения (парабиоз, запредельное торможение «вибрационных центров»). В силу законов иррадиации возбуждение передается на соседние

центры сосудодвигателей. Возникновение спастической реакции сосудов обусловлено наличием парабиотического состояния как в периферической, так и в ЦНС. Это создает условия для возникновения патологически замкнутого порочного круга в цепи рефлекторной дуги. Новое вибрационное раздражение приводит к усилению возбуждения «вибрационных центров» и к углублению сосудистой реакции. При послеполетном обследовании летного состава можно выявить симптом орального автоматизма, гиперестезию дистальных отделов рук и ног, пошатывание при сенсibilизированной пробе Ромберга. Реже отмечаются нистагм, более часто — анизорефлексия сухожильных и кожных рефлексов, снижение коленных и ахилловых рефлексов. Поперечно-направленные вибрации могут вызвать боли в поясничной области, так как при этом приходится большая нагрузка на связочно-мышечный аппарат позвоночника и вследствие этого утомление околопозвоночных мышц.

У отдельных летчиков могут наблюдаться изменения аккомодационного аппарата глаза, что проявляется в значительном удалении ближайшей точки ясного видения, ухудшении остроты зрения на близком расстоянии либо в неустойчивом цветовом зрении.

При длительной работе в условиях воздействия авиационных вибраций у летного состава может развиваться вибрационная болезнь. Для вибрационной болезни, возникшей под воздействием общей вибрации, характерны функциональные изменения нервной системы в виде церебрального или церебрально-периферического ангиодистонического синдрома, сенсорной (реже сенсомоторной) полиневропатии, полирадикулярных нарушений, дисфункции вестибулярного анализатора в виде симптомов, напоминающих болезнь движения. Помимо этого могут наблюдаться функциональные нарушения со стороны желудочно-кишечного тракта, дистрофические изменения в позвоночнике в виде пояснично-крестцового и шейно-грудного остеохондроза или деформирующего остеоартроза.

Средства защиты. К индивидуальным средствам защиты летного состава от воздействия вибрации относятся специальные виброгасящие устройства (амортизирующие системы, резиновые, поролоновые и другие виброгасящие материалы).

Для профилактики неблагоприятного влияния вибраций на организм оправдана специальная экранизация с помощью демпфирующих устройств и материалов. Необходим контроль за тем, чтобы летные экипажи не превышали установленных норм общего налета за смену, месяц, год. Необходимо исключать (ослаблять) факторы, усиливающие вредное действие вибраций (утомление, шум, холод, гипоксия).

Для повышения устойчивости организма к вибрации летному составу следует выполнять комплексы физических упражнений, при которых тренируется паравертебральная и брюшная мускулатура (наиболее эффективными упражнениями являются упражнения со штангой и гантелями), проводить витаминопротективную (рекомендуется прием комплексов «Гексавит» или «Аэровит»), после полетов проводить 5–10-минутные гидропроцедуры при температуре воды 38,5 °С и самомассаж верхних и нижних конечностей, перед сном принять душ. Систематическое проведение этих процедур улучшает периферическое кровообращение, повышает функциональное состояние нервной системы.

В целях предупреждения развития вибрационной болезни большое значение имеют динамическое врачебное наблюдение за летным составом, квалифицированные периодические медицинские осмотры, которые позволяют выявить ранние признаки развития заболевания и провести необходимые лечебно-профилактические мероприятия.

В рекомендациях Международной организации по стандартизации (ИСО) определены три основных критерия для оценки приемлемости вибрационного воздействия на человека:

- сохранение здоровья или безопасность (предел воздействия);
- сохранение работоспособности или деятельности (граница снижения работоспособности из-за усталости);
- ощущение комфорта (граница ухудшения комфорта). Основание — Межгосударственный стандарт ГОСТ 23718-93 «Самолёты и вертолёты пассажирские и транспортные. Допустимые уровни вибрации в салонах и кабинах экипажа и методы измерения вибрации».

ГЛАВА 10. ВОЗДУШНАЯ БОЛЕЗНЬ И ЕЁ ПРОФИЛАКТИКА

Воздушная болезнь — состояние, возникающее иногда у летного состава и пассажиров в полете при воздействии статокINETических раздражителей и характеризующееся сенсорными, двигательными и вегетативными расстройствами. Воздушная болезнь является одной из форм патологического состояния организма, которое называется укачиванием, или болезнью движения.

Основной причиной возникновения воздушной болезни являются статокINETические воздействия, к которым относят все виды воздействий, влияющих на функциональную систему анализаторов, воспринимающей пространство и осуществляющей функцию равновесия тела. Такие воздействия возникают как при пассивных, так и при активных перемещениях в пространстве. Под статокINETической устойчивостью понимается способность указанной системы анализаторов сохранять в этих условиях стабильную деятельность и обеспечивать высокий уровень профессиональной работоспособности человека. СтатокINETическая устойчивость тесно связана с вестибулярной, но, в отличие от нее, характеризует устойчивость человека не только к вестибулярным стимулам, но и к раздражителям, адресованным к другим анализаторам (зрительному, проприоцептивному, двигательному и др.).

Исторически первые сведения о проблеме статокINETической устойчивости встречаются в трудах Н. Н. Лозанова (1938), который первым определил это понятие. Проблема укачивания является значительно более древней: первые дошедшие до нас работы появились с развитием мореплавания (Аристотель, IV в. до н. э.) и касались «морской» болезни. Позднее, с появлением новых видов транспорта были также описаны «автомобильная», «воздушная», «железнодорожная» и другие формы болезни «передвижения». Примерно к 60-м годам XX в. была экспериментально разработана «отолитовая» теория укачивания и тем самым создана строгая научная основа основных путей профилактики и лечения болезни движения. Наибольший вклад в разработку этой проблемы внесли

В. И. Воячек, К. Л. Хилов, Г. Г. Куликовский, И. Я. Борщевский. Дальнейшее развитие проблема статокINETической устойчивости получила в исследованиях Г. Л. Комендантова, В. И. Копанева и др.

Ускорения. В условиях полета на организм могут воздействовать линейные ускорения (изменение скорости движения), угловые ускорения (изменение направления движения), а также ускорения Кориолиса (одновременное воздействие на организм двух и более угловых или угловой и линейной скоростей, при условии, что они действуют по различным пространственным осям).

Физиологические реакции. Системой, воспринимающей воздействие линейных, угловых и кориолисовых ускорений, является вестибулярный аппарат, расположенный в лабиринте внутреннего уха рядом с улиткой, состоящий из отолитового органа и полукружных каналов. Вестибулярный аппарат имеет обширные нервные связи с мозжечком и различными зонами коры головного мозга, особенно с двигательной. Эти связи обеспечивают интеграцию информации, поступающей от периферических рецепторов, что позволяет регулировать положение тела в пространстве. Помимо воздействия на вестибулярный аппарат ускорения оказывают влияние и на ряд других органов и систем организма, в том числе на все механорецепторы (проприо-, интероцепторы, кожно-механические).

При действии ускорений на вестибулярный аппарат человека могут возникать нистагмы, вестибулосоматические реакции со стороны поперечно-полосатой мускулатуры туловища и конечностей, вестибулосенсорные реакции, вестибуловегетативные расстройства (укачивание, болезнь движения).

Вестибулярный нистагм. Ритмическая глазодвигательная реакция, возникающая при раздражении полукружных каналов. Его регистрация широко используется для оценки состояния вестибулярной функции. Взаимодействуя с оптикомоторными рефlekсами, он может оказать существенное влияние на функцию и работоспособность зрительного анализатора, способствовать развитию иллюзий.

Вестибулосоматические реакции проявляются в отклонениях туловища и конечностей при раздражениях вестибулярного аппарата. Они являются важнейшим звеном в сохранении и поддержании равновесия тела на земле, в осуществлении необходимой координации движений в полете. Эти реакции рассматриваются как вторичные по отношению к сенсорным реакциям вестибулярного происхождения.

Вестибулосенсорные реакции проявляются в виде различных иллюзий пространственного положения, большей частью иллюзий крена (более чем в 70 % случаев), перевернутого полета, вращения, пикирования и кабрирования. Одно из основных условий появления иллюзий — перерывы в получении зрительной информации о пространственном положении при полетах по приборам.

Вестибуловегетативные расстройства в условиях полета на ЛА проявляются в форме воздушной болезни. Воздушная болезнь представляет собой реактивное состояние организма, которое характеризуется преходящим симптомокомплексом вегетативных расстройств, ухудшением общего самочувствия и снижением работоспособности. Термин «болезнь» условен, поскольку возникающие расстройства и симптомы значительно уменьшаются сразу после прекращения воздействия и в большинстве случаев исчезают в течение нескольких последующих

часов. Выделяют две формы воздушной болезни: скрытую (с легким течением), явную (с выраженными симптомами укачивания).

Скрытая форма воздушной болезни встречается у лиц летного состава более часто, чем явная. При скрытой форме укачивание проявляется, главным образом, в изменении функций высших отделов ЦНС и в значительно меньшей степени — в расстройствах желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Симптомы укачивания проявляются весьма слабо. Субъективно отмечаются ощущение жара в голове, вялость, незначительная тошнота, сухость во рту и др. Объективно выявляются легкая гиперемия кожных покровов и видимых слизистых, легкая потливость, тремор пальцев рук, тенденция к увеличению ЧСС и АД. Эти изменения сочетаются с ухудшением психофизиологических показателей операторской деятельности. Скрытая форма воздушной болезни опасна тем, что она с трудом диагностируется, а симптомы дискомфорта нередко объясняются утомлением, нарушением режима труда и отдыха и др.

При явной (выраженной) форме воздушной болезни нарушения наступают почти во всех органах и системах, но наиболее они выражены со стороны функций ЦНС. Отчетливые изменения развиваются со стороны желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма. Наиболее существенными проявлениями этой формы укачивания являются слюноотделение, тошнота и рвота. Кроме того, появляются вялость, слабость, повышенная утомляемость, головокружение, сонливость, головная боль. Отмечаются бледность кожных покровов, холодный пот, высокая лабильность показателей сердечной деятельности (увеличение ЧСС с ее последующим снижением, аналогичная динамика АД, умеренное уменьшение систолического и минутного объемов кровообращения). В ряде случаев эти изменения сочетаются со снижением качества деятельности по выполнению операторских задач, ухудшением умственной и физической работоспособности. Рвота при укачивании может на некоторое время несколько облегчить самочувствие, однако в условиях продолжения воздействия ускорений в случае непринятия необходимых профилактических мер могут вновь возникнуть сильные и стойкие позывы к рвоте. В наиболее тяжелых случаях укачивания может возникнуть неоднократная рвота с последующим коллапсом, полной физической пространцией и даже потерей сознания.

Этиопатогенез воздушной болезни связан с повторяющимися воздействиями разнонаправленных ускорений, возникающих за счет аэродинамических факторов при особых состояниях атмосферы («болтанка» самолета — движения вверх-вниз, «рысканье» — маятниковые колебания вокруг вертикальной оси, «качка» — наклоны вокруг продольной оси), а также при эволюциях самолета при его маневрах (особенно при выполнении повторных пилотажных фигур). Развитие укачивания существенно зависит от направления, характера и длительности воздействия ускорений. Наиболее часто воздушная болезнь возникает при действии вертикальных линейных ускорений, величины которых в сотни раз превышают порог раздражения отолитовых рецепторов, а также при сочетанных действиях линейных, угловых и кориолисовых ускорений (сложный пилотаж, частые движения головой, сочетания «рысканья» и «качки»).

Механизмы укачивания. К ним относятся рефлекторный, условнорефлекторный, нарушение функциональной системности анализаторов восприятия пространства, ослабление реципрокных влияний с рецепторов отолитовой части вестибулярного аппарата на функцию полукружных каналов.

Рефлекторный механизм укачивания является основным и связан с возбуждением рецепторов тех анализаторов, которыми воспринимаются механические и оптические раздражения. Главная роль отводится анализаторам отолитовой части вестибулярного аппарата.

Условнорефлекторный механизм укачивания обусловлен специфическими условными раздражителями (самолет и окружающие предметы, шумы работающих двигателей, запахи горюче-смазочных материалов и др.). Он характерен для лиц, перенесших выраженную форму воздушной болезни в полете, особенно на начальных этапах летного обучения. У некоторых курсантов случаи рвоты наблюдаются еще до посадки в самолет, а в полете у них, как правило, развивается воздушная болезнь в выраженной форме. Этот механизм по сравнению с предыдущим играет несколько меньшую роль в генезе укачивания.

Нарушение функциональной системности анализаторов (вестибулярного, двигательного, интероцептивного, кожно-механического и зрительного), осуществляющих восприятие пространства, наблюдается в тех случаях, когда из рецепторных образований указанных систем в ЦНС начинают поступать необычные сочетания раздражителей, особенно взаимоисключающая сигнализация. Например, когда зрительный анализатор не воспринимает перемещение в пространстве, а механорецепторы реагируют на ускорение или наоборот.

Ослабление реципрокных влияний с рецепторов отолитовой части вестибулярного аппарата на функцию полукружных каналов, как механизм укачивания, может проявиться в условиях пониженного действия гравитации. Такие условия могут кратковременно возникать при выполнении пилотажных фигур, когда действие земной гравитации уравнивается противоположно направленным вектором силы, создающей движение самолета. В полетах на современных маневренных самолетах такие периоды пониженной весомости уровнем 0,3–0,5 g могут длиться до 25 с. В космических полетах невесомость является основным фактором, вызывающим комплекс неблагоприятных изменений в организме. В этих условиях отолитовая афферентация будет изменена, искажена и, вероятно, уменьшена. Вследствие чего возбудимость рецепторов полукружных каналов будет повышаться, при этом обычные движения головой становятся сверхпороговыми раздражителями и вызывают вегетативные сдвиги.

Факторы, влияющие на статокINETическую устойчивость человека, можно также разделить на 4 группы. К первой группе относятся факторы внешней среды (повышенная температура воздуха, шумы, вибрация, изменения газового состава воздуха, гипоксия, повышенное содержание в воздухе вредных примесей, неприятные запахи, большая влажность, действие перегрузок в направлении «голова – таз» и др.), которые могут снижать статокINETическую устойчивость. Ко второй группе относятся особенности нервной системы и соматотипа (тип нервной деятельности, уровень возбудимости анализаторов, состояние вегетативных центров, состояние тормозной функции коры большого мозга, длина и

масса тела и др.). Люди со слабым типом нервной деятельности, с пониженной лабильностью и подвижностью нервных процессов, а также с избыточной массой и высоким ростом укачиваются быстрее. У женщин статокINETическая устойчивость ниже, чем у мужчин. У тех и других она повышается с возрастом. Третью группу факторов характеризует функциональное состояние (утомление, переутомление, нервно-эмоциональное напряжение и др.), нарушение которого способствует развитию укачивания. В то же время активная профессиональная деятельность, повышенный эмоциональный настрой способны тормозить вестибуловегетативные рефлексy. К четвертой группе факторов относятся различные заболевания, способствующие развитию воздушной болезни.

Подверженность укачиванию в значительной степени зависит от степени тренированности вестибулярной функции, психофизиологической готовности человека к действию факторов полета. Так, в первых учебных полетах укачивание в той или иной степени испытывают 10–20 % курсантов авиационных училищ. В дальнейшем подавляющее большинство их адаптируются к раздражителям вестибулярного анализатора в полете и, как правило, не страдают воздушной болезнью. Опытные летчики очень редко отмечают симптомы воздушной болезни в полете. Число пассажиров, испытывающих воздушную болезнь в полете, сопровождающемся действием знакопеременных ускорений, составляет от 1 до 13 % (по данным разным авторов) и зависит от типа самолета, возраста, физического состояния и других условий.

Средства и методы профилактики. Профилактика воздушной болезни реализуются по следующим направлениям: постоянный медицинский контроль за состоянием здоровья, систематическая экспертиза летного состава и специальный медицинский отбор; рационализация труда, отдыха и питания; совершенствование режимов полета и поддержание необходимых физиолого-гигиенических условий; специальная вестибулярная тренировка; фармакологическая профилактика.

Специальный медицинский отбор, экспертиза и медицинский контроль представляют собой комплекс взаимосвязанных медицинских мероприятий, направленных на выявление лиц со сниженной статокINETической устойчивостью. К работе в авиации допускаются только лица, имеющие достаточно высокую устойчивость. В практике врачебно-летной экспертизы при отборе кандидатов в летные училища набор методических приемов для оценки статокINETической устойчивости достаточно обширен. Наиболее эффективными являются проба с отолитовой реакцией, проба с кумуляцией ускорения при качаниях, прерывистая и непрерывная кумуляция ускорений Кориолиса. Дополнительными «пробами» являются первые полеты на пилотаж, которые позволяют выявить среди курсантов летных училищ отдельных лиц с пониженной устойчивостью.

Рационализация труда, отдыха и питания. Оптимальная организация режима труда и отдыха летного состава, особенно в полете, способствует повышению устойчивости организма к укачиванию. В режиме питания особое внимание следует уделить своевременности приема пищи, исключению употребления продуктов, вызывающих переполнение и газообразование в желудочно-кишечном тракте. В длительных полетах предпочтение следует отдавать пищевым продук-

там, богатым экстрактивными веществами (нежирное мясо, бульоны и т. д.), вызывающими обильное сокоотделение, быстрое переваривание и усвоение пищи. Быстро всасываясь, жидкие пищевые вещества оказывают меньшее механическое воздействие на рецепторы желудочно-кишечного тракта.

Совершенствование режимов полета включает все мероприятия, способствующие уменьшению самопроизвольных вертикальных и угловых перемещений самолета. К ним относятся увеличение скорости и высоты полета, совершенствование техники пилотирования (уменьшение «болтанки»), рационализация рабочих мест (мягкие кресла, откидывающиеся спинки кресел для придания телу горизонтального положения, в котором человек укачивается в меньшей степени).

Оптимизация физиолого-гигиенических условий включает меры борьбы с неприятными запахами, повышением содержания в атмосфере кабины углекислоты, температуры и влажности, поддержание необходимых условий освещенности. В каждом транспортном самолете следует иметь необходимый запас индивидуальных пакетов для сбора рвотных масс.

Специальная вестибулярная тренировка предусматривается у лиц со снижением вестибулярной устойчивости. Она подразделяется на активную, пассивную и смешанную. В процессе активной тренировки человек выполняет различные акробатические и гимнастические упражнения, создающие нагрузку на всю систему анализаторов, и, в первую очередь, на рецепторы вестибулярного и двигательного анализаторов. Этот вид тренировки проводится в системе физической подготовки курсантов и летчиков и включает упражнения, выполняемые как с помощью специального спортивного инвентаря (перекладина, кольца, брусья, батут, гимнастическое рейнское колесо, лопинг, подкидная лонжа), так и без него (упражнения на поддержание равновесия тела, кувырки, прыжки в воду с поворотом на 180° и т. д.), а также комплексы различных быстрых движений головой (наклоны, повороты). Специально подобранными упражнениями, в основном состоящими из быстрых движений головой, можно в короткие сроки повысить устойчивость к укачиванию (повороты, наклоны вперед и назад, наклоны в сторону, вращения по ходу часовой стрелки и в обратном направлении). Действенным способом повышения устойчивости к укачиванию является плавание, особенно стилем кроль с вращением тела вокруг продольной оси. Пассивная вестибулярная тренировка осуществляется с помощью различных технических средств: вращающихся кресел, четырехштанговых качелей, специальных подвижных тренажеров. При этом необходимые раздражения вестибулярного анализатора обеспечиваются посредством дозированных навязанных (принудительных) движений станда и его устройств при ограниченной двигательной активности самих тренируемых лиц. Эффективным методом пассивной тренировки курсантов является непрерывное воздействие ускорений Кориолиса в сочетании с оптокинетической стимуляцией полей зрения и выполнением психологических тестов. Смешанные тренировки являются наиболее эффективными и включают элементы активной и пассивной тренировок.

Большое затормаживающее влияние на возникновение укачивания оказывает загруженность летного состава в полете. В том случае, когда внимание человека занято конкретной деятельностью, укачивание проявляется значительно

реже. Наоборот, когда летный состав или пассажиры (десантники и др.) «углубляются» в свои ощущения, когда нет элемента отвлечения, укачивание наблюдается чаще. Состояние укачивания значительно облегчается во время сна. В заключение следует указать, что разумная организация режима труда, отдыха и питания летного состава также способствует повышению устойчивости организма к укачиванию.

Фармакологическая профилактика у летного состава может проводиться ограниченно. Для летного состава могут быть рекомендованы средства, не оказывающие неблагоприятного побочного действия на работоспособность. В их числе стимуляторы нервной системы, повышающие неспецифическую сопротивляемость организма (элеутерококк, китайский лимонник, женьшень и др.), витаминные комплексы («Питаф», «Аэровит»). Для авиапассажиров могут назначаться следующие средства: холинолитики (наиболее эффективен скополамин в дозе 0,6–1 мг, он дает и наиболее выраженные побочные эффекты: головокружение, некоторую оглушенность и др.); противогистаминные средства (меклизин в дозе 50 мг); вещества, угнетающие ЦНС (наиболее эффективен мепробамат дозе 400 мг); поливитаминные препараты («Аэровит», но только после предварительного 1–2-недельного приема); комбинированные препараты («Аэрон», «Акинет», смеси Чапека, Сябро). Количество и разнообразие антикинетозных фармакологических средств объясняется, главным образом, недостаточным знанием патогенеза воздушной болезни и сложностью форм ее клинических проявлений: желудочно-кишечной, сердечно-сосудистой, нервной, смешанной. Многие средства направлены на ликвидацию только отдельных симптомов, в результате чего их эффективность, как правило, невысока. Все фармакологические средства, применяемые профилактически за 30–40 мин и более до полета, значительно эффективнее (примерно до 70–80 % от максимального эффекта), чем при возникновении первых симптомов воздушной болезни (30–40 % эффективности).

Рассмотренные фармакологические средства (кроме витаминов) могут быть рекомендованы только для пассажиров ЛА вследствие наличия у них побочных неблагоприятных эффектов. Но при назначении пассажиру того или иного препарата авиационный врач должен учитывать возможные противопоказания. И, наконец, следует учитывать, что к настоящему времени не найдено фармакологических средств или их смесей, обладающих 100%-ным профилактическим противоукачивающим эффектом.

В заключение следует еще раз напомнить, что профилактика и лечение укачивания у летного состава и авиапассажиров имеют некоторые особенности. У пассажиров она может проводиться путем использования довольно обширного набора фармакологических средств; у летного состава — только путем применения таких лекарств, которые, предупреждая укачивание, не снижают работоспособности. Однако основное внимание при профилактике воздушной болезни у летного состава следует обращать на проблему медицинского отбора и специальную подготовку.

ГЛАВА 11. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЛЕТНОГО СОСТАВА ПРИ ПОВЫШЕННОЙ И ПОНИЖЕННОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

Световые условия полета и зрение летчика. Зрению летчика в полете отводится важнейшая роль. Можно выделить три основных компонента, составляющих зрительную работу: 1) особенности зрительной работы (характеры зрительной работы, временные показатели, необходимость зрительной ориентировки во внешнем пространстве и др.); 2) психофизиологическое состояние зрительного анализатора; 3) условия зрительной работы (световые условия вне и внутри кабины, угловые размеры, яркости и контрасты объектов различения). Нарушение каждого из компонентов может привести к нарушению зрительной работоспособности, поэтому необходимо изучать все факторы, связанные с трудовым процессом летчика в совокупности и взаимозависимости.

Особенности зрительной работы. Доля того или иного вида информации, составляющей информационную модель, в значительной степени зависит от этапа полета, полетного задания и условий полета. Совершенно очевидно, что в полете по маршруту в визуальных метеорологических условиях летчик будет уделять внимание как приборам, так и окружающему пространству. Если же полет совершается в приборных (сложных) метеорологических условиях, то инструментальная зрительная информация будет преобладающей. Окончательный этап полета — посадка самолета — выполняется визуально, основную информацию о положении самолета в пространстве и расстоянии летчик получает из внекабинного пространства (табл. 11.1).

Таблица 11.1

Распределение внимания летчика при полете на предельно малых высотах

Условия полета		Объекты контроля, %	
Высота, м	Скорость, км/ч	Земная поверхность	Приборы в кабине
100	600	30	70
	900	51	49
30	600	50	50
	900	69	31

Таким образом, зрительная работа летчика в полете включает обзор: 1) приборного оборудования внутри кабины с целью быстрого и точного считывания их показаний, различения сигналов внутрикабинной световой сигнализации, видимости положения рычагов управления; 2) внешнего пространства с целью пространственной ориентировки и определения местности, поиска, обнаружения и опознания воздушных и наземных объектов, определения дистанции до объектов и до земли при посадке самолета.

Психофизиологическое состояние зрительного анализатора. «Зрительная работоспособность» зависит от соответствия отдельных зрительных функций решаемым зрительным задачам, а также от клинического состояния глаза. Уровень зрительных функций регламентируется научно обоснованными требованиями врачебно-летной экспертизы. Эти требования довольно жесткие, поэтому случаи возникновения острых глазных заболеваний в полете чрезвычайно

редки. Однако на функции зрительного анализатора в полете могут повлиять изменение барометрического давления и парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, ускорения, шум, вибрации, а также световые условия.

Условия зрительной работы. Естественное освещение. Деятельность членов экипажей ЛА протекает в тесном взаимодействии с внешней средой. Большую роль при этом играют световые условия полета. Современная авиация выполняет полеты в любое время суток и в различных метеорологических условиях, в широком диапазоне высот и на различных географических широтах. Поэтому летчик даже в одном полете может встретиться с различными световыми условиями: от полной темноты, при которой нормальное функционирование зрения возможно только при специальном искусственном освещении (ночной полет), до экстремальных яркостей, требующих защиты глаз летчика от ослепления (полет над облаками в сторону солнца).

Источником естественного освещения Земли является Солнце. Оно создает максимальную освещенность (солнечная постоянная) около 135 000 лк без учета оптических свойств атмосферы. В атмосфере солнечное излучение частично поглощается и перераспределяется, что приводит к неравномерности освещенности.

Перенесение взгляда с ярких облаков или объектов в плохо освещенную кабину приводит к временному ослеплению. Для различения показаний приборов необходимо некоторое время для переадаптации. Данный эффект особенно ярко проявляется в полете над облаками, полетах в сторону солнца.

Чтобы уменьшить эффект ослепления летчика от яркого солнечного света в полете используются светофильтры (светофильтр-козырек на лобовом стекле, светофильтры защитных шлемов). Наиболее перспективными являются светофильтры с изменяющейся интенсивностью поглощения света в зависимости от мощности излучения. Кроме того, используется дополнительная подсветка приборов.

Другим явлением, осложняющим условия зрительной работы летчика при полетах на больших высотах, является возможность возникновения так называемой миопии пустого поля. Причину указанного явления связывают с отсутствием на больших высотах каких-либо ориентиров за пределами кабины, в результате чего происходит установка аккомодационной мышцы в положение физиологического покоя. Это обуславливает аккомодацию в пределах 0,5–2 дптр, т. е. глаз летчика становится несколько близоруким, что приводит к снижению разрешающей способности и снижению дальности видимости.

Ночные полеты особенные по своим световым условиям. Летчик, помимо быстрого и точного различения показаний приборов, должен осуществлять ориентировку за пределами кабины в условиях пониженной освещенности. В то же время естественные световые условия ночи не обеспечивают необходимые для различения показаний приборов уровень различительной чувствительности и остроту зрения.

Особенностью ночного зрения является то, что в условиях низкой освещенности функционирует только палочковый аппарат, при этом наблюдается цветовая слепота, а острота зрения снижается от 0,1 до 0,05. Отмечается также следующий эффект: при фиксации зрения на одном объекте через несколько секунд

пропадает изображение данного объекта. Летчику необходимо совершать легкие движения глазами, чтобы удерживать обнаруженный объект в поле зрения.

Следует также отметить, что в ночных условиях снижается не только острота зрения, но и контрастная чувствительность. Если при хорошем освещении глаз различает предметы, отличающиеся по контрасту на 2 %, то в темную ночь с трудом различает предметы, отличающиеся по контрасту в 2–3 раза.

Таким образом, функция зрения может измениться под воздействием нескольких факторов. При этом неблагоприятные воздействия некоторых факторов можно искусственно ослабить или устранить.

На основе анализа реального уровня солнечной освещенности, характеристик конструкции и остекления кабин современных ЛА, а также особенностей компоновки приборной доски и др. можно так охарактеризовать предельно допустимые световые условия в кабине современного ЛА:

- применительно к электронным средствам отображения информации (СОИ), расположенным в плоскости приборной доски (пультов) и относящимся к индикаторам прямого видения, предельный уровень внешней освещенности в плоскости экрана индикатора может составлять в дневных условиях 75000 лк, в ночных условиях — 0,1 лк;

- применительно к электронным СОИ, расположенным над приборной доской и относящимся к индикаторам коллиматорного типа, предельный уровень яркости фона внекабинного пространства, на котором считывается предъявляемая информация, может составлять в дневных условиях 22 500 кд/м² (100 000 лк), в ночных условиях — 0,002 кд/м² (0,1 лк).

Изменение внешней освещенности в процессе полета характеризуется большой динамичностью и выраженными световыми перепадами, достигающими величины более чем 1 : 100. Условно можно выделить три световых профиля полета в дневных условиях:

- низковысотный полет по маршруту с выходом в заданную зону: малая динамичность изменения внешней освещенности (временное изменение в пределах 15–25 мин) с небольшими отклонениями от среднего уровня освещенности (± 15 %);

- изменяющийся по высоте профиль полета с пространственным маневрированием: высокая динамичность изменения внешней освещенности (временное изменение в пределах 1–2 минут), диапазон (более чем в 100 раз) и наличие световых перепадов (в течение 1–3 с) в диапазоне от 1 : 100 до прямого солнечного засвета;

- высотный полет по маршруту: малая динамичность изменения, освещенности (временное изменение в пределах 0,3–1,5 часа) при максимальном уровне освещенности (более 100 т. лк), а также выраженные световые перепады внутри кабины (между затемненными и освещенными поверхностями более 1 : 20–1 : 40).

Для сумеречных условий уровень внешней освещенности изменяется в пределах от 3–5 лк до 30–50 лк. Данный диапазон внешней освещенности является весьма важным, т. к. в нем процесс зрительного восприятия наиболее неустойчив, что связано с взаимодействием функций ночного и дневного зрения. В указанном диапазоне внешней освещенности необходимо более строго обес-

печивать оптимальность светотехнических и визуальных характеристик авиационных СОИ, включая электронные.

Внутрикабинное освещение. Одним из основных требований, предъявляемых к внутрикабинному освещению, является обеспечение быстрого и точного различения показаний приборов и сохранение высокого уровня световой чувствительности для ориентировки за пределами кабины в условиях пониженной освещенности ночи. В то же время создание световых условий для обеспечения высокого уровня функций дневного зрения приводит к ухудшению функций ночного зрения и наоборот. В связи с этим был выдвинут принцип дифференцированного подхода к светотехническим характеристикам и нормам в зависимости от особенностей профессиональной деятельности членов экипажей и условий ночного полета и, в первую очередь, от необходимости ориентировки за пределами кабины. Анализ особенностей полетов самолетов различных классов показал, что магистральные самолеты совершают взлет и посадку на аэродромах, хорошо оборудованных в светотехническом отношении. Длительные полеты по маршруту, как правило, производятся на больших высотах вне визуальной видимости земли при использовании автоматических средств управления самолетом и навигации. Самолеты местных линий и вертолеты могут совершать полеты с аэродромов, не имеющих достаточного светотехнического оборудования, а при выполнении специальных заданий осуществляют полет по наземным ориентирам, например при поисково-спасательных полетах, с посадками на необорудованные площадки. Очевидно, что вопрос о необходимости сохранения высокого уровня функций ночного зрения в описанных случаях должен решаться по-разному.

Установлено, что световая чувствительность и сумеречная острота зрения менее всего нарушаются при адаптации к освещению длинноволновыми лучами, в частности красным светом с длиной волны 0,62 мкм. Световая чувствительность при малых яркостях шкал, освещенных белым светом, практически не отличается от уровня чувствительности при красном освещении, однако при увеличении яркости шкал различие в уровнях чувствительности увеличивается и при яркости 10 кд/м² составляет примерно 1,5 раза. В условиях освещения красным светом скорость переадаптации также большая по сравнению с освещением белым светом. Освещение белым светом обеспечивает несколько большую по сравнению с красным светом остроту зрения и правильное различение цветных обозначений; оно более привычно и более комфортно для летчика.

Определены допустимые уровни яркостей шкал приборов и равномерности яркости как по приборной доске, так и по отдельным приборам, и разработаны требования к внутреннему освещению самолетов и вертолетов, которые вошли в соответствующий отраслевой стандарт (табл. 11.2, 11.3).

Наибольшее распространение получила двоякая система освещения, встроенного в приборы (белого + красного). К системе внутрикабинного освещения следует отнести устройство для дополнительного подсвета приборной доски в дневных условиях. С целью снижения длительности временного ослепления при полетах на больших высотах, в сложных метеорологических условиях, а также ночью в районе грозовой деятельности предложены лампы подсвета приборной доски заливающим светом.

Таблица 11.2

Яркость и равномерность освещения внутри кабины при ночном полете

Освещаемая поверхность	Яркость, кд/м ²		Яркость, не менее
	красный свет	белый свет	
Шкала индикатора и прибора (отметки, числа отсчета, знаки, символы)	0,5–2,5	1–5	1 : 3
То же при пространственном расположении шкал	0,5–2,5	1–5	1 : 5
Индикационные элементы (планка, индекс, стрелочный указатель, сигнальный флажок, символическое изображение и др.), белые и цветные, не менее	0,6	1,0	–
Функциональные линии связи мнемонических индикаторов, белые и цветные	0,5–2,5	1,5	1 : 5
Надписи и знаки на щитках и пультах	0,3–3,0	0,6–6,0	1 : 10
Окантовка элементов управления, функциональные линии связи на щитках и пультах, не менее	0,3	0,6	–
Шкалы пилотажно-навигационных индикаторов и приборов, индикаторные элементы, надписи и щитках и пультах в аварийном режиме, не менее	0,3	0,6	1 : 4

Таблица 11.3

Освещенность приборных досок, щитков и рабочих столиков экипажа при высотных полетах и грозе

Освещаемая поверхность	Освещенность при заливающем свете, лк (белый свет T _c = 1900–5000 К)	Равномерность освещенности, не менее
Приборные доски летчиков, не менее	150	1 : 3
Рабочие столики экипажа, приборные и электрические щитки бортинженера	25–75	1 : 3

Для ускорения переадаптации после внезапных засветов или наблюдения слоя облаков, имеющих высокие яркости, наиболее целесообразно создание на поверхности приборной доски дополнительной освещенности в 150 лк.

Требования к светотехническим параметрам средств отображения информации. В настоящее время развитие авиационных СОИ характеризуется переходом на принципиально новую элементную базу. Это связано с широким использованием бортовых ЭВМ, а также необходимостью оптимизации процессов управления ЛА и информационного взаимодействия в системе «летчик – ЛА – среда».

При создании авиационных электронных СОИ используются такие оптоэлектронные элементы (приборы), как электроннолучевые трубки (ЭЛТ), светодиоды, электролюминесцентные индикаторы и т. п. Отличительной особенностью указанной элементной базы является использование принципа активного высвечивания информации, что требует существенного пересмотра принятых в настоящее время требований к СОИ традиционного типа.

Исходя из анализа известных психофизиологических особенностей основных характеристик зрительного анализатора, а также данных литературы и действующих НТД, можно задать следующий перечень базовых требований к электронным СОИ:

1. Энергетические показатели:
 - яркость изображения;

- яркостной контраст;
 - неравномерность свечения яркости.
2. Спектральные характеристики:
 - координаты цветности;
 - доминирующая длина волны;
 - чистота цвета.
 3. Пространственные параметры:
 - угловые размеры информационного поля;
 - угловые размеры знака (символа, детали и т. д.);
 - разрешающая способность ЭЛП;
 - геометрические и нелинейные искажения.
 4. Временные характеристики:
 - частота смены кадра (изображения).

В качестве унифицированных можно рекомендовать следующие требования к светотехническим и визуальным параметрам авиационных электронных СОИ:

1. Энергетические параметры.

- 1.1. Минимальная яркость изображения (знаков при негативном контрасте или фона при позитивном контрасте) должна быть не менее $0,5 \text{ кд/м}^2$, при цветовом кодировании — не менее 10 кд/м^2 с учетом использования фильтров и других светозащитных устройств.

- 1.2. В СОИ должна быть предусмотрена возможность плавного регулирования яркости во всем диапазоне.

- 1.3. Светотехнические параметры авиационных электронных СОИ должны обеспечивать безошибочный уровень ($P > 99 \%$) считывания высвечиваемой информации во всем диапазоне световых условий полета (индикаторы прямого видения — $0,1\text{--}75000 \text{ лк}$; индикаторы коллиматорного типа — $0,002\text{--}22500 \text{ кд/м}^2$). При этом минимально допустимая величина яркостного контраста при угловом размере знаков (символов) $\alpha \geq 20 \text{ угл. мин}$ должна составлять: красный цвет — $0,3$; зеленый цвет — $0,3$; желтый цвет — $0,4$; синий цвет — $0,2$.

- 1.4. Неравномерность яркости на экране не должна превышать $1 : 3$. Неравномерность яркости знака не должна превышать $1 : 2$.

- 1.5. Не допускаются видимые изменения яркости изображения (мерцание).

- 1.6. Средства снижения отраженной яркости (блескости) или улучшения контраста не должны приводить к ухудшению считывания (видимости) предъявляемой информации и искажать цветность высвечиваемых сигналов.

2. Спектральные характеристики.

- 2.1. Для авиационных электронных СОИ с цветовым кодированием должны использоваться цвета со следующими спектральными характеристиками:

Таблица 11.4

Цветовой фон	Красный	Оранжевый	Желтый	Желто-зеленый	Зеленый	Сине-зеленый	Синий
Доминирующая длина волны, нм	625 (610–630)	600	585 (585–593)	575	535 (520–535)	500	475 (460–480)

Предельно допустимое количество одновременно используемых цветов не должно превышать 6. Оптимальными сочетаниями цветов являются:

- а) для двухцветных индикаторов:
 - красный и зеленый;
 - красный и сине-зеленый;
- б) для трехцветных индикаторов:
 - красный, желтый, зеленый;
 - красный, желто-зеленый, сине-зеленый;
- в) для четырехцветных индикаторов:
 - красный, желтый, зеленый, сине-зеленый;
- г) для пятицветных индикаторов:
 - красный, оранжевый, желто-зеленый, зеленый, сине-зеленый;
- д) для шестицветных индикаторов:
 - красный, оранжевый, желтый, желто-зеленый, зеленый, сине-зеленый.

Для всех указанных сочетаний цветов дополнительно могут использоваться ахроматические цвета: белый, серый и черный.

2.2. Минимально допустимая величина чистоты цвета должна быть: красный цвет — 30 %; зеленый цвет — 10 %; желтый цвет — 30 %; синий цвет — 10 %.

2.3. Несведение лучей для многоцветовых СОИ не должно превышать 0,5 мм в центре экрана ($\pm 15^\circ$) и 1 мм на краях рабочей части экрана.

3. Пространственные параметры.

3.1. Угловой размер информационного поля экрана не должен превышать 45° .

3.2. Угловой размер знака (символа) должен быть не менее 35.

3.3. Геометрические размеры знака: отношение высоты и ширины знака — 1 : 0,7; ширина линии обводки знака — $\frac{1}{12} H$ зн.

3.4. Геометрические искажения не должны превышать 3 %. Нелинейные искажения не должны превышать 5 %.

3.5. Разрешающая способность определяется в техническом задании на конкретный тип СОИ. Для знаков (символов) — не менее 10 линий на высоту (диапазон 7–11 линий на высоту).

4. Временные характеристики.

4.1. Частота смены кадров — не менее 60 Гц.

Внутрикабинная световая сигнализация. Внутрикабинная световая сигнализация является одним из источников информации, позволяющей судить о режимах полета самолета, вертолета, а также о работе различных их агрегатов и органов управления. По своему информационному значению различают сигналы трех категорий: аварийные, предупреждающие и уведомляющие.

Правильное и своевременное восприятие световых сигналов обеспечивается выбором оптимальных величин яркости, цветности, размера светового поля и рациональной структуры построения системы сигнализации.

Экспериментально установлено следующее:

- правильное различение с достаточно больших углов стабилизируется, начиная с яркости 5000–6000 кд/м², величина которой является оптимальной для дневных условий;

- при действии зеленых сигналов в ночном полете порог световой чувствительности увеличивается в 7 раз, а при действии красных — в 1,5 раза по сравнению с адаптацией к темноте.

С целью уменьшения слепящего действия зеленого сигнала рекомендовано снижение его яркости и уменьшение светового окна с 10 до 5 мм. Для повышения заметности аварийных (красных) сигналов было рекомендовано применение их в проблесковом режиме с частотой 2–3 Гц. Это значительно повышает угол различения сигнала: вместо 20° для постоянного горения до 50° в проблесковом режиме. Однако с целью обеспечения 100 % вероятности различения рекомендовано размещение аварийных сигналов в пределах не более $\pm 20^\circ$ от центра приборной доски. Допускается применение не более 5 цветов сигналов: красный — аварийный; желтый — предупреждающий; зеленый — уведомляющий; синий — уведомляющий сигнал пролета дальнего маркерного радиомаяка; белый — уведомляющий сигнал пролета ближнего маркерного радиомаяка.

Наружная световая сигнализация. Средства наружной световой сигнализации должны обеспечивать предотвращение столкновения в воздухе, сбор в воздухе и последующий полет в составе группы, световую связь между самолетами и землей, а также световое обозначение самолетов на стоянке.

Для безопасности воздушного движения самолетов предназначены аэронавигационные огни (АНО), основные параметры которых регламентируются специальными международными нормами. Общепринятой системой АНО является трехцветная: левый борт — красный огонь, правый — зеленый, хвостовая зона — белый. При наблюдении за воздушным пространством вне самолета летчик должен уверенно различать световые сигналы других самолетов. При этом ему необходимо не только заметить световой сигнал, но также определить его цвет. Установлено, что пороговая освещенность для постоянных огней на фоне ночного неба может быть принята, независимо от цветности огня, равной $2-3 \cdot 10^{-7}$ лк. При наблюдении проблесковых огней величины пороговой световой экспозиции должны составлять для белого огня $2 \cdot 10^{-8}$ лк/с, для зеленого — $3 \cdot 10^{-8}$ лк/с, для красного — $6 \cdot 10^{-8}$ лк/с (Л. Н. Мейер и др., 1963).

Следует иметь в виду, что навигационные огни могут ухудшить условия видимости для летчика, если они установлены неправильно и не экранированы надежным образом. Для определения минимально допустимого расстояния, обеспечивающего безопасность полета, необходимо знать, кроме того, промежуток времени, в течение которого летчик своевременно обнаружит аэронавигационные огни другого самолета, определит направление и высоту его полета и произведет требуемый маневр своего самолета для избегания столкновения. Этот промежуток определяется в основном летными качествами самолета и может быть рассчитан для каждого типа.

Исходя из современных требований авиации, наружная сигнализация современных самолетов при хороших метеорологических условиях должна обеспечивать дальность обнаружения встречного самолета с расстояния не менее 50 км. В последнее время для целей световой сигнализации начали применяться проблесковые огни с использованием импульсных ламп, которые обладают лучшей заметностью и обеспечивают большую дальность обнаружения.

Посадочно-рулежное освещение самолетов. Посадочное и рулежное освещение осуществляется посадочными и рулежными фарами. При отсутствии или недостаточности наземного светового оборудования посадочные фары яв-

ляются единственным источником освещения взлетно-посадочной полосы. Они должны обеспечивать яркость, необходимую для восприятия фактуры участка грунта или покрытия полосы, на который направлен взгляд летчика при посадке.

Известно, что в основе визуального определения расстояния до земли на окончательном этапе посадки существенное значение имеет состояние таких зрительных функций, как острота зрения, частота слияния мельканий, величина порога абсолютной удаленности. Указанные функции имеют низкие значения при малых яркостях, характерных для световых условий ночи. Качество оценки расстояния зависит также от условий освещения земной поверхности, а именно яркости, величины площади освещаемой поверхности, равномерности освещения и т. д.

В настоящее время установлено, что для обеспечения уверенной оценки расстояния до земли при посадке самолета посадочная фаза на высоте выравнивания должна создавать следующие световые условия: угловые размеры пятна в направлении движения самолета — не менее 15° ; яркость участка поверхности в центральной части пятна с угловыми размерами около 8° — не ниже $0,3 \text{ кд/м}^2$; отношение яркостей периферической части пятна к центральной не более $1 : 10$.

При установке посадочной фары следует руководствоваться данными исследования «слепых зон», связанных с характеристикой обзора из кабин ЛА. При этом для уменьшения угловых скоростей перемещения земной поверхности пятно фары необходимо располагать как можно ближе к продольной оси самолета на границе «слепой зоны». В целях обеспечения безопасности руления самолета в ночных условиях необходимо, чтобы летчик мог заметить препятствия на расстояниях, позволяющих изменить направление движения самолета или произвести торможение. Для соблюдения безопасности движения самолета по аэродрому в ночных условиях рулежная фара должна обеспечивать яркость объектов в пятне не ниже $0,02 \text{ кд/м}^2$.

Световое оборудование аэродрома. Безаварийная посадка в условиях пониженной освещенности ночи обеспечивается не только самолетными светотехническими средствами, но также аэродромным световым оборудованием. Светотехническая система привода и посадки ЛА представляет собой совокупность светосигнальных, светомаячных и осветительных приборов. Состав и световые характеристики светотехнической системы определяются в зависимости от класса аэродрома.

Основным принципом построения светотехнических систем привода и посадки в ночное время является обеспечение дальности видимости аэродромных огней с расстояний, необходимых для определения положения самолета по курсу и высоте полета относительно аэродрома и своевременного перехода к визуальному пилотированию на посадке. Чем на большем расстоянии самолета от ВПП обнаруживаются аэродромные световые сигналы, тем более точный расчет на посадку может выполнить летчик и тем лучше будет осуществлена посадка. Принято, что для безопасности посадки дистанция перехода на визуальный полет должна составлять не менее 2500 м от аэродрома.

Осветительные приборы должны обеспечивать возможность подсвета зоны подхода к ВПП размером 400 м к зоне приземления на ВПП длиной 1000 м и создавать освещенность не менее 20 лк при равномерности освещения $1 : 2,5 - 1 : 3,3$

в зависимости от класса аэродрома. Общая тенденция развития светового оборудования аэродромов направлена на увеличение дальности видимости огней и, следовательно, на увеличение мощности источников света.

При увеличении мощности источников света и при определении углов установки арматуры не следует забывать, что избыточные яркости, создаваемые светотехническими системами, могут вызвать временное ослепление летчика, так как в условиях современных скоростей самолетов время перехода от малых яркостей приборов в кабине во время ночного полета к высоким яркостям освещенного аэродрома недостаточно для переадаптации.

В последние годы применяется в аэропортах гражданской авиации лазерная система взлета и посадки самолетов. Оптико-физиологической ее основой является зрительное восприятие рассеянного в атмосфере лазерного излучения специальных курсоглиссадных маяков, основанных на применении газовых гелий-неоновых или криптоновых лазеров. Луч курсового маяка располагается в курсовой плоскости и обозначает курс посадки; лучи глиссадных маяков располагаются в плоскости глиссады и обозначают глиссаду снижения.

Лучи курсоглиссадных маяков направлены навстречу самолету и зрительно воспринимаются в виде определенной фигуры. По форме фигуры летчик может судить о точности выдерживания курса и глиссады.

Освещение предполетных помещений. Большое значение имеет правильное освещение предполетных помещений. Их необходимо освещать неярким равномерным искусственным светом, необходимо исключить прямое наблюдение нити накаливания. Освещенность рабочих мест в этих помещениях должна составлять 15–30 лк, а стен и потолков — 5–15 лк.

После выхода из помещения летчику необходимо для достижения приемлемой адаптации зрения в светлую ночь не менее 15 секунд, а в темную ночь — до 3 мин. Ночью при встрече с источником яркого света летчику необходимо применять простейшие приемы: закрывание глаз, перенос взгляда в противоположную сторону, прикрытие глаза, ближайшего к источнику света.

Таким образом, условия деятельности летчика чрезвычайно разнообразны, и влияние этих условий на функции зрения и зрительную работоспособность многогранны и сложны.

ГЛАВА 12. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЛЕТЧИКА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ РИТМОВ

Работы А. Л. Чижевского, К. Э. Циолковского, В. Н. Вернадского заложили основы прогнозирования формирования ритмов биосферы и закономерностей биотропного действия гелиофизических факторов на организм человека В 1960 г. хронобиология была принята как равноправная среди других наук.

Хронобиология — наука, объективно исследующая на количественной основе механизмы биологической временной структуры, включая ритмические проявления жизни. Составной частью хронобиологии является учение о биологических ритмах — биоритмология. Согласно современным данным, биоритм представляет

собой колебания интенсивности или скорости какого-либо биологического процесса, наступающие через приблизительно равные промежутки времени.

Характеристика биологических ритмов. В зависимости от длительности периода или частоты биологические ритмы подразделяются на высокочастотные (от микросекунд до 0,5 ч), среднечастотные (от 0,5 ч до 1 недели), низкочастотные (от 20 суток до нескольких лет) и мегаритмы с периодом в десятки и многие десятки лет.

К наиболее изученным ритмам с низкой частотой относятся околонедельные (циркасептанные), околосесячные (циркатригинтанные) и околосесячные (циркаданные).

Понятия «цикл» и «ритм» близки, их употребление зависит от контекста. Чаще под цикличностью понимается повторяемость событий. Говоря о ритме, предполагают, что кроме периода известны и другие его параметры (мезор, акрофаза, батифаза). Длительность одного полного цикла ритмических колебаний в единицу времени выражается периодом (Т). Период представляет собой величину, обратную частоте (г). Уровень, или мезор (М), обозначает среднюю величину циклического процесса. Акрофаза — максимальное отклонение показателя цикла вверх от средней линии, батифаза — максимальное отклонение вниз от средней линии.

Биоритмы классифицируют также по уровням организации биосистемы: клеточные, органные, организменные, популяционные. Существует общая тенденция к увеличению длины периодов по мере усложнения биологических систем.

Таблица 12.1

**Классификация ритмической активности организма и основные свойства ритмов
(Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980)**

Класс ритмов	Название ритмов	Период	Частота	Функции, которым присущи данные ритмы
Высокой частоты	Специальных названий пока нет	От тысячной до сотой доли микросекунды 10^{-14} – 10^{-15}	10^{-14} – 10^{-15} Гц (СВЧ)	Осцилляции на молекулярном уровне
	Ритмы ЭЭГ (альфа, бета и т. д.)	От 30 мс до 2 с	0,5–30 Гц	ЭЭГ
	Секундные волны	От 1 с до 1 мин	1–0,02 Гц	ЭЭГ, ЭКГ
	Минутные волны	До 30 мин	1 цикл в 1–30 мин	ЭЭГ, дыхание, перистальтика кишечника
Средней частоты	Ультрадианные	Более 30 мин, менее 20 ч	Более 1 цикла в 20 ч	Метаболические процессы; колебания главных компонентов крови, мочи и др.; процессы секреции
	Циркадианные	20–28 ч	Около 1 цикла в сутки	Цикл сон — бодрствование; ритмические изменения температуры, АД, частоты клеточных делений, функций организма

Окончание табл. 12.1

Класс	Название ритмов	Период	Частота	Функции, которым
-------	-----------------	--------	---------	------------------

ритмов				присущи данные ритмы
	Инфраниантные	Свыше 28 ч	1 цикл в 30 ч – 5 сут	
	Циркасептантные	Около 1 нед.	1 цикл в 7 сут	
Низкой частоты	Циркавигинтантные	Около 20 сут	1 цикл в 3 нед.	Эндокринные (менструальный цикл) и метаболические процессы
	Циркатригинтантные	Около 1 мес.	1 цикл в 28–32 сут	
	Цирканнуальные	Около 1 года	1 цикл в год	Медленные метаболические, эндокринные процессы и другие функции организма
	Многолетние	От 1,5 до нескольких лет	1 цикл в несколько лет	
Сверхмедленные ритмы	Мегаритмы	Десятки и много десятков лет	1 цикл в десятки лет	Ритмы в мультииндивидуальных системах, эпидемии

С точки зрения взаимодействия организма и среды выделяют два типа колебательных процессов: адаптивные ритмы и биоритмы. К первым относятся колебания с периодами, близкими к основным геофизическим циклам, роль которых заключается в адаптации организма к периодическим изменениям внешней среды; ко вторым — физиологические, или рабочие, ритмы, отражающие деятельность физиологических систем организма.

Из всего многообразия циклических процессов основное внимание сосредоточено на суточных и сезонных ритмах, изучение которых находится в центре современных хронобиологических и хрономедицинских исследований. Это обстоятельство связано с тем, что суточная и сезонная периодичность присущи всем уровням биологической организации. Есть все основания утверждать, что суточные и сезонные ритмы служат целям приспособления организма к циклическим изменениям окружающей среды и составляют универсальную временную основу (единую систему времени), необходимую для интеграции сложных биологических систем, образованных из осциллирующих элементов.

Общие закономерности суточного биоритма. Живые организмы измеряют время примерно сутками. Им не надо заучивать этот ритм, они не нуждаются в сигналах времени, ибо помнят его наизусть. Он встроен в них. Ритмическая активность обнаружена уже в единичной клетке. Причем оказалось, что, по существу, невозможно нарушить ход «клеточных часов», не убив при этом клетку. В целом, человеческому организму свойственно более 100 ритмов. Многие из них скоординированы с циклом сон – бодрствование, например, температура тела, экскреция мочи и др.

Основой биоритма живых часов служит вращение Земли вокруг своей оси. В пределах 24 ч изменяются условия освещенности (день – ночь) и другие геофизические и метеорологические явления. Периодичность вращения Земли вошла в суть жизни живых организмов, стала их неотъемлемой частью. Но для того, чтобы поддерживать синхронность биологических часов с вращением Земли

требуется определенный сигнал, который подстраивал бы фазу наших часов к местному времени. У большинства биологических видов внутренние часы более чувствительны к свету как сигналу времени. Вместе с тем, суточные биоритмы отличаются известным постоянством, обусловленным эндогенными (внутренними) причинами, а не только внешними синхронизирующими факторами. В связи с этим существует необходимость регулярной подстройки фазы биологических часов из-за расхождения между собственным периодом этих часов и периодом вращения Земли.

Подстраиваясь по сигналу времени, биологические часы поддерживают ритм нашего организма в данной временной зоне в фазе с местным временем, обеспечивают необходимую поправку в случае путешествия на запад или на восток и компенсируют различия между своим собственным периодом и периодом вращения Земли.

В пользу эндогенной природы суточных ритмов свидетельствуют следующие данные: отклонение периода ритма от 24 ч и расхождение по фазе с местным временем в постоянных условиях освещения и температуры (явление циркадианности); сохранение суточной ритмики на полюсе, где почти все факторы не имеют суточной цикличности; отсутствие подстройки ритма к местному времени после перемещения в другой часовой пояс животных, находящихся в постоянных условиях освещения и температуры; возможность любой постановки фазы ритма по отношению к местному времени.

Однако независимость эндогенных механизмов суточного ритма от внешних условий не является абсолютной. Так называемые сигналы, или датчики времени (свет, температура воздуха, геомагнитное поле и др.), сдвигают фазу эндогенного ритма. Они обладают обязательным свойством: строго определенным фазовым соотношением с ритмом организма. В естественных условиях на организм воздействует несколько датчиков времени (как сильных, так и слабых). Обычно их эффекты суммируются, но при расхождении циклов этих факторов во времени настройка ритма определяется самым сильным датчиком времени.

Согласно современным представлениям, циклические процессы в организме осуществляются совокупностью относительно независимых внутренних ритмов синхронизированных по фазе и периоду. Это так называемый мультиосцилляторный принцип формирования комплекса суточных режимов физиологических функций. С одной стороны, он повышает адаптивную пластичность организма, позволяя приспосабливаться к различным по временной организации условиям среды; с другой — включает патологическое начало в виде вероятности десинхронизации внутренних циклических процессов при резких изменениях факторов внешней среды (например, при трансмеридианных перелетах).

Важным следствием мультиосцилляторного принципа циркадианной организации является зависимость биоритмологического стереотипа от временной структуры внешних датчиков времени. Это положение приобретает большое значение при анализе суточных и сезонных ритмов у людей, живущих в различных климатогеографических зонах. Сопоставление биоритмов у здоровых лиц из различных географических областей показывает, что специфические изменения в характере суточных и сезонных колебаний функций организма отмечаются

только в тех регионах, в которых имеются существенные изменения внешних циклических процессов (например, в аридной зоне или в полярных районах).

Таким образом, наблюдающийся в природе суточный ритм складывается из двух компонентов: эндогенного (суточная организация морфофункциональных структур организма) и экзогенного (воздействие внешне-средовых факторов на активность организма с регуляцией его ритма и поведения). Общее значение циркадианной ритмики выражается в том, что организм в разное время суток является различной биологической, биохимической и физической системой.

Амплитудно-фазовая структура суточных ритмов физиологических функций определяет такие свойства организма, как умственная и физическая работоспособность, устойчивость к внешним воздействиям биотической и абиотической природы. Вместе с известным разделением людей и животных по положению фаз максимума суточных ритмов («совы» и «жаворонки») выявляются также индивидуальные различия по пластичности механизмов регуляции циркадианных ритмов, фазовой и частотной десинхронизации биоритмов. Доказана также генетическая обусловленность индивидуальных особенностей циркадианной организации.

Десинхронизация биоритмов в полете. Проблема биоритмологии наиболее актуальна в авиации (особенно при длительных полетах) и космонавтике, так как деятельность летчиков и космонавтов связана с необходимостью совершать трансмеридианные и орбитальные перелеты. Известно, что при несоответствии внешних и внутренних ритмов нарушаются физиологические функции, задерживается процесс адаптации. Нарушения, обусловленные десинхронизацией биоритмов, можно отнести к «болезням» регуляции, в которых первично изменение временной организации функции.

Первым человеком, остро почувствовавшим поломку биологических часов, был американский летчик Вилли Пост, совершивший в 1931 г. облет земного шара за 8 дней. Его биологические часы вынуждены были на протяжении всего полета приспособляться к местному времени. В итоге — бессонница, усталость, плохое самочувствие. Согласно современным данным, 75 % членов экипажей трансмеридианных авиалиний страдают десинхронозом, т. е. рассогласованием ритмов в организме, проявляющимся различными астеновегетативными и невротическими состояниями. Чаще всего десинхроноз возникает при быстром перелете в широтном направлении. В этих условиях на летчика влияют временной сдвиг, перемена климата, напряжение в процессе полета и многое другое. Наиболее существенная роль принадлежит временному сдвигу. Связано это с тем, что возможности организма определяет прежде всего фаза суточного ритма. При этом, чем лучше синхронизирован организм с естественными ритмами, тем сложнее ему приспособляться к ритмам других периодов.

После дальних перелетов некоторое время чувствуется усталость и раздражительность, нарушения сна, иногда и расстройство пищеварения. Эти ощущения возникают в результате десинхронизации ритмов организма.

Примечательно, что 45 % людей вообще плохо приспособляются к изменению суточных графиков деятельности. Нередки случаи, когда оператор «отключается» от работы на 30–50 с, не осознавая этого, появляется ложная тревога на

сигнал, которого нет. Все эти изменения приобретают наибольшую выраженность в ночное время или в часы естественного снижения физиологических функций.

Особые трудности, связанные с перестройкой биологических ритмов, испытывают космонавты во время орбитальных полетов, когда их режим труда и отдыха отличается от земных суток. В космосе космонавты наблюдают восход Солнца 16–20 раз в сутки. У них совершенно меняется представление о земных сутках, но, тем не менее, изменить суточный биоритм практически невозможно. В свое время при организации режима труда на американских космических кораблях «Аполлон-7» и «Аполлон-8» руководители полета вначале придерживались правила, чтобы на корабле постоянно бодрствовал один космонавт. Поэтому смена периодов сна и бодрствования была нерегулярной и существенно отличалась от предполетной. Результаты оказались неудовлетворительными. Члены экипажей отмечали плохое самочувствие, особенно в первые трое суток полета. Один из космонавтов уснул во время вахты, другой был вынужден принимать тонизирующие средства. В дальнейшем руководители полетов стали приближать режим труда и отдыха к обычным земным условиям.

В практике пилотируемых космических полетов на отечественных кораблях с самого начала ставилась задача сближения космических и земных суток. Но были в истории отечественных космических полетов и неудачные режимы. Систематический сдвиг фазы цикла сон – бодрствование на 0,5–1 ч на борту космического корабля «Союз-9» стал одной из причин утомления космонавтов, отмеченного ими на 12–13 сут полета. Отсюда возникла необходимость использования хронобиологических принципов в организации космических полетов.

В процессе синхронизации биоритмов одни функции восстанавливаются раньше, а другие позже. Наиболее быстро восстанавливаются режим сна и бодрствования, простые психомоторные реакции. Восстановление суточного ритма сложных психофизиологических функций происходит в течение 3–4 сут. Для перестройки ритмов сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной, выделительной систем нужен более длительный период. Наиболее продолжительное время (12–14 сут) требуется для перестройки в соответствии с новым поясным временем суточного ритма терморегуляции, гормональной деятельности, основного обмена.

Скорость синхронизации биоритмов зависит от того, в каком направлении произошел сдвиг. При перелетах в западном направлении биологические часы отстают по отношению к 24-часовому суточному циклу, и для того, чтобы приспособиться к распорядку дня в новом месте, должна произойти фазовая задержка. После перелета в восточном направлении, наоборот, наблюдается фазовое ускорение. По-видимому, организму легче осуществить фазовую задержку, нежели ее ускорение. После перелета в западном направлении ритмы синхронизируются быстрее. С другой стороны, время, необходимое для адаптации к новым временным рамкам, зависит от особенностей индивида и его профессиональной активности. Отмечено, что после перелета через шесть часовых поясов и более, тот, кто не выходил из помещения и не включался в активную деятельность, приспособлялся к новым условиям намного медленнее.

Физиологическая сторона этой проблемы может быть рассмотрена с позиций образования условнорефлекторного динамического стереотипа, открытого И. П. Павловым (1949). Согласно этому принципу, в основе формирования биоритмологической периодики физиологических функций лежит возможность образования условного рефлекса на время действия раздражителей. В деятельности ЦНС это проявляется ритмически возникающими процессами возбуждения и торможения, а в системе неспецифической защиты — повышением либо снижением устойчивости организма.

Говоря о воздействии времязадателей на человеческий организм, необходимо упомянуть об одном факторе, который редко играет роль в жизни животного. Это индивидуальная мотивация. В частности, эффективность одного назойливого времязадателя — будильника — зависит от того, в какой из дней недели раздается его звонок и что произойдет, если мы его проигнорируем. В будние дни люди почти всегда подчиняются его диктату и встают с постели, но в выходные дни они, несмотря на звонок, могут поспать дольше, что обычно и делают. Хандра по утрам в понедельник — это своеобразная «полетная» дезадаптация, которая связана с тем, что в выходные дни люди ложатся и встают позже обычного. Поэтому к утру понедельника в циркадианной системе происходит фазовый сдвиг относительно общепринятого времени и приходится вставать намного раньше по сравнению с субъективным временем организма.

Хронодиагностика. Вызванная внешними факторами длительная десинхронизация физиологических функций может стать первичной причиной болезненных состояний и снижения работоспособности. Приведенные материалы свидетельствуют о практическом значении хронодиагностики и хронопрофилактики. Ранняя хронодиагностика и хронопрофилактика десинхроноза являются основой стратегии и тактики в организации профилактики заболеваний и повышения работоспособности человека.

Типологические особенности биоритмов. Учет типологических особенностей биоритмов лежит в основе одной их распространенных биоритмологических классификаций — делении людей на утренний («жаворонки») и вечерний («совы») типы в зависимости от уровня работоспособности. «Жаворонки» характеризуются высокой работоспособностью в утренние часы, а «совы» — в вечерние. Повышению работоспособности соответствуют лучшее самочувствие и высокий эмоциональный тонус организма. Указанные особенности циркадианной ритмики весьма постоянны и устойчивы. Последнее проявляется в суточной динамике физиологических функций (температура тела, ЧСС, показатели защитных функций и др.). По их изменениям также возможно выделение биоритмологических типов. Биоритмологические изменения могут служить эволюционным признаком соматотипа, что имеет существенное адаптивное значение.

Установлено, что «совы» легче адаптируются к работе ночью и к двух- и трехсменному труду. Это объясняется большей пластичностью механизмов, контролирующих ритм сон – бодрствование у людей этого типа по сравнению с «жаворонками». Вместе с тем процесс длительной адаптации человека в экстремальных условиях ведет к преобладанию утреннего биоритмологического типа.

Теория трех биоритмов. Основу псевдонаучной теории трех биоритмов составляет утверждение, будто всем нам присущи циклы, подобные женскому менструальному, но гораздо более точные: якобы физические способности прибывают и убывают каждые 23 сут, эмоциональное состояние меняется каждые 28 сут, а интеллектуальная работоспособность подчиняется более слабому 33-суточному циклу. Благодаря широкой рекламе теории трех биоритмов в Европе и Америке она стала широко распространенной задолго до научной проверки ее положений. В США эту идею активно развил Д. Томмен. Его книги «Ваш ли день сегодня?» (1964 г.) и «Биоритмы: ваш ли день сегодня?» (1969 г.) много раз перерабатывались и переиздавались, а сам он стал президентом фирмы, продающей альбомы схем и калькуляторы биоритмов. Однако в 70-х гг. эта привлекательная теория была опровергнута. Аналогично обстоит дело с заключением, что у каждого человека бывают хорошие и плохие дни. Люди испытывают трудности в предсказанные дни, только если их заранее подготовить к этому.

Совершенствование донозологической диагностики способствует развитию профилактической направленности медицины, нормированию условий труда, прогнозированию состояний на грани нормы и патологии. В практическом аспекте важное значение приобретает обоснование информативных и доступных критериев оценки адаптивных и донозологических состояний, что до настоящего времени встречает большие трудности.

Исходя из общебиологических представлений о переходе от физиологической нормы к состоянию предболезни и болезни через несколько стадий, можно полагать, что при длительно сохраняющихся признаках напряжения функциональных систем организма развивается состояние, пограничное с нормой, а при уменьшении этих признаков — недостаточность адаптационных механизмов либо истощение защитно-приспособительных возможностей, т. е. предпатология. Отличить эти противоположные по своей физиологической сущности состояния можно лишь при условии, если применяемые тесты будут оценивать уровень функционирования основных систем организма и отражать степень напряжения защитно-приспособительных возможностей.

Диагностика функциональных состояний осуществляется в основном как оценка адаптивного поведения биосистемы путем математического анализа изменений сердечного ритма, развития общих адаптационных реакций организма по изменению морфологического состава крови, состояния работоспособности по комплексу физиологических показателей. Их применение дает возможность раннего выявления донозологических состояний, включая десинхроноз.

Хронопрофилактика. Режим труда и питания. Режим сна и бодрствования играет основную роль в ускорении нормализации суточного ритма при многочасовых широтных перемещениях. Рекомендации по режиму и диете питания предусматривают: прием пищи как датчик времени, хронобиологическое действие теофиллина в чае и кофеина в кофе; свойство рациона, богатого белками, способствовать синтезу катехоламинов, а богатого углеводами — синтезу серотонина.

Регламентация отдыха после полета. Международной организацией гражданской авиации утвержден ряд правил, ограничивающих длительность полета и устанавливающих для летчиков определенный период отдыха после поле-

тов. Продолжительность послеполетного отдыха (ПО определяется по формуле: $Вр./2 + ЧП + Кот. + Кпр.$, где ПО — продолжительность периода отдыха в часах; Вр. — время полета в часах; ЧП — разница часовых поясов, если она больше 4; Кот. — коэффициент времени отлета (для местного времени); Кпр. — коэффициент времени прилета (для местного времени)). В целом время отдыха должно быть не менее времени, необходимого для компенсации послеполетного утомления.

Таблица 12.2

Значения коэффициентов времени отлета и прилета

Время суток	Кот.	Кпр
08.00–11.59	0	4
12.00–17.59	1	2
18.00–21.59	3	0
22.00–00.59	4	1
01.00–07.59	3	3

Предварительная адаптация. При полетах на восток с целью длительного там пребывания целесообразно проводить предварительную адаптацию путем ежедневного более раннего вставания и отхода ко сну. Таким образом, купируется воздействие десинхроноза со скоростью один часовой пояс в сутки. Переадаптация на 6 ч может быть проведена за 6 дней.

Одномоментная перестройка биоритмов на 6–10 ч состоит из перехода на новый ритм сна и бодрствования и точного соблюдения распорядка работы и отдыха по месту нового жительства. Скорость сдвига фазы зависит от силы датчиков времени, волевых качеств человека, точного соблюдения режима, заинтересованности и положительной мотивации. Усвоение новых экзогенных ритмов по ритму сна и бодрствования наступает через 1–3 дня. В первые дни переадаптации возникает десинхроноз, и в этот период весьма желательно воздерживаться от полетов. Продолжительность сна в первые сутки переадаптации следует увеличить до 9–10 ч. У многих людей десинхроноз проявляется бессонницей, в борьбе с которой применять снотворные нельзя (они нарушают фазу быстрого сна). В этих случаях полезны прогулка перед сном, теплая ванна, самовнушение.

В тех случаях, когда пребывание на конечном пункте после перелета будет кратковременным (1–2 сут), членам экипажа рекомендуется сохранять циркадианный ритм деятельности базового аэродрома (предоставление отдыха и питания по распорядку базового, а не местного аэропорта, вылеты в благоприятное время, при этом необходимо воздерживаться от полетов в период с 23 до 5 часов).

Практика показывает, что после полетов с пересечением 6–10 часовых поясов экипажу следует предоставлять отдых в аэропорту прилета продолжительностью 14–24 ч. Если же вылет был осуществлен во второй половине дня, продолжался в ночное время и закончился утром, то экипажу необходим отдых в течение суток.

Военные ведомства США разработали комплексы профилактических мероприятий, облегчающих адаптацию военнослужащих при перелетах по маршруту США – ФРГ. Для сохранения хорошего самочувствия и высокой работоспособности в день вылета рекомендуется передвинуть режим питания и деловой активности на 6 ч вперед, затем в самолете выдают снотворное и выключают свет.

Перед приземлением экипаж и все пассажиры трансконтинентального рейса получают крепкий кофе и плотный высокобелковый завтрак. Это позволяет значительно уменьшить сонливость, снять усталость, что является условием для более быстрого восстановления циркадианного ритма. Чарльз Чеслер из Гарвардского университета предлагает биологические ритмы, нарушенные перелетом Токио – Бостон (10,5 ч), восстанавливать за 3 дня, регулируя гормональный и тепловой режим тела искусственной сменой дня и ночи с помощью яркой лампы.

В гражданской авиации в целях снижения неблагоприятного влияния трансмеридианных полетов осуществляется эстафетное размещение экипажей через 3–4 часовых пояса. Биоритмологические рекомендации членам экипажа могут быть даны с позиций переадаптации или сохранения биоритмов. В тех случаях, когда экипаж на длительный срок (неделю и более) командировается, например, из Москвы в Красноярск для выполнения полетов в Магадан, то члены экипажа должны переадаптировать свои биоритмы на красноярское время. Напротив, когда пребывание в пункте эстафеты ограничивается несколькими днями, то переадаптация нецелесообразна, часто невозможна, а поэтому следует принять меры для сохранения базовых циркадианных ритмов, т. е. по возможности работать и спать в Красноярске и Магадане по московскому времени.

В тех случаях, когда полет начался в утренние часы или в первой половине дня и продолжался в благоприятной для экипажа дневной фазе, то отдых может быть сокращен до 14–16 ч. Такой сокращенный отдых более благоприятен для членов экипажа и лучше предупреждает десинхроноз, чем суточный отдых, так как этим предупреждается полет в ночное время. Эти рекомендации справедливы для полетов как на Восток, так и на Запад при условии, что в конечном пункте маршрута будет предоставлен полноценный 8–9-часовой сон (затемнение спальных комнат, исключение шума, предоставление питания по распорядку базового аэропорта). По возвращении на базу после трансмеридианного полета через 6 и более часовых поясов экипажу необходимо предоставить не менее чем суточный отдых.

При планировании полетов следует учитывать биоритмологические закономерности и ни при каких условиях не допускать полетов с 23 до 5 часов по биологическим часам экипажа, местное время при этом не играет существенной роли. Следует иметь в виду, что при выполнении трансмеридианных полетов у членов экипажа биологические ритмы не изменяются, они не усваивают новые геофизические ритмы. Более длительное, 2–3-суточное, пребывание в конечном аэропорту способствует сдвигу акрофазы циркадианного ритма и вызывает десинхроноз.

Ночные полеты, выполняемые без пересечения часовых поясов, оказывают на организм человека такое же влияние, как и трансмеридианные. Поэтому после выполнения ночных полетов следует предоставить не менее чем суточный отдых.

Циркадианные ритмы после полета значительно быстрее восстанавливаются при специальных режимах и тренировках.

Специальная тренировка. Согласно данным, полученным на кафедре АКМ ВМедА, эффективным средством коррекции функциональных состояний организма при моделировании перелета в направлении «запад – восток» является

ся применение контрастных температурных воздействий. Использование КТВ перед ночным отдыхом в первые сутки позволило улучшить субъективное состояние летчиков, нормализовать сон, уменьшить напряжение вегетативных функций, повысить толерантность к физическим нагрузкам, купировать вегетососудистую лабильность, сохранить функции зрительного анализатора. Использование в практике научно обоснованных методов хронопрофилактики, безусловно, является важным звеном системы медицинского обеспечения полетов.

Врачу авиапредприятия (авиационной базы) необходимо проводить работу по профилактике десинхроноза, а за лицами, регулярно выполняющими трансмеридианные полеты, следует установить дополнительное наблюдение, обратив особое внимание на ритмы сна и бодрствования.

При длительных полетах могут существенно измениться климатические условия. Поэтому необходимо проводить мероприятия по закаливанию летного состава, обеспечивать его одеждой по сезону, а также создавать благоприятные условия для отдыха (кондиционеры, обогреватели, вентиляторы и др.)

ГЛАВА 13. ФАКТОРЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ПРЕБЫВАНИЕМ ЧЕЛОВЕКА В КАБИНЕ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА, ВЛИЯНИЕ ИХ НА ОРГАНИЗМ

13.1. ДЫХАНИЕ КИСЛОРОДОМ ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ В ЛЕГКИХ

Функциональные сдвиги. Дыхание кислородом под избыточным давлением в легких применяется в качестве аварийного метода обеспечения кислородом летного состава при разгерметизации кабин самолетов на высотах более 12 000 м, а также в качестве функциональной пробы при врачебной экспертизе летного состава.

Дыхание под избыточным внутрилегочным давлением приводит к некоторым функциональным изменениям в организме, прежде всего в системах дыхания и кровообращения и ЦНС. Выраженность их зависит от величины и градиента нарастания избыточного давления: чем больше его величина и скорость нарастания, тем более выражены изменения в организме.

В изменениях функций дыхательной и сердечно-сосудистой систем условно выделяют 4 стадии: 1) начальную, 2) включения компенсаторных реакций, 3) относительной стабилизации, 4) декомпенсации. Первые три стадии можно наблюдать в тех случаях, когда величина избыточного давления является физиологически переносимой, то есть такой, при которой в организме в большей или меньшей мере устраняются нарушения, возникшие сразу же после повышения давления в легких. Максимально допустимая величина избыточного давления при дыхании в течение 7–10 мин (без компенсирующей одежды) для большинства здоровых людей составляет 33–40 гПа. При превышении указанной величины или при более длительном дыхании даже при меньшем избыточном давлении в организме могут возникнуть резкие расстройства функций — стадия декомпенсации.

При создании избыточного внутрилегочного давления происходит растяжение стенок альвеол, увеличение объема легких, расширение грудной клетки и

опускание диафрагмы; дыхательные движения становятся более редкими, нарушается их ритм и глубина, а в некоторых случаях наступает кратковременно апноэ. Изменяются также характер и структура дыхательного цикла: вдох облегчается, в значительной степени становится пассивным, а выдох, наоборот, становится активным и продолжительным. Для осуществления выдоха в работу включаются вспомогательные дыхательные мышцы (брюшного пресса). Грудная клетка даже в фазу выдоха остается в относительно расширенном положении.

Объем легочной вентиляции изменяется: вначале уменьшается, а затем возвращается к исходному состоянию или даже увеличивается. Дыхание становится преимущественно брюшным. Энергозатраты на дыхание и потребление кислорода при малых величинах избыточного давления, особенно при увеличении срока дыхания, снижаются; при большом избыточном давлении энергозатраты, наоборот, увеличиваются, так как требуется больше энергии на преодоление сопротивления выдоху.

Одновременно возникают нарушения сердечно-сосудистой деятельности, которые особенно выражены при достижении избыточного давления, равного 35–40 гПа. Повышенное давление в легких не только сдавливает легочные капилляры, но и вызывает их удлинение и сужение в связи с растяжением альвеол. Вследствие этого увеличивается сопротивление току крови в малом круге кровообращения, замедляются линейная и объемная скорость кровотока, уменьшается полнота систолического опорожнения правого сердца. Все это ведет к более медленному кровенаполнению левой половины сердца, уменьшению ударного и минутного объема крови, что, в свою очередь, приводит к значительному понижению максимального артериального давления. Пульсовое давление в этот период резко падает, пульс становится нитевидным. Естественно, что понижение артериального давления и уменьшение минутного объема циркулирующей крови изменяют динамику тканевого кровотока. Уже при избыточном давлении, превышающем 13–20 гПа, отмечается закономерное снижение кровотока в капиллярах тканей. Сопротивление току крови в малом круге кровообращения вызывает гемодинамические сдвиги в системе легочной артерии, правом сердце и в крупных венозных сосудах. Сразу же после создания избыточного давления повышается кровяное давление в легочной артерии. Чтобы преодолеть сопротивление движению крови в легочных капиллярах, сокращения правого желудочка усиливаются, поэтому давление в нем повышается с 26–40 до 66,5–80 гПа. Вслед за тем повышается давление в крупных венозных сосудах (верхней и нижней полых, яремной, бедренной и других венах).

Нарушается также коронарное кровообращение. Так как после создания избыточного давления в легких кровяное давление в аорте снижается, а в правом предсердии, наоборот, повышается, перепад давления крови на концах венечных сосудов уменьшается. Это и является основной причиной замедления коронарного кровотока. Развитию всех этих явлений способствует также затруднение притока крови к сердцу вследствие повышения внутригрудного давления и уменьшения присасывающего действия грудной клетки на вдохе. Продолжительность начальной стадии функциональных изменений составляет 15–20 с. Естественно, что выраженность первичных изменений в организме будет зависеть не только

от величины избыточного давления, но и от функционального состояния организма, особенно систем дыхания, кровообращения и ЦНС.

В стадии включения компенсаторных реакций при физиологически переносимых величинах избыточного давления и хорошем функциональном состоянии организма происходит сравнительно быстрое восстановление кровообращения и дыхания. Длительность этой стадии примерно 30 с, в некоторых случаях может достигать и нескольких минут. При больших величинах избыточного давления (физиологически непереносимых) компенсации, даже частичной, может и не произойти.

При избыточном давлении, достигающем 33–40 гПа, в этой стадии грудная клетка продолжает оставаться в расширенном состоянии. В тех случаях, когда возникло апноэ, дыхание возобновляется, а если дыхательные движения были редкими, поверхностными и аритмичными, то их ритм постепенно восстанавливается, они становятся более глубокими и частыми, иногда превышая по частоте исходное состояние. Дыхательный объем и легочная вентиляция чаще заметно увеличиваются.

В связи с рефлекторным усилением сердечной деятельности и сокращением периферических сосудов максимальное и минимальное артериальное давление быстро повышается, пульсовое давление также возрастает, но в меньшей мере, частота сердечных сокращений заметно увеличивается, достигая 100 и более ударов в минуту. Кровообращение в венечных сосудах улучшается. При больших величинах избыточного давления, превышающих 40 гПа, отмечается еще более значительное учащение пульса — до 130–140 уд./мин, однако максимальное и пульсовое артериальное давление повышается при этом медленно и может не достигать исходных значений. В отдельных случаях учащение сердечных сокращений может не наступать, наоборот, пульс может урежаться. Брадикардия и чрезмерная тахикардия — более 120–140 уд./мин — являются показателями плохой переносимости дыхания под давлением.

В стадии относительной стабилизации обычно не наблюдается резких колебаний функций дыхания и кровообращения. При физиологически переносимых величинах избыточного давления определенный уровень компенсации может удерживаться в течение 20–30 мин, обеспечивая вполне удовлетворительную работоспособность человека.

По сравнению с предыдущей стадией дыхательные движения становятся более ритмичными и глубокими, однако по глубине, а иногда и по частоте, они могут оставаться неравномерными. Дыхательный объем возрастает с 500–600 до 900–1000 см³, объем легочной вентиляции, как правило, также увеличивается, иногда достигая 15 л/мин и более. Гипервентиляция, как известно, приводит к вымыванию CO₂ из крови, к понижению его парциального давления в альвеолярном воздухе, вызывая в организме гипокапнию. Чаще всего pCO₂ в альвеолах снижается до 40 гПа (табл. 13.1).

Артериальное давление, тканевое кровообращение, в том числе в сердечной мышце, могут постепенно возрастать и превышать исходные величины или оставаться на прежнем, более низком уровне. Это, в конечном итоге, зависит от

величины избыточного давления, длительности дыхания в этих условиях и функционального состояния организма.

Таблица 13.1

Парциальное давление кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе при дыхании под избыточным давлением в легких в наземных условиях

При нормальном атмосферном давлении		При избыточном давлении, гПа	Парциальное давление, гПа				После выключения избыточного давления	
гПа	рСО ₂ , гПа		10-я минута		30-я минута		рО ₂ , гПа	рСО ₂ , гПа
			О ₂	СО ₂	О ₂	СО ₂		
135	54	13,3	175	43	151	42	157	45
		26,6	154	40	155	38		
		40,0	130	33	132	31		

Частота пульса, наоборот, несколько уменьшается, но остается большей, чем в исходном состоянии (около 90 уд./мин). Следовательно, характерным для этой стадии является умеренное учащение сердечного ритма. На электро- и баллистокardiограмме отмечаются типичные изменения. На ЭКГ наблюдается правограмма, увеличение зубца Р и умеренное уменьшение зубца Т. Прогностически неблагоприятным является значительное уменьшение и даже инверсия зубцов Р и Т, смещение интервала S–Т ниже изоэлектрической линии. На баллистокardiограмме изменяется соотношение систолического комплекса в сторону преобладания на фазе выдоха, что указывает на увеличение нагрузки на правый желудочек и уменьшение объемной скорости коронарного кровотока.

Венозное давление возрастает пропорционально величине избыточного давления под маской, возникает венозный застой, что проявляется в виде набухания вен шеи, лица и конечностей. В связи с венозным застоем происходит выпотевание плазмы крови в интерстициальные ткани, особенно в ткани с малым тургором, и сгущение крови; лицо и веки становятся отечными, а глазные щели сужаются. Давление ликвора в спинномозговом канале и в желудочках мозга повышается.

Стадия декомпенсации, как указывалось выше, может наступать при дыхании под избыточным давлением, превышающим физиологически допустимую величину (33–40 гПа). В этой стадии в связи с застойными явлениями в мозгу и повышенным давлением ликвора возникают головные боли в лобной и затылочных областях, головокружение и потемнение в глазах. Одновременно могут развиваться и нарастать симптомы декомпенсации в виде брадикардии, понижения артериального давления, уменьшения коронарного кровотока, поверхностного и аритмичного дыхания. При этом наступает ухудшение общего состояния организма, что проявляется в побледнении кожи лица и появлении холодного пота. Продолжение дыхания под повышенным давлением может привести к очень серьезным нарушениям кровообращения — коллапсу.

Наряду с изменениями дыхания и кровообращения изменяются и функции ЦНС и анализаторов. При этом обычно отмечаются повышение пороговой чувствительности и удлинение времени латентных периодов на внешние раздражители, замедление скорости протекания нервных процессов, торможение некоторых условных и даже безусловных рефлексов, ослабление внутреннего

торможения (растормаживание дифференцировки). При длительном воздействии физиологически переносимых величин избыточного давления (33–40 гПа) в связи с нарастающими расстройствами гемодинамики и гипоксией возможно появление в некоторых отделах ЦНС запредельного торможения. Последнее может наблюдаться также сразу после повышения внутрилегочного давления в связи с возникновением в ЦНС индукционного торможения.

В этих условиях отчетливо проявляются нарушения деятельности анализаторов, особенно зрительного. Существенно ухудшаются острота зрения, время зрительного восприятия, пространственное и цветовое зрение, уменьшаются поля зрения (раньше всего на цветные раздражители). Указанные функции зрительного анализатора закономерно ухудшаются с возрастанием величины избыточного давления и длительности дыхания под давлением. Их изменение на высотах более 12 000 м обусловлено комплексным воздействием гипоксии и избыточного давления в легких.

Следует отметить, что на протяжении всего периода дыхания под повышенным давлением, и, особенно в начальной стадии, нарушается речь — она становится невнятной, малоразборчивой.

Существенно снижаются и психические функции: внимание, память, эмоциональная устойчивость, общая работоспособность.

После сброса избыточного давления восстановление функций дыхания и кровообращения происходит сравнительно быстро в течение 4–5 мин. В связи с устранением механических причин, затрудняющих кровоток в легочных сосудах и приток крови к сердцу, увеличивается объем крови, выбрасываемый сердцем, повышается максимальное и пульсовое давление, уменьшается частота пульса, давление крови в легочной артерии, в правом желудочке и крупных венах падает, улучшается кровоток в коронарных сосудах, мозге и других тканях; дыхание становится ритмичным, более редким и глубоким. Вскоре функции дыхания и кровообращения приходят в исходное состояние. Однако в ЦНС остаточные явления можно наблюдать более длительно.

Механизмы изменений функций организма. Установлено, что замедление ритма дыхательных движений, как и апноэ, появляющееся сразу после повышения давления в легких, обусловлено тормозящим влиянием на дыхательный центр необычных по силе и сочетанию афферентных импульсов, возникающих вследствие раздражения механорецепторов при растяжении легких и деформации других органов грудной и брюшной полостей.

Значительное растяжение легких на протяжении всего периода дыхания под избыточным давлением нарушает нормальную рефлекторную деятельность, обеспечивающую автоматизм дыхательных движений. После повышения внутрилегочного давления обычного спадения легких на выдохе не происходит, и они почти все время находятся в растянутом состоянии. В результате этого от механорецепторов альвеол в ЦНС постоянно поступают импульсы, стимулирующие клетки экспираторной части дыхательного центра и, наоборот, приводят к торможению инспираторной его части (рефлекс Геринга–Брейера). Этим и объясняется появление апноэ в фазе выдоха или замедление дыхания с удлиненным выдохом.

У животных с двусторонней ваготомией при повышении давления в легких замедления и остановки дыхания не наступает. Ваготомия прерывает поток в ЦНС афферентных импульсов, стимулирующих экспираторную и угнетающих инспираторную часть дыхательного центра, и тем самым предотвращает появление апноэ.

После первоначальных изменений функций внешнего дыхания, обусловленных нарушением нервной регуляции, клетки дыхательного центра постепенно адаптируются к необычным условиям функционирования и в какой-то мере освобождаются от торможения. В стимуляции инспираторной части дыхательного центра, особенно при возникновении апноэ, немаловажное значение имеют импульсы с синокаротидной и аортальной рефлексогенных зон в связи с понижением кровяного давления, уменьшением напряжения O_2 и накоплением CO_2 в крови. Этому способствуют также усиленные сокращения брюшных мышц, благодаря которым легкие поджимаются куполом диафрагмы к корню, вызывая раздражение механорецепторов, стимулирующих центр вдоха. В восстановлении нормального дыхания большая роль принадлежит импульсам с механорецепторов верхних дыхательных путей и проприоцепторов дыхательных мышц, связок и суставов грудной клетки.

При дыхании под избыточным давлением изменяется также деятельность дыхательных мышц. Методом электромиографии установлено, что увеличение электрической активности выдыхательных мышц происходит не только на выдохе, но и в фазу вдоха, особенно в ее конце. Приспособительное значение такой реакции организма вполне очевидно. В фазу выдоха сокращение выдыхательных мышц способствует преодолению сопротивления дыханию, возникшему в связи с повышением избыточного давления, а их сокращение в конце вдоха противодействует расширению грудной клетки и опусканию диафрагмы, то есть препятствует чрезмерному растяжению легких. Это, в свою очередь, уменьшает импульсацию с интероцепторов легких и создает лучшие условия для деятельности ЦНС вообще и дыхательного центра в частности.

Таким образом, характерной особенностью деятельности основных выдыхательных мышц при дыхании под избыточным давлением является их сокращение не только на выдохе, но и в конце вдоха и увеличение роли брюшных мышц в осуществлении дыхательного акта.

Все это свидетельствует о том, что при дыхании под избыточным давлением в ЦНС происходят сложные физиологические процессы приспособления дыхательного центра к необычным условиям функционирования. В течение этого периода между дыхательным и другими центрами начинают складываться новые координационные отношения, которые закрепляются в последующем при повторных сеансах дыхания под избыточным давлением.

Важное значение в более быстром приспособлении организма человека к этим необычным условиям дыхания принадлежит высшим отделам ЦНС. Сознательное установление определенного (замедленного) ритма и глубины дыхательных движений способствует лучшему перенесению дыхания под давлением.

Функциональные сдвиги в сердечно-сосудистой системе, возникающие сразу после повышения внутрилегочного давления, обусловлены, главным образом, растяжением легочных капилляров, их удлинением и сдавливанием.

В начальной стадии к непосредственному действию механических сил (давления), как основной причины нарушения кровообращения, присоединяются рефлекторные реакции. К ним следует отнести замедление частоты сердечных сокращений вследствие раздражения интероцепторов легочных артерий и правой половины сердца в связи с повышением в них кровяного давления. Рефлекторная брадикардия может возникнуть также при механическом сдавлении перикарда и сердца растянутыми легкими и повышенным давлением в грудной полости. Раздражение механорецепторов указанных рефлекторных зон, кроме брадикардии, вызывает понижение тонуса периферических сосудов. Естественно, что эти реакции способствуют падению артериального давления. Не исключена возможность, что торможение, развивающееся в дыхательном центре сразу после повышения внутрилегочного давления, иррадиирует на сердечный и сосудистый центры, значительно понижая их функциональную подвижность.

Рефлекторный характер брадикардии убедительно доказывается двусторонней ваготомией или атропинизацией животных. У таких животных повышение избыточного давления в легких брадикардии не вызывает.

Нарушения кровообращения, возникающие в начальной стадии, вызывают в организме рефлекторные компенсаторные реакции, повышающие тонус периферических сосудов и увеличивающие силу и частоту сердечных сокращений.

К числу таких реакций относятся:

а) прессорный рефлекс с синокаротидной и аортальной рецепторных зон в ответ на понижение артериального давления и уменьшение напряжения кислорода в крови;

б) увеличение частоты сердечных сокращений в связи с повышением кровяного давления в устье полых вен;

в) усиление сердечной деятельности и повышение сосудистого тонуса при раздражении рецепторов слизистой оболочки верхних дыхательных путей током газовой струи.

В период развития венозного застоя вступает в действие и рефлекс с механорецепторов портальной системы, благодаря чему увеличивается частота сердечных сокращений.

Афферентные пути указанных рефлексов проходят в составе блуждающих и синокаротидных нервов. Эфферентным их звеном является симпатическая нервная система, обеспечивающая экстренную мобилизацию физиологических резервов организма.

Все перечисленные рефлекторные влияния, вызывающие усиление и учащение сердечных сокращений, способствуют продвижению крови из правой половины сердца в левую и далее в артерии большого круга кровообращения и вместе с рефлекторным повышением тонуса сосудов обеспечивают выравнивание уровня артериального давления и продвижение крови в направлении к правому сердцу. Однако для восстановления нормального кровообращения при дыхании под избыточным давлением их недостаточно. Для поддержания высокого

уровня артериального давления в течение длительного времени и для более эффективного использования указанных реакций необходимо обеспечить достаточный приток венозной крови к сердцу.

Повышение внутригрудного давления, сдавливание сердца и деформация венозных сосудов грудной и брюшной полостей смещенными внутренними органами и диафрагмой — все эти механические причины затрудняют приток крови к правому сердцу. К тому же расширение грудной клетки и уменьшение ее экскурсий, а также увеличение внутригрудного давления выключают другой очень важный механизм, способствующий возврату крови к сердцу, — присасывающее действие грудной клетки в фазу вдоха.

В этих условиях рефлекторное напряжение мощных мышц живота в период выдоха, ритмично сменяющееся расслаблением в фазу вдоха, способствует продвижению крови по брюшному отделу нижней полой вены в направлении к сердцу.

Следовательно, рефлекторная реакция ритмического усиления напряжения мышц живота в фазу выдоха и расслабления их в фазу вдоха имеет очень важное значение не только для восстановления функции внешнего дыхания, но и для нормализации кровообращения, в частности для обеспечения притока венозной крови к правому сердцу.

После устранения первичных гемодинамических сдвигов создаются лучшие условия и для коронарного кровообращения. Усиление сердечной деятельности и повышение тонуса периферических сосудов приводит к повышению давления крови в аорте и артериях сердца. В то же время усиленные сокращения правого желудочка, увеличивая ударный и минутный объем сердца, способствуют лучшему опорожнению правого предсердия и снижению в нем давления в период диастолы. Вследствие этого увеличивается разность между давлением крови в аорте и в правом предсердии и коронарное кровообращение улучшается. После фазы уменьшения кровотока в коронарной системе, наблюдаемой в начальной стадии, возникает фаза увеличения кровотока, который, однако, может не достигать исходного состояния.

Несмотря на восстановление исходного уровня артериального давления, в связи со значительным повышением тонуса периферических сосудов, а также растяжением легочных капилляров на протяжении всего периода дыхания под избыточным давлением создается увеличенная нагрузка на сердце. Она является особенно необычной для правого желудочка. В этих случаях частые сокращения сердца при длительном дыхании являются неблагоприятными для протекания восстановительных процессов в сердечной мышце и могут привести к ее истощению. Поэтому смена чрезмерной тахикардии (130–150 уд./мин), возникающей в стадии первичной компенсации, умеренным учащением сердечного ритма до 100–110 уд./мин в стадии стабилизации функций является существенной приспособительной рефлекторной реакцией. В осуществлении компенсаторных реакций организма принимают участие и гуморальные факторы. Установлено, что при дыхании под избыточным давлением в легких важная роль в устранении нарушений функций сердечно-сосудистой системы принадлежит гормонам

надпочечников, поджелудочной железы, а, возможно, и других желез внутренней секреции.

Применение противодействия на тело. Максимальная физиологически допустимая величина избыточного давления в легких для человека (как было указано выше) составляет 33–40 гПа. Такое избыточное давление дает возможность летчику кратковременно (7–10 мин) находиться в разгерметизированной кабине самолета на высотах, не превышающих 15 000 м. Абсолютное давление кислорода под маской (избыточное давление в сумме с барометрическим) на этих высотах составляет 153–155 гПа, а в альвеолярном воздухе парциальное давление кислорода будет примерно равно 47–53 гПа. Эта величина парциального давления кислорода в альвеолах обеспечивает оксигенацию крови лишь на 65–70 %, что явно недостаточно для длительного существования и обеспечения работоспособности летчика.

На высотах, превышающих 15 000, пребывание человека при избыточном давлении кислорода под маской, равном 33 гПа, в связи с острой гипоксией является опасным для жизни. Чтобы обеспечить хотя бы кратковременную работоспособность летчика в этих условиях необходимо, чтобы абсолютное давление кислорода под маской составляло не менее 153 гПа.

Следовательно, при подъеме на высоты свыше 12 000 м в связи с уменьшением атмосферного давления для удержания минимальной величины абсолютного давления кислорода (153 гПа) под маской нужно все время увеличивать его избыточное давление.

Однако значительное повышение внутрилегочного давления вызывает серьезные нарушения функций дыхания и кровообращения, которые сами по себе могут быть небезопасными для организма.

Таким образом, создается своего рода порочный круг: необходимость подъема на большие высоты требует увеличения избыточного давления в легких, а это приводит к серьезным нарушениям в организме. Для того, чтобы разорвать этот порочный круг и повысить избыточное давление кислорода в легких без резких нарушений функций было предложено использовать механическое давление на поверхность тела (противодавление), равное по величине избыточному давлению в легких.

Применение противодействия на туловище ограничивает расширение грудной клетки и живота и тем самым уменьшает растяжение альвеол и капилляров легких. Создание противодействия на область живота, кроме того, облегчает выдох и способствует возврату крови к сердцу. Ограничение расширения грудной клетки и растяжения легких одновременно уменьшает афферентную импульсацию с этих органов и таким образом создает лучшие условия для функционирования ЦНС, которой принадлежит решающая роль в приспособительных реакциях организма. Наибольшая эффективность достигается при создании противодействия на всю поверхность тела, так как при этом уменьшается венозный застой и улучшаются условия кровообращения в тканях.

Испытание различных образцов компенсирующей одежды в виде высотных компенсирующих костюмов подтвердило правильность такого вывода.

Необходимость тренировки организма к дыханию под избыточным давлением. Установлено, что при повторном дыхании под избыточным давлением нарушения, возникающие в организме человека, уменьшаются, и восстановление функций происходит быстрее и полнее. При этом улучшаются также разборчивость речи и работоспособность.

Все это указывает на то, что при повторении сеансов дыхания под избыточным внутрилегочным давлением организм адаптируется к этим необычным условиям.

Основными физиологическими механизмами адаптации к данным условиям дыхания являются следующие:

1. Усиление роли и совершенствование безусловных рефлекторных реакций, возникающих при нарушениях функций дыхания и кровообращения в начальный период дыхания под избыточным давлением. Эти рефлекторные реакции, как было указано выше, имеют очень важное значение в нормализации нарушенных функций. Совершенствование происходит в направлении уменьшения латентных периодов реакции, увеличении силы мышцы сердца и дыхательных мышц, а также соразмерности (адекватности) реакций величине избыточного давления.

2. Закрепление возникающих новых координационных отношений в ЦНС, по регуляции основных вегетативных функций организма, особенно дыхания и кровообращения.

3. Выработка и закрепление условнорефлекторных реакций, подготавливающих организм к необычным воздействиям и способствующих уменьшению функциональных сдвигов в организме при дыхании под давлением.

4. Угасание в ЦНС внешнего (индукционного) торможения, вызванного усиленной афферентной импульсацией с интероцепторов растянутых легких и деформированных органов грудной и брюшной полостей.

Учитывая, что дыхание кислородом под избыточным давлением является аварийным методом кислородного обеспечения летного состава, в настоящее время принято лишь обучение дыханию под давлением. Обучение летного состава имеет следующие цели: 1) определить устойчивость организма к дыханию под избыточным давлением; 2) выработать навыки в правильном дыхании и речи при наличии давления в подмасочном (подшлемном) пространстве.

13.2. КРАТКАЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ СМЕСЕЙ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В ВОЗДУХЕ КАБИН ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В атмосфере кабин ЛА обнаруживается большой спектр химических соединений, которые образуются в результате сгорания топлива (выхлопные газы), термоокислительного разложения масел, жидкостей и неметаллических конструкционных материалов, а также при ведении стрельбы (пороховые газы). Сложные парогАЗоаэрозольные композиции могут образовываться также в результате горения бензинов и керосинов, используемых в авиационных двигателях различного назначения. Следует отметить, что для экипажа самолетов, имеющих герметичные кабины вентиляционного типа, выхлопные газы не имеют

гигиенической значимости, а для экипажа вертолетов и самолетов, не оборудованных подобными кабинами, их отрицательное действие может быть существенным.

Выхлопные газы — это сложная смесь, состоящая из окиси углерода, окислов азота, углекислоты, альдегидов, кетонов, органических кислот и перекисей, углеводородов, частиц несгоревшего топлива. Соотношение компонентов этой газовой смеси может меняться в зависимости от вида двигателя, условий его работы и от регулирования, выработки моторесурса и характера топлива, что, в свою очередь, определяет и характер их токсического действия на организм.

Токсичность и механизм действия выхлопных газов определяются содержанием в их составе окиси углерода и окислов азота. Острое отравление выхлопными газами представляет своеобразную картину, часто не похожую на картину отравления отдельными компонентами газовой смеси. Клиническая картина отравления в значительной мере зависит от состава выхлопных газов, соотношения основных компонентов концентрации и времени воздействия. Отравление протекает с преобладанием признаков интоксикации окисью углерода либо окислами азота. При небольших их концентрациях наблюдаются головная боль, тошнота, рвота, головокружение, явления возбуждения, при высоких концентрациях сразу возникают потеря сознания, ослабление и остановка дыхания. Если интоксикация идет по типу отравления окислами азота, то симптомы следующие: относительно короткий (2–3 ч) «скрытый период», развитие острого отека легких с явлениями диффузного бронхита. Состояние утяжеляется тем, что отек легких протекает на фоне карбокси- и метгемоглобинемии.

В основе потенцирования токсических эффектов смертельных концентраций окиси углерода и окислов азота лежит, по-видимому, суммирование биологических эффектов гипоксии за счет образования СОНб и МНб и кислородной недостаточности, обусловленной поражающим действием окислов азота на легочную ткань (отек легких). При одновременном воздействии невысоких концентраций окиси углерода и окислов азота усиление токсичности смеси может быть связано с взаимоотягощающим влиянием этих газов на ферментные системы биологического окисления, что проявляется большим угнетением интенсивности тканевого дыхания, чем при изолированном их действии (Л. А. Тиунов, В. В. Кустов, 1980).

Хроническое отравление развивается при длительном действии малых концентраций этих газов, не вызывающих острого отравления. Особенностью хронических отравлений является то, что они развиваются незаметно, постепенно, и их значительно труднее распознать. Начальные признаки хронического отравления выражаются в том, что пострадавшие начинают предъявлять жалобы на быструю утомляемость, периодическую головную боль, раздражительность, головокружение, тошноту, неприятные ощущения в области сердца, нарушение сна, учащение дыхания. Отмечаются бледность или синюшность кожи, снижение АД и повышение венозного давления, нарушение проницаемости кровеносных капилляров, появляются отеки нижних конечностей. В отдельных случаях наблюдаются увеличение и болезненность печени. Часто отмечаются вегетативные расстройства — дрожание пальцев рук и век, потливость. В крови могут

определяться небольшие количества карбоксигемоглобина (5–10 %) и метгемоглобина (10–20 %).

Пороховые газы образуются при ведении стрельбы из различного вида вооружения и состоят из окиси углерода, окислов азота, цианистых соединений, сероводорода, азота и метана. Несмотря на то, что окислы азота примерно в 10 раз более ядовиты, чем окись углерода, в основу расчетов воздухообмена следует положить накопление окиси углерода, количество которой достигает 33 % объема всех продуктов сгорания пороха, что в 20 раз превышает содержание окислов азота.

Клиническая картина отравления сходна с отравлением выхлопными газами и зависит от состава пороховых газов, соотношения основных компонентов (окиси углерода, нитрогазов и уголекислоты), концентрации и времени воздействия. Тяжелое отравление пороховыми газами приводит к ранней потере сознания. Мышцы при этом напряжены, дыхание слабое, пульс слабого наполнения и напряжения, кожа бледная или слегка синюшной окраски. При отравлении средней тяжести появляются резкая головная боль, возбуждение. Пострадавший часто испытывает ощущение страха. Дыхание учащается, иногда отмечается рвота.

На токсическое действие смеси этих газов оказывает существенное влияние присутствие в ее составе уголекислого газа, который, возбуждая дыхание, увеличивает объем легочной вентиляции и тем самым усиливает степень поражения. Большие концентрации уголекислого газа вызывают общее возбуждение, напоминающее опьянение («пороховое опьянение»), переходящее затем в наркотическое состояние.

Синтетические и полимерные материалы широко используются при строительстве и оборудовании современных ЛА. Однако их применение требует проведения санитарно-химического и токсикологического исследования для уточнения вопроса, какие химические соединения и в каких количествах выделяются в воздушную среду при конкретных условиях эксплуатации неметаллических материалов, и для оценки на основе этих данных их потенциальной опасности для летных экипажей и пассажиров.

Установлено, что в воздушную среду из синтетических и полимерных материалов могут выделяться различные химические вещества (мочевинформальдегидные смолы, пенополиуретаны, окись углерода, цианистые соединения и др.). Поэтому необходим постоянный санитарный надзор за применением синтетических и полимерных материалов уже на стадии проектирования ЛА. При этом необходимо учитывать не только нормальные условия эксплуатации синтетических и полимерных материалов, но и возможные ситуации, когда возникают условия для термоокислительного их разложения и горения. В этих случаях в зависимости от химического состава полимеров образуются высокотоксичные смеси продуктов их горения, в составе которых обнаруживаются помимо окиси углерода и уголекислого газа, окислы азота, цианиды, фтор- и хлорсодержащие соединения. Воздействие такого рода смесей на летный экипаж может явиться причиной авиационных происшествий, а при воздействии на пассажиров — причиной острых отравлений, часто со смертельным исходом. Поэтому при санитарно-химических и токсикологических исследованиях материалов, помимо

установления допустимой их насыщенности при обычных условиях эксплуатации, определяется «критическая весовая насыщенность», обозначающая максимальное весовое количество материала, при горении которого выделяющиеся в определенный объем продукты приводят к снижению умственной и физической работоспособности, не вызывая при этом необратимых изменений жизненно важных органов и систем (А. П. Эйтингон, 1982).

Так как в составе сложных смесей, образующихся при горении ГСМ, синтетических и полимерных материалов, как правило, присутствуют окись углерода, окислы азота и цианистые соединения, ниже приводится их краткая токсикологическая характеристика.

Окись углерода (СО) — бесцветный газ, без вкуса и запаха. Окись углерода не сорбируется активированным углем, поэтому фильтрующий противогаз без гопкалитового патрона не может служить защитой от ее действия. Окись углерода горит синеватым пламенем. Смесь двух объемов СО и одного объема О₂ взрывается при зажигании.

Токсическое действие СО обусловлено ее способностью вступать в соединение с гемоглобином крови и тканевыми железосодержащими биохимическими системами, вследствие чего нарушается транспорт кислорода к тканям, тормозится процесс диссоциации оксигемоглобина и угнетается утилизация кислорода в тканях. Тяжесть интоксикации окисью углерода в значительной степени зависит от содержания этого газа во вдыхаемом воздухе, длительности его воздействия, индивидуальной чувствительности, а также состояния организма в момент отравления.

В табл. 13.2 приведена динамика клинических симптомов интоксикации в зависимости от экспозиции различных значений концентрации окиси углерода.

Таблица 13.2

Влияние окиси углерода на организм человека

Концентрация СО, мг/м ³	Время действия	Эффект
7040	1–2	Потеря сознания, рвота, смерть
5700–11500	2–5	Смерть
5000	17	Потеря сознания, судороги
3400–5700	20–30	Содержание карбоксигемоглобина (НЬСО)
3000	60	68–73 %, смерть
1500–1800	180–240	Содержание НЬСО 47–53 %, тошнота, рвота, коллапс
1100	120	Содержание НЬСО 40 %, выраженная картина отравления
800–1100	5	Снижение умственной работоспособности на 25–38 %, физической на 16–25 %
880	120	Содержание НЬСО 35 %, тошнота, рвота, полная утрата трудоспособности
600–700	15	Снижение умственной и физической работоспособности
660	60	Содержание НЬСО 16 %, первые симптомы отравления; возможно выполнение лишь легкой физической работы
550	60	Содержание НЬСО 14 %, головная боль, сердцебиение
440	120	Содержание НЬСО 20 %, явные признаки отравления
220	60	Содержание НЬСО 6 %
220	120	Содержание НЬСО 10 %
220	180	Содержание НЬСО 14 %, нарушение работоспособности

Концентрация СО, мг/м ³	Время действия	Эффект
110	180	Нарушение психомоторных реакций, ухудшение способности к восприятию зрительных сигналов, нарушение структуры памяти
55	60	Содержание НЬСО 2,1 %
55	180	Содержание НЬСО 3,8 %
55	300	Увеличение латентного периода при восприятии сигналов
55	480	Содержание НЬСО 5–9 %, увеличение порога зрительного восприятия
31	180	Снижение точности зрительного восприятия пространства, нарушение ночного зрения
11–12	300	Содержание НЬСО 3,8 %, нарушение точности оценки временных интервалов, уменьшение переносимости психологических нагрузок
13	7–8	Содержание НЬСО 1,6 %, изменение физиологических и биохимических показателей

Оксиды азота представляют собой смесь, состоящую главным образом из окиси и двуокиси азота. Токсическое действие на организм зависит от количественного содержания окислов в газовой смеси и протекает по раздражающему или нитритному типу.

При контакте окислов азота с влажной поверхностью слизистой дыхательных путей и легких образуются азотная и азотистая кислоты, обладающие раздражающим и некротизирующим действием. Всасываясь в кровь, азотная и азотистая кислоты образуют нитраты и нитриты, которые, действуя непосредственно на стенки артерий, вызывают расширение сосудов и снижение артериального давления («нитритный эффект»). Нитриты превращают оксигемоглобин крови в метгемоглобин. В присутствии окиси углерода метгемоглобинообразующее влияние окислов азота усиливается, что приводит к развитию резкой гипоксии.

Оксиды азота действуют также на белковые структуры клеток, нарушают обмен веществ, снижают иммунитет, способствуя повышению восприимчивости к заболеваниям. Едва заметный запах окислов азота появляется при концентрации 0,01 мг/л и становится более отчетливым при концентрации 0,09 мг/л. Считаются опасными при кратковременном воздействии концентрации 0,2–0,3 мг/л, при многочасовом воздействии переносимы концентрации не выше 0,07 мг/л. Концентрация окислов азота 0,15 мг/л в течение 4 мин вызывает ощущение удушья запаха, кашель, раздражение глотки; при вдыхании в течение 15 мин 0,09 мг/л появляются выраженный неприятный запах, раздражение глотки, позывы на кашель, слюноотделение.

Синильная кислота и другие цианистые соединения могут попадать в воздух при тлении или горении в кабине ЛА азотсодержащих полимерных материалов, при прохождении самолетом искусственных дымовых завес. Синильная кислота, или цианистый водород, вызывает нарушение тканевого дыхания вследствие блокирования дыхательных ферментов. Обладает высокой проникающей способностью через кожу, имеет запах горького миндаля (0,002–0,005 мг/л). При высоких концентрациях (больше 0,3 мг/л) человек почти мгновенно теряет сознание, наступает паралич дыхания, а вскоре и паралич сердца. При меньших концентрациях можно различить несколько стадий отравления.

Начальная стадия: першение или онемение в горле, жгуче-горький вкус во рту, слюнотечение, слабость, затруднение речи, тошнота, рвота. Дыхание учащено. При изоляции от загрязненной атмосферы все симптомы быстро исчезают. Стадия одышки: усиление слабости, дыхание редкое и глубокое, пульс замедленный, одышка, выпячивание глаз. Стадия паралича: полная потеря чувствительности и рефлексов, остановка дыхания, паралич сердца.

Фторид водорода, или фтористоводородная кислота, может появиться в воздухе кабины ЛА в результате тления либо горения фторсодержащих полимерных материалов. Сильно раздражает верхние дыхательные пути. При высоких концентрациях (больше 0,05 мг/л) отмечаются слезотечение, блефароспазм, слюнотечение, иногда колики, нарушения функций ЦНС, ощущения удушья, приступы тетании. При очень высоких концентрациях (больше 0,5 мг/л) возникают спазм гортани и бронхов, а затем смерть в результате поражения легких (кровоизлияние и отек). Результатом отравления могут быть бронхиты, бронхоэктазы, пневмосклероз, дистрофические изменения миокарда, поражение печени.

Хлорид водорода, или хлористоводородная кислота, может появиться в воздухе в больших количествах в результате горения поливинилхлоридных или других хлорсодержащих полимерных материалов. Обычно причиной отравления является не газообразный хлорид водорода, а туман хлористоводородной кислоты, образующийся при взаимодействии газа с водяными парами воздуха. При высоких концентрациях отмечаются раздражение слизистых, в особенности носа, конъюнктивит, помутнение роговицы, охриплость, чувство удушья, покалывание в груди, насморк, кашель. Концентрация 0,05–0,075 мг/л переносится с трудом, хотя «привыкшие» люди выносят в течение нескольких минут даже концентрации 1–2 мг/л.

13.3. Источники ионизирующих излучений

Электромагнитные излучения радиочастот и микроволн. Основными источниками электромагнитных излучений радиочастот и микроволн (далее ЭМИ РЧ и МКВ) в авиации являются наземные и бортовые радиоизлучающие средства (РИС). К наземным РИС относятся: передающие центры связи, радиорелейные станции, радиолокационные станции, радиолокационные системы посадки, ближние приводные радиомаркерные пункты и дальние приводные радиостанции с радиомаркером, метеорологические РЛС, источники ЭМИ в ремонтных мастерских и предприятиях, лабораториях, где проводится проверка радиоэлектронного оборудования. К бортовым РИС относятся бортовые РЛС различного функционального назначения, средства навигации, опознавания, оповещения, связи, станции постановки активных помех.

ЭМИ РЧ и МКВ характеризуются тремя основными параметрами: напряженностью электрического поля (Е), напряженностью магнитного поля (Н) и плотностью потока энергии (ППЭ). Измерения этих параметров проводятся 1 раз в 3 года, а также при вводе в действие новых установок, внесении изменений в конструктивные особенности источников и их размещение, изменении режима излучения, после проведения ремонтных работ. Измерение уровней ЭМИ проводится при максимальной излучающей мощности источников.

В зависимости от интенсивности и продолжительности воздействия ЭМИ РЧ и МКВ вызываемые изменения в организме подразделяют на изменения от острого (термогенного) и хронического (атермального) воздействия. Острое воздействие обусловлено термическим воздействием ЭМИ, как правило, при нарушении техники безопасности. Термогенное воздействие обычно носит локальный характер, а возникающая симптоматика определяется топографией облучаемой области. При облучении пострадавшие ощущают тепло в месте воздействия, схожее с действием солнечных лучей. Иногда отмечают также общее недомогание, головную боль, головокружение, тошноту, рвоту, чувство страха, жажду, легкую слабость, боли в конечностях, повышенную потливость. У пострадавших наблюдаются повышение температуры тела, приступы тахикардии, нарушение сердечной деятельности, артериальная гипертензия. В ряде случаев в клинике острых воздействий могут преобладать диэнцефальные расстройства. Субъективная и объективная симптоматика у пострадавших через несколько дней исчезает, все клинические показатели приходят к доклиническому уровню, полностью восстанавливается работоспособность. Немногочисленные клинические наблюдения острого теплового действия ЭМИ на человека указывают на возможность локальных остаточных структурных изменений органов и тканей (ожогов, катаракты, атрофии семенников и т. д.).

Особое место при изучении влияния РЧ и МКВ на организм человека занимает исследование катарактогенеза — помутнения хрусталика с потерей зрительной функции. По данным некоторых авторов, также возможно нарушения цветоощущения, сосудистые изменения дна глаза и сетчатки.

Дополнительное облучение при авиационных полетах. При полетах на больших высотах пилоты и пассажиры подвергаются облучению за счет галактического космического и солнечного излучения. Максимальная мощность дозы облучения возникает на высотах 20–25 км и составляет около 2 мбэр/ч (на высоте 10 км — 0,2 мбэр/ч). Экипаж самолета, регулярно совершающего продолжительные рейсы, может накапливать дозу облучения до 0,5 бэр в год, пассажир за один такой рейс получает около 5 мбэр. Интенсивность солнечного излучения значительно усиливается при солнечных вспышках, а повышенная активность солнца характеризуется 11-летними циклами. Облучение авиапассажиров, проходящих через рентгеновские флюорографические сканирующие системы, составляет около 0,7 мбэр.

В современной авиации широко распространены видеодисплейные терминалы, которые при работе в наихудших условиях эксплуатации (плохая элементная база, сбои в электрических системах) могут иногда давать превышение рентгеновского излучения (до 1,2 кэВ) над фоном. Излучение видеодисплейных терминалов на расстоянии от экрана 5–10 см составляет порядка 0,4–1,8 мбэр/ч, что сопоставимо с телевизорами.

В авиации достаточно широко используют **радионуклидные источники ионизирующего излучения** как в самой авиационной технике (радиоизотопные сигнализаторы обледенения, датчики уровня системы канализации, агрегаты зажигания газотурбинных двигателей, радионуклидные (радиоизотопные) извещатели дыма, светосостав постоянного действия и др.), так и при её создании или

ремонте (контрольные источники ионизирующего излучения, гамма-дефектоскопы и т. д.). Кроме того, в авиационной промышленности используются различные промышленные рентгеновские установки.

Защита организма человека от действия ЭМИ предполагает снижение их интенсивности до уровней, не превышающих предельно допустимые. По своему назначению защита может быть коллективной, предусматривающей мероприятия для групп персонала, и индивидуальной — для каждого специалиста в отдельности. В основе каждой из них лежат организационные и инженерно-технические мероприятия.

Организационные меры защиты направлены на обеспечение оптимальных вариантов расположения объектов, генерирующих поля, и объектов, оказывающихся в зоне воздействия, организацию труда и отдыха персонала с целью снизить до минимума время пребывания в условиях воздействия, предупредить возможность попадания в зоны с интенсивностями, превышающими предельно допустимый уровень, т. е. осуществить защиту «временем». Внедрение в практику этих защитных мер начинается в период предупредительного и уточняется в период текущего санитарного надзора. К организационным мерам защиты следует отнести и проведение ряда лечебно-профилактических мероприятий. Это, прежде всего, обязательное медицинское освидетельствование при приеме на работу, последующие периодические медицинские обследования, что позволяет выявить ранние нарушения в состоянии здоровья персонала, отстранить от работы при выраженных изменениях состояния здоровья. К организационным мерам следует отнести также применение средств наглядного предупреждения о наличии того или иного поля, вывешивание плакатов с перечнем основных мер предосторожности, проведение инструктажей, лекций по безопасности труда при работе с источниками полей и профилактике их неблагоприятного и вредного воздействия. Большую роль в организации защиты играют объективная информация об уровнях интенсивностей на рабочих местах и четкое представление об их возможном влиянии на состояние здоровья работающих (профилактика «радиофобии»).

Защита «временем» предусматривает нахождение в контакте с излучением только по служебной необходимости с четкой регламентацией по времени и пространству совершаемых действий; автоматизацию работ, уменьшение времени настроечных работ, проводимых в условиях открытого поля, и т. д. В зависимости от воздействующих уровней (инструментальный и расчетный методы оценки) время контакта с ними определяется в соответствии с действующими нормативными документами.

Защита рациональным (оптимальным) размещением подразумевает определение санитарно-защитных зон, зон недопустимого пребывания на этапах проектирования. В этих случаях для определения степени снижения воздействия в каком-то пространственном объеме используют специальные расчетные, графоаналитические, инструментальные (стадия экспериментальной эксплуатации) методы.

Организационные меры коллективной и индивидуальной защиты основаны на одних и тех же принципах и в некоторых случаях относятся к обеим группам.

Разница лишь в том, что первые направлены на нормализацию электромагнитной обстановки для целых коллективов, на больших производственных площадях, а вторые уменьшают фон поля при индивидуальной регламентации труда.

Инженерно-технические меры защиты применяются в тех случаях, когда исчерпана эффективность организационных мер.

Коллективная защита по сравнению с индивидуальной предпочтительней вследствие простоты обслуживания и проведения контроля за эффективностью защиты. Однако ее внедрение часто осложняется высокой стоимостью, сложностью защиты больших пространств. Нецелесообразно, например, ее использование при проведении кратковременных работ в полях с интенсивностью выше предельно допустимых уровней. Это ремонтные работы в аварийных ситуациях, настройка и измерение в условиях открытого поля, при проходе через опасные зоны и т. д. В таких случаях показано применение индивидуальных средств защиты.

Индивидуальные средства защиты предназначены для предотвращения воздействия на организм человека ЭМ-факторов с уровнями, превышающими предельно допустимые, когда применение иных средств невозможно или нецелесообразно. Как правило, они используются при аварийных ситуациях, испытаниях радиоизлучающих средств, выполнении ремонтных работ в зоне облучения при невозможности остановки аппаратуры, генерирующей ЭМИ. Они могут обеспечить общую защиту (комбинезоны в комплекте со шлемами, масками, бахилами, перчатками) либо защиту отдельных частей тела (очки, фартуки, шлемы, капюшоны и др.). Используются радиоэкранирующие материалы, например, ткани с включением металлических нитей (микрочастиц).

Важную роль играет медицинский контроль, представляет собой комплекс лечебно-профилактических мероприятий, направленных на предупреждение допуска к работам с ИИИ лиц, имеющих медицинские противопоказания, а также на обнаружение ранних признаков лучевых поражений у работающих.

Медицинский контроль за состоянием здоровья лиц, работающих с ИИИ, включает:

- предварительные и очередные медицинские освидетельствования;
- медицинские обследования между очередными медицинскими освидетельствованиями;
- медицинские осмотры лиц с теми или иными отклонениями в состоянии здоровья, а также лиц, подвергшихся воздействию ИИ в дозах, превышающих пределы доз облучения;
- анализ заболеваемости лиц, работающих с ИИИ, по основным классам заболеваний с целью своевременного проведения лечебно-профилактических мероприятий.

Персонал при назначении (приёме) на постоянную или временную работу с ИИИ проходит предварительное медицинское освидетельствование, которое проводится в целях отбора лиц, годных к этим работам, и правильного распределения персонала по участкам работы в соответствии с состоянием их здоровья.

Очередное освидетельствование лиц, работающих с ИИИ, проводится по показаниям, но не реже одного раза в год. Его целью является своевременное

выявление заболеваний и физических недостатков, препятствующих этим работам, а также контроль за проведением лечебно-оздоровительных мероприятий и их эффективностью.

Медицинское освидетельствование лиц, работающих с ИИИ, проводится врачебной комиссией. До начала освидетельствования начальник медицинской службы организации представляет во врачебную комиссию список лиц, работающих с ИИИ и подлежащих медицинскому освидетельствованию. Ответственность за своевременное направление персонала на освидетельствование несет руководитель организации.

Врачебная комиссия формулирует и записывает в медицинскую книжку освидетельствуемого: диагноз основного и сопутствующих заболеваний, общую итоговую оценку состояния здоровья, постановление о степени годности к работе с ИИИ, индивидуальные лечебно-оздоровительные мероприятия, в которых освидетельствуемый нуждается.

На основании данных рекомендаций начальник медицинской службы организации разрабатывает план профилактических мероприятий и утверждает его у руководителя. В плане предусматриваются:

- общие мероприятия по улучшению условий труда и быта лиц, работающих с ИИИ;
- специальные мероприятия по профилактике профессиональных заболеваний персонала отдельных подразделений;
- лечебно-профилактические мероприятия;
- порядок и сроки проведения динамического врачебного наблюдения за лицами, нуждающимися в нём;
- мероприятия по санитарному надзору за условиями труда персонала.

Лица, работающие с ИИИ, нуждаются в систематическом врачебном наблюдении и берутся на учёт. В период между очередными медицинскими освидетельствованиями проводятся медицинские обследования в целях своевременного обнаружения изменений в состоянии здоровья, которые могут возникнуть при воздействии ИИ, а также контроля за эффективностью лечебно-оздоровительных мероприятий.

Сроки и объёмы обследования, а также необходимые лечебно-оздоровительные мероприятия в отношении лиц, взятых на особый учёт, устанавливаются индивидуально в зависимости от клинических проявлений и суммарной эффективной дозы излучения.

Все результаты врачебного обследования, лабораторных анализов, инструментальных исследований и постановления врачебных комиссий при медицинских освидетельствованиях, а также результаты контрольных медицинских обследований и динамического врачебного наблюдения заносятся в медицинские книжки персонала. Туда же заносятся сведения о годовых дозах излучения и другие данные, характеризующие профессиональные условия работы.

РАЗДЕЛ 3 АВИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА

ГЛАВА 14. СРЕДСТВА ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКИПАЖЕЙ И ИХ ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Полеты на больших высотах требуют применения специальных средств защиты членов экипажей: герметических кабин, кислородного оборудования, специального высотного снаряжения, аварийно-спасательных скафандров, полетной одежды и других. Необходимость их применения вызвана спецификой среды, в которой происходит полет, воздействием динамических факторов полета, вероятностью возникновения аварийной ситуации и приземления (катапультирования) в неблагоприятных природных условиях.

Классификация современных средств жизнеобеспечения экипажей самолетов. Все основные средства жизнеобеспечения экипажей ЛА разделяются на две основные группы: коллективные (герметические кабины) и индивидуальные (комплекты кислородного оборудования и кислородных приборов, противоперегрузочные устройства (ППУ), высотные морские спасательные комплекты (ВМСК и МСК), а также высотные скафандры).

14.1. ГЕРМЕТИЧЕСКИЕ КАБИНЫ

Герметические кабины отличаются от обычных тем, что в них может поддерживаться более высокое давление газовой среды, чем в окружающей атмосфере. Различают два основных типа кабин: вентиляционные и регенерационные. В настоящее время в авиации распространены в основном кабины вентиляционного типа. В них используется воздух атмосферы, который нагнетается компрессором двигателя. Важной характеристикой герметической кабины является величина общего барометрического давления. Оптимальным считается поддержание давления 760 мм рт. ст. Однако для высотного полета это нецелесообразно, так как в случае разгерметизации кабины декомпрессионный перепад будет физиологически непереносимым (более 0,3–0,5 кг/см²).

Барометрическое давление в герметической кабине зависит не только от высоты полета, но и от типа ЛА. Так, в кабине транспортных и пассажирских самолетов поддерживается давление в пределах 630–560 мм рт. ст., для кабины бомбардировщика (на высоте полета от 2 до 7 км) — 600 мм рт. ст., на высоте более 7 км — 350–310 мм рт. ст., для истребителей — до 220 мм рт. ст. так, чтобы перепад избыточного давления был не более 0,3 кг/см².

В целях профилактики барокавепатий, которые чаще возникают при спуске, чем при подъеме, предусмотрено ограничение скорости повышения давления в кабине до 50–10 мм рт. ст./с и скорости его снижения до 10–20 мм рт. ст./с.

14.2. МИКРОКЛИМАТ КАБИН САМОЛЕТОВ И ВЕРТОЛЕТОВ

Рабочим местом летчика является кабина самолета с ее оборудованием, приборами и всеми устройствами, которые используются в полете. По мере раз-

вития авиации и совершенствования конструкции ЛА рабочее место претерпело значительные изменения от открытой кабины до создания герметической кабины.

Герметизация обеспечила возможность поддержания в кабине необходимого барометрического давления, температуры, влажности, газового состава и движение воздуха и др. Создание самолетов с герметическими кабинами явилось решающим шагом в освоении человеком больших высот.

Реализация медицинских требований (физиологических, гигиенических и психологических) к кабинам ЛА — задача сложная и не всегда в полной мере разрешимая. Приходится считаться не только с удобствами, необходимыми членам экипажа, но и с техническими возможностями, которые обусловлены законами аэродинамики и диктуются требованиями к боевым качествам самолета. Однако всякие отступления от оптимальных требований допустимы только в крайних случаях, так как, несомненно, ведут к ухудшению условий деятельности летчика, к снижению работоспособности, могут неблагоприятно сказываться на состоянии здоровья.

Требования к рабочему месту весьма разнообразны и в какой-то мере зависят от типа ЛА. Рассматривая их, следует иметь в виду преимущественно рабочее место летчика-истребителя.

Размеры кабины самолета. В нашей стране гигиенические требования к размерам кабины самолета и сидению летчика впервые были разработаны Н. М. Добротворским (1930). В дальнейшем они уточнялись и несколько видоизменялись. Длина, ширина и высота кабины определяются на основании результатов статистической обработки антропометрических данных летчиков с учетом толщины зимней одежды и специального снаряжения, а также некоторого запаса. Так, поперечный размер кабины на выходе должен быть не менее 82 см. При этом учитываются максимальная ширина в плечах (около 50 см), толщина зимней одежды и высотного снаряжения (около 10 см) и запас, который необходим для того, чтобы избежать повреждения рук при катапультировании. Высота кабины — расстояние от пола до верхней точки фонаря — составляет примерно 140 см и включает максимальный рост сидя в головном уборе (гермошлеме), наибольшую высоту сиденья и запас расстояния между фонарем и головой пилота.

На многоместных и гражданских самолетах кабина значительно просторнее. Расстояние от сидения до линии прицеливания должно составлять 70–75 см и устанавливается с таким расчетом, чтобы во время поиска цели и прицеливания летчик находился в правильном физиологическом положении и мог управлять самолетом. Если расстояние будет мало, летчику придется сгибаться, а если велико — вытягивать шею, что, естественно, затруднит прицеливание, управление самолетом и ускорит развитие утомления. Имеет значение и расстояние от центра спинки кресла до приборной доски. Оно должно быть равно 70–80 см. С такого расстояния удобно вести наблюдение за показаниями приборов, не сгибаясь вперед и не меняя существенно позы. Этим устраняется излишнее напряжение и неудобство в управлении самолетом.

Предметом особой заботы является кресло летчика. Оно чаще всего имеет сиденье, напоминающее по форме чашу, спинку с заголовником, привязные пле-

чевые и поясные ремни с замком и подлокотники. В чашу сиденья укладывается сложенный парашют. Устройство кресла должно обеспечивать наилучшее физиологическое положение, рабочую позу, удобную для управления самолетом, и безопасное покидание самолета при аварийной ситуации. Необходимо также снижать мышечное напряжение, уменьшать нарушения кровообращения и дыхания, возникающие при неудобном положении туловища и ног, так как все это способствует развитию утомления. При неудобной позе меняется взаимодействие мышц-антагонистов: одни из них слишком расслаблены, другие напряжены, снижается точность рабочих движений. От устройства кресла в значительной мере зависит устойчивость к перегрузкам. Спинка кресла покрыта мягким амортизирующим материалом и обычно отклонена назад на 16–18°. Это дает возможность откинуть туловище и опереться на спинку, увеличив, таким образом, площадь опоры тела. При этом меняется направление действия сил ускорения на организм, уменьшается давление на ягодичную область, на сосуды и нервные окончания, расположенные в этой области. Влияние перегрузок снижается и благодаря амортизации сложенного парашюта, если он укладывается в чашу сиденья летчика.

Геометрические размеры кресла рассчитаны на основании антропометрических данных летчиков. Ширина сиденья определяется по максимальной ширине таза человека с учетом некоторого запаса на одежду и равна 40–45 см. Высоту сиденья можно регулировать по росту летчика. Расстояние от сиденья до педалей регулируется путем изменения высоты педалей. На современных самолетах кресло летчика является и средством спасения — при необходимости покинуть самолет летчик катапультируется вместе с ним.

К устройству катапультируемого кресла предъявляются особые требования. В частности, его снабжают устройствами для защиты головы и конечностей от воздушного потока при катапультировании — боковыми щитками, локтевыми упорами-обтекателями для рук, боковыми щитками на чаше кресла и захватами, фиксирующими ступни на подножке кресла, шторками для защиты лица. Некоторые устройства и автоматы максимально упрощают действия летчика при катапультировании и отделении от кресла. Для установки катапультируемого кресла потребовалось увеличить размеры кабины настолько, чтобы обеспечить быстрое и безопасное отделение от самолета кресла с летчиком.

В качестве стандартов, которыми руководствуются конструкторы, берутся антропометрические показатели «среднестатистического», «эталонного» летчика, с учетом величины среднеквадратического отклонения, характеризующего изменчивость вариационного ряда, поэтому полного соответствия геометрических размеров кабины антропометрическим данным каждого летчика достигнуть невозможно. Пилоты с крайними показателями физического развития могут находиться в неоптимальных условиях и испытывать некоторые неудобства при нахождении на рабочем месте. Это обстоятельство учтено в медицинских требованиях к кандидатам для обучения на авиационных факультетах.

Условия обитаемости в кабине самолета. Для характеристики условий обитаемости в кабине самолета при высотных полетах представляют интерес, прежде всего, величины парциального давления кислорода и общего барометри-

ческого давления. Важное значение имеют микроклиматические условия — величина температуры и ее перепады, влажность, скорость движения воздуха и его чистота, а также освещение кабины и приборного оборудования, уровень шума и вибраций. Принято считать, что требования к условиям обитаемости должны быть наиболее жесткими при полетах большой продолжительности, а при кратковременных они могут лежать в пределах средних и минимальных величин.

Вентиляция кабины. Для регулирования температурных условий, удаления продуктов жизнедеятельности человека и вредных примесей, которые могут попасть в кабину, предусмотрена система вентиляции кабины. При полетах до высоты 2000–3000 м кабина не герметизируется и для вентиляции используется скоростной напор обтекающего самолет воздушного потока. Воздух по специальным заборным патрубкам подается внутрь кабины и затем через открытый клапан регулирования давления выпускается в атмосферу.

После герметизации кабины в нее подается сжатый воздух, который создает избыточное давление, обеспечивает вентиляцию и удаление вредных газовых примесей, обогрев воздуха и остекления кабины. Наддув осуществляется от компрессора, питающего воздухом двигатель. В компрессоре воздух сжимается и сильно нагревается (до 200–400°С), поэтому до поступления в кабину он охлаждается в турбовоздушных радиаторах и турбохолодильниках до желаемой температуры. Забор воздуха из компрессора турбореактивного двигателя имеет и свои недостатки. При нарушениях в топливных и масляных агрегатах, расположенных на входе в компрессор, не исключена опасность попадания в кабину паров горючего, масла и продуктов их разложения. Эта опасность возникает и по мере износа двигателя. Кроме того, подача воздуха зависит от режима работы двигателя. Количество воздуха, подаваемого в кабину, и его утечка регулируются автоматически таким образом, чтобы обеспечить необходимое давление и поддержание в кабине заданной температуры. Для поддержания комфортных условий скорость движения воздуха в кабине не должна превышать 0,2 м/с.

Регулирование температуры в кабине должно обеспечивать нормальные условия теплообмена, исключать возможности перегрева или переохлаждения как общего, так и местного. Оптимальная для кабины самолета температура равна +20–22 °С, средняя — 4–15 °С, минимальная — +10 °С. Допустимые колебания температуры в разных местах кабины не должны превышать 5 °С по горизонтали и 3–4 °С по вертикали. Допустимая разница между температурой воздуха в кабине и температурой ее внутренних поверхностей равна 2–3 °С. Стабилизация температурного режима в кабине, имеющей небольшой объем и недостаточную теплоизоляцию, — задача весьма сложная.

Как показывает опыт, перепады температуры в кабине так же, как радиационный нагрев или охлаждение, могут достигать значительных величин, особенно при базировании авиации в крайних климатических зонах. Автоматические терморегуляторы, устанавливаемые в кабинах самолетов, не всегда обеспечивают тонкое регулирование температуры. При высокой температуре среды металлические стенки кабины, если не приняты меры защиты, сильно нагреваются и излучают тепло, поэтому перед взлетом в кабине бывает очень жарко и душно. В этих случаях перед посадкой экипажа необходимо охлаждение кабины с по-

мощью аэродромных кондиционеров. На больших высотах вследствие сильного охлаждения стен кабины возможно радиационное охлаждение членов экипажа.

Авиационному врачу следует знать устройство системы обогрева кабины самолета, интересоваться температурным режимом, который летчики предпочитают в полете, их теплоощущением, а также наличием у них после полетов симптомов перегревания или переохлаждения (общего или местного). Полученные данные могут быть использованы при даче рекомендаций по форме одежды и определении наиболее целесообразного температурного режима в полете.

Воздух кабины не должен содержать пыли, дурно пахнущих и вредных примесей, которые могут попасть в кабину из внешней атмосферы, из топливной и масляной систем двигателей при их неисправности и неправильной эксплуатации. Они могут быть занесены в кабину и случайно: при попадании на одежду и обувь, при использовании ветоши для очистки приборов и оборудования, смоченной керосином или бензином. Причиной загрязнения воздуха могут быть и продукты возгонки лаков и красок, которыми покрыты приборы, провода и трубы, расположенные в кабине. Возгонка происходит при нагревании оборудования и приборов во время полета. Установлены следующие предельно допустимые концентрации вредных примесей в герметической кабине самолета: окись углерода — 30 мг/м^3 , окислы азота (в пересчете на N_2O_3) — 5 мг/м^3 , пары бензина — 100 мг/м^3 , пары керосина — 300 мг/м^3 , акролеин — 2 мг/м^3 , озон — $0,1 \text{ мг/м}^3$, тетраэтилсвинец — $0,05 \text{ мг/м}^3$.

Определенное значение имеет и ионизация воздуха проникающими излучениями светящейся массы, нанесенной на шкалы приборов, а также космическими лучами. Ионизация происходит и при движении сильно нагретого воздуха по трубам системы наддува кабины.

Контроль за чистотой воздуха в кабине самолета особенно важен в частях дальней и транспортной авиации, выполняющей длительные полеты.

В кабину экипажа транспортного самолета выхлопные газы могут проникать также при загрузке техники своим ходом, если двери, форточки и люки кабины остаются открытыми. Для объективной оценки чистоты воздуха в кабине, определения содержания в нем паров горючего, окиси углерода могут применяться портативные газоанализаторы.

Уровень шума и вибраций. Снижение уровня шума в кабине достигается путем правильного расположения двигателей, подвески их на амортизаторы, звукоизоляции кабины и применения индивидуальных средств защиты. Уровень звукового давления в кабине при длительных полетах не должен превышать 90 дБ, а при форсированном режиме работы двигателя и при кратковременных полетах — 100 дБ. Шум в наушниках переговорного устройства может затруднить восприятие речевой информации, что ведет к повышению нервно-эмоционального напряжения.

Допустимые уровни вибрации в ЛА определяются с учетом норм, ограничивающих вибрации в промышленности, и оцениваются по вибросмещению (мм) и виброскорости (см/с), которые характеризуют энергию колебательного процесса и позволяют судить о возможных физиологических сдвигах в организме, обусловленных колебательными движениями.

Освещение. При полетах ночью важное значение имеет достаточное освещение кабины и приборного оборудования. На рабочих местах летного состава устанавливаются светильники местного освещения, используемые при работе с картой, ведении записей, расчетов. В кабинах многоместных самолетов имеются и светильники общего освещения, а также переносные лампы для осмотра плохо освещенных мест. Освещение белым светом устанавливается в пределах минимальных величин 1–10 лк. При включении всех светильников оно может быть увеличено. Это позволяет не только читать карту и делать записи и расчеты, но и вести наблюдения за слабоосвещенными объектами на земле и самолетами, находящимися в воздухе. Более высокая освещенность улучшила бы видимость, однако при этом затрудняется зрительная ориентировка за пределами кабины, так как потребуются адаптация к темноте, на что необходимо определенное время. Светильники местного освещения позволяют усилить освещенность в определенных зонах. Освещение рабочих мест должно поддаваться регулированию, быть равномерным, без отраженной блескости от рабочих поверхностей, приборных досок и других объектов в кабине.

Для подсвета приборных досок, пультов, щитков и других органов управления, на которых шкалы, надписи и другие обозначения покрыты светящимся составом, используются ультрафиолетовые светильники. При облучении ультрафиолетом светящаяся масса имеет зеленое свечение, а аварийные и запрещающие сигналы — оранжевое или красное. Яркость свечения зависит от степени облучения ультрафиолетом и поддается регулированию. В ночном полете при выключении светильников белого света все надписи и обозначения, покрытые светящейся массой, имеют яркое свечение и четко воспринимаются, что дает возможность снимать показания приборов и ориентироваться в расположении органов управления даже в полной темноте. Световая чувствительность глаза и острота зрения находятся при этом на уровне, соответствующем адаптации к темноте, что обеспечивает быстрое восприятие световых сигналов, встречающихся в ночных условиях, и достаточно хорошую зрительную ориентировку за пределами кабины самолета. Для освещения кабины самолета (приборной доски) применяется и красный свет. Дезадаптация глаза при этом менее выражена, чем при освещении ультрафиолетом, а зрительная ориентировка по наземным малоосвещенным объектам улучшается. Однако утомление в полете развивается раньше.

При полетах днем возникает необходимость в защите от прямого солнечного света. Для этого в кабине устанавливаются защитные шторы и светофильтры или используются защитные очки. Летному составу необходимо постоянно контролировать освещенность в кабине самолета, не допуская ее до уровней, которые могут снизить темновую адаптацию. Освещенность индикаторов радиолокационных прицелов также должна быть в пределах, исключающих нарушение адаптации.

Обзор из кабины. Обзор имеет важное значение для обеспечения безопасности взлета, посадки, полета и выполнения боевого задания. Он зависит от устройства фонаря, имеющего сложную криволинейную конфигурацию и наклонное лобовое стекло, величины и расположения непрозрачной крепящей части фонаря, качества остекления и его оптических свойств.

Обзор из кабины самолета при горизонтальном полете должен быть следующим: вперед вниз через нос самолета — не менее 15° от горизонта; вниз в стороны в передней полусфере — не менее 35° ; вниз вдоль крыла — 8° от горизонта; вперед и назад — полностью верхняя и задняя полусферы; назад — просматривать хвостовое оперение. Непросматриваемые части фонаря не должны занимать более 3° . Остекление фонаря должно обеспечивать равномерное освещение кабины и не искажать внешние объекты.

Медицинские требования к оборудованию кабины. Современный самолет оснащен новейшим электротехническим и радиотехническим оборудованием, автоматическими и полуавтоматическими устройствами. В кабине установлены многочисленная аппаратура, приборы, рычаги управления, ручки, переключатели, тумблеры, кнопки, сигнализаторы, необходимые для управления самолетом, выполнения боевого задания и спасения при аварийных ситуациях. Поэтому своевременная и правильная работа с оборудованием кабины может быть сложной даже для подготовленного летчика. Ввиду этого при конструировании кабины и разработке ее оборудования важно правильное согласование технических возможностей с психофизиологическими и физиологическими возможностями человека. Только в этом случае эффективность его деятельности будет наибольшей.

Все приборы условно могут быть разделены на две группы: информирующие указатели и командные.

Информирующие указатели дают возможность контролировать режим и характер полета, работу двигателей, отдельных агрегатов и аппаратуры. Они могут быть абстрактно-количественными (указатели высоты, скорости), наглядными, характеризующими пространственное положение самолета (авиагоризонт, указатель крена и т. п.), и сигнализаторами.

Командные указатели служат для передачи команд. Они передаются световыми таблицами, стрелками, останавливающимися на определенных надписях, с помощью наводящих меток и другими способами.

Авиационные приборы должны иметь размеры и вид, которые обеспечивают максимально быстрое и точное снятие их показаний. Приборы первой важности имеют диаметр 8–10 см (часы, высотомер, авиагоризонт, указатель скорости, вариометр и др.), второстепенные — 6–8 см. Установлено, что наиболее важные приборы должны иметь диаметр 12–13 см. Быстрота и точность отсчета показаний зависят не только от величины и формы приборов, но и от вида шкалы (круговая, полукруглая, горизонтальная, вертикальная, «открытое окно»), ширины и формы стрелок, положения начальной точки отсчета, внешнего вида прибора и места его расположения в кабине, удаления от глаз, освещенности и других факторов.

Располагают приборы в кабине с учетом их значения в деятельности летчика на важнейших этапах полета. Так, основные пилотажно-навигационные приборы (авиагоризонт, указатель скорости, высотомер, вариометр, компас, радиоманитный компас) располагают компактно на передней панели приборной доски слева и сверху. Эта зона приборной доски хорошо просматривается и постоянно находится в поле зрения летчика. Ведя наблюдение за положением самолета в пространстве (по авиагоризонту), летчик, не меняя рабочей позы, при минимальном

перемещении взгляда может определять выдерживание курса в заданном направлении (по компасу), следить за скоростью и высотой полета. В непосредственной близости от авиагоризонта находятся вариометр и радиокompас, дающие дополнительную информацию о положении самолета. Подобное размещение основных аэронавигационных приборов облегчает наблюдение за ними во время посадки самолета, когда обзор ведется через переднюю часть фонаря в зоне, расположенной несколько левее средней линии кабины летчика.

На передней панели приборной доски располагаются и другие важные приборы и сигнализаторы. Эта зона занимает центральное место в сенсорной зоне летчика, хорошо просматривается без поворота головы, легко досягаема, движения рук при управлении самолетом не мешают наблюдению за показаниями расположенных здесь приборов. Приборы контроля за работой ряда агрегатов располагаются на боковых панелях. Постоянного наблюдения за ними не ведется.

Размещение и взаимное расположение основных приборов и других элементов управления на приборной доске должно быть стандартным на различных типах самолетов. Целесообразно постоянное закрепление приборов за определенными зонами приборной доски. Стандартное расположение приборов облегчает переучивание летчиков и переход с одного типа самолетов на другой. Важно оно и с точки зрения безопасности полета, так как при экстремальных условиях и в сложных ситуациях у летчиков, летавших на самолетах с иным расположением оборудования, может срабатывать старый стереотип (навык) и они, перепутав расположение приборов или рычагов управления, совершают ошибочные действия.

Усложнение авиационной техники ведет к увеличению количества приборов в кабине летчика. На современных самолетах число приборов, сигнальных ламп, переключателей, тумблеров и других элементов управления превысило цифру 200. Увеличение числа приборов обусловлено ростом скорости и высоты полета, усложнением авиационной техники и задач, которые решает летчик. Сложное оборудование облегчает деятельность летчика, но, несомненно, в какой-то мере и затрудняет ее, так как возможности человека воспринимать информацию не беспредельны. Вот почему дальнейшее совершенствование рабочего места летчика немыслимо без уменьшения количества приборов. Намечаются следующие пути решения этой задачи.

1. Замена некоторых приборов сигнализаторами (световыми, звуковыми или тактильными), которые в нужное время привлекают внимание летчика к определенным приборам.

2. Комбинирование приборов, дающих однородную или взаимосвязанную информацию и требующих обобщенной двигательной реакции.

3. Создание комплексных навигационных систем, в которых показания приборов автоматически воспроизводятся на общем экране, расположенном перед летчиком.

Важное значение может иметь введение автоматических и полуавтоматических устройств, облегчающих пилотирование самолета, а также сокращение числа контролируемых параметров за счет повышения надежности работы отдельных агрегатов.

Определенным требованиям должны отвечать и сигнализаторы. Сигнализация может быть привлекающей внимание, если лампочка загорается около прибора или аппарата; предупреждающей, когда лампочка указывает на неблагополучие; направляющей, если сигнал адресует летчика к конкретной группе приборов, и оповещающей, когда сигнал оповещает о конкретном событии (например, «нет масла»).

В кабине современного самолета имеются десятки сигнальных ламп. Их сигналы обладают краткостью и наглядностью. Однако, если лампы разбросаны по всей кабине, привлекающий эффект некоторых из них снижается. Этот недостаток устраняют, располагая сигнальные лампы в поле зрения летчика отдельными компактными группами по функциональному признаку: аварийные, предупреждающие и уведомляющие сигналы. Первые имеют красный цвет, вторые — оранжевый, третьи — зеленый. Для аварийных систем применяются проблесковые (мигающие) сигналы. Их рекомендуется сопровождать одновременно и звуковыми сигналами. Наиболее важные сигнализаторы следует располагать отдельно.

Применяются и главные сигнальные огни, которые включаются при наличии любого аварийного или предупредительного сигнала. Звуковая сигнализация позволяет несколько разгрузить зрительный анализатор летчика: при подаче звукового сигнала летчик может выполнять основную работу, не поворачиваясь в сторону источника этого сигнала.

В кабине самолета имеются разнообразные средства управления: ручки, рычаги управления, тумблеры, кнопки, переключатели и другие. Одни из них используются в течение всего полета — ручка управления самолетом, рычаг управления двигателем, педали, другие — только на отдельных этапах полета (взлете, посадке), третьи являются вспомогательными и используются на земле при подготовке к полетам. Основные органы управления самолетом обычно располагаются на легкодоступном для летчика расстоянии и хорошо видны. Желательно, чтобы расположение было стандартным на различных типах самолетов, иначе при переучивании у летчиков могут возникнуть трудности и ошибочные действия.

Движения рычагами должны быть простыми, удобными и осуществляться без больших усилий. Ручки и рычаги должны иметь достаточную величину и удобную для охвата форму. Если рукоятками пользуются эпизодически, рекомендуется делать их различной величины и формы, что позволяет летчику узнавать их наощупь. В качестве различительного признака используют цвет и расположение.

Для облегчения выработки навыков по управлению самолетом и сведения к минимуму ошибочных действий необходимо определенное соответствие между направлением движения органов управления и самолета, а также ожидаемыми изменениями показаний приборов. При этом следует ориентироваться на естественные рефлексy человека. Такое соответствие в некоторых случаях имеется. Например, при нажатии на правую педаль самолет отклоняется «вправо», а при нажатии на левую — «влево». Перемещение ручки управления самолетом «от себя» ведет к снижению самолета, а перемещение «на себя» — к набору высоты.

Однако достижение такого соответствия применительно ко всем элементам управления — задача в достаточной мере сложная.

Знание устройства и оборудования рабочего места летчика позволяет авиационному врачу лучше изучить характер деятельности летчика, понять сложность летного труда, разобраться в причинах некоторых ошибочных действий, связанных с психофизиологическими факторами. На основании своих наблюдений и бесед с летчиками врач может сделать ценные предложения по регулированию микроклиматических условий в кабине самолета, устранению недостатков, выявляемых в процессе эксплуатации самолета, а также предложения по более рациональному устройству и оборудованию кабины самолета.

14.3. КИСЛОРОДНО-ДЫХАТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

Герметическая кабина самолетов не исключает при высотных полетах воздействия на летчика гипоксии, кроме того, имеется вероятность аварийной разгерметизации кабины, поэтому необходимо дополнительное кислородное обеспечение.

Для профилактики развития высотной гипоксии кислородно-дыхательная аппаратура обогащает вдыхаемый воздух кислородом. Однако даже дыхание чистым кислородом обеспечивает им организм лишь до определенных высот. Установлено, что человек способен сохранять достаточный уровень умственной и физической работоспособности в течение продолжительного времени на высотах 4 км при дыхании атмосферным воздухом и 12 км — при дыхании чистым кислородом. Для того чтобы добиться удовлетворительного обеспечения организма летчика кислородом на высотах более 12 км, необходимо подавать кислород в дыхательные пути под избыточным давлением.

Независимо от типа кислородно-дыхательной аппаратуры в ее состав входят: источник кислорода, кислородный редуктор, кислородный прибор (КП), кислородная маска (КМ) или гермошлем. В качестве источника кислорода используются специальные емкости, установленные на борту ЛА. Они заполняются кислородом в период предполетной подготовки. Кислородные редукторы предназначены для понижения давления кислорода, поступающего от источника кислорода к КП. КМ обеспечивает подачу кислорода в дыхательные пути летчика. Основной частью кислородно-дыхательной аппаратуры является КП, работающий совместно с устройством подсоса воздуха, а при необходимости и с механизмом избыточного давления.

К кислородным приборам предъявляются следующие физиологические требования: уровень pO_2 под КМ (в ГШ) должен обеспечивать высокую работоспособность летчика и не нарушать функции основных систем организма при полетах на всех высотах; аппаратура не должна ограничивать движения летчика, иметь аварийные устройства для подачи кислорода, быть простой и надежной в эксплуатации, иметь малые габариты и массу, обеспечивать экономный расход кислорода.

Кислородная дыхательная аппаратура делится на 2 типа. В первом используется газообразный кислород, во втором — жидкий. Первый тип аппаратуры применяется на самолетах и вертолетах с относительно небольшой длительно-

стью полета, где кислород хранится в металлических баллонах под давлением 150 кг/см^2 или 30 кг/см^2 . Второй тип чаще применяется на самолетах большого радиуса действия. Жидкий кислород хранится в специальных газификаторах, в которых он испаряется и в газообразном состоянии поступает в бортовые КП.

Кислородные приборы по своему целевому назначению разделяются на бортовые (стационарные), переносные и парашютные. Бортовые КП могут быть как индивидуального, так и коллективного пользования. Индивидуальные КП устанавливаются на рабочих местах членов экипажа, КП коллективного пользования — в общих кабинах. Переносные КП имеются в кабинах многоместных самолетов и используются при перемещении членов экипажей по салону. Парашютные КП предназначены для обеспечения экипажа кислородом в случае вынужденного покидания ЛА.

Кислородные приборы по способу подачи кислорода под КМ разделяются на три основных группы: КП с непрерывной подачей кислорода; КП с регулируемой подачей кислорода (со «следящей системой» типа «легочный автомат»); КП с комбинированной подачей кислорода, сочетающие в себе два первых режима работы. В последней группе выделяют КП, которые на высотах более 12 км подают кислород под избыточным давлением.

Характерной особенностью КП с непрерывной автоматической подачей кислорода с использованием КМ открытого типа является равномерное и непрерывное поступление кислорода к дыхательным путям человека. Приборы с легкой маской открытого типа просты по устройству и эксплуатации, оказывают незначительное сопротивление дыханию, безотказны в работе. Отрицательным свойством таких приборов является то, что кислород, поступая под маску во время фазы выдоха, свободно выходит через выдыхательное отверстие маски в окружающую среду, т. е. около 50 % кислорода расходуется нерационально. В КП с непрерывной подачей кислорода применение жидкого кислорода более выгодно по сравнению с газообразным кислородом только в весовом отношении. Это связано с тем, что сосуды Дюара значительно легче, чем металлические, и при испарении одного литра жидкого кислорода образуется около 800 л газообразного. Однако непрерывное испарение кислорода из сосуда Дюара в атмосферу приводит к большим нерациональным его потерям.

Кислородные приборы с легочным автоматом подают кислород на вдохе, поэтому они более экономичны. Однако эти КП имеют сопротивление дыханию, они сложнее по устройству и эксплуатации. Для их работы требуется герметичность всей линии подачи кислорода от прибора до подмасочного пространства. Кислород из КП поступает только при создании разрежения в КМ и приборе во время вдоха. Приборы данного типа используются в комплекте с КМ, имеющей клапаны вдоха и выдоха.

Кислородные приборы для дыхания под избыточным давлением до высоты 12–13,5 км работают как «легочный автомат», а на больших высотах при создании избыточного давления подают кислород непрерывно. Другие КП с комбинированной подачей кислорода используются с целью уменьшения сопротивления дыханию и экономии кислорода. Дополнительная непрерывная подача кислорода включается при интенсификации дыхания.

14.4. КОМПЛЕКТЫ КИСЛОРОДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Для кислородного обеспечения экипажей современных самолетов используются комплекты кислородного прибора КП-24М и кислородного оборудования ККО-5, ККО-15, ККО-ПДР. Для экипажей вертолетов применяется комплект кислородного оборудования ККО-ЛС.

Комплект кислородного прибора КП-24М. Используется экипажами самолетов с высотным потолком до 14 км. Комплект позволяет длительно обеспечивать летчика кислородом в герметизированной кабине на всех высотах, а в разгерметизированной — до высоты 12 км. В случаях разгерметизации кабины самолета на высотах более 12 км комплект снабжает летчика кислородом на время, необходимое для спуска на безопасную высоту (меньше 12 км). В случаях аварийного покидания самолета на больших высотах комплект обеспечивает автоматическое переключение подачи кислорода от парашютного КП. В состав комплекта КП-24М входят: кислородный прибор КП-24М, парашютный кислородный прибор КП-23, регулятор давления, индикатор кислорода, манометры, редуктор и детали «бортовой арматуры». Для поступления кислорода в дыхательные пути летчика используется кислородная маска КМ-32.

Кислородный прибор КП-24М работает в режиме «легочный автомат». В случае отказа этого режима на приборе имеется аварийный кран для подачи кислорода непрерывно. При этом количество подаваемого кислорода будет составлять от 15 до 23 л/мин. До 2 км КП-24М подает для дыхания кабинный воздух и только при сильном разрежении, создаваемом в подмембранном пространстве прибора за счет глубокого вдоха, возможен дополнительный подсос кислорода. На высотах от 2 до 10 км для дыхания подается кислородно-воздушная смесь с автоматическим возрастанием содержания кислорода по мере увеличения высоты. Это позволяет поддерживать во вдыхаемом воздухе pO_2 , соответствующее наземному. Для исключения подсоса воздуха при негерметичном прилегании КМ, начиная с высоты 5–8 км, КП-24М автоматически создает избыточное давление 30–40 мм вод. ст. Начиная с высоты 10 км КП-24М подает для дыхания чистый кислород. В случае разгерметизации кабины на высотах более 12 км в дыхательные пути летчика поступает кислород под избыточным давлением. На высоте 14 км абсолютное давление под КМ (атмосферное плюс избыточное) будет составлять 130 мм рт. ст., что обеспечит pAO_2 , равное 50–60 мм рт. ст. При аварийном покидании самолета на высотах от 12 до 14 км необходимое избыточное давление под КМ обеспечивает парашютный КП.

Комплект кислородного оборудования ККО-5. Используется на самолетах с высотным потолком более 14 км. Он обеспечивает нормальный уровень кислородного снабжения летчика в течение всего полета в герметизированной кабине, а в разгерметизированной — до высоты 12 км. В случаях разгерметизации кабины самолета на высотах более 12 км с помощью ККО-5 поддерживается удовлетворительный уровень кислородного обеспечения. При аварийном покидании самолета кислородное снабжение летчика осуществляется парашютным КП-27М.

В состав ККО-5 входят: кислородный прибор КП-52М, регулятор подачи кислорода, вентилирующее устройство шлема, индикаторы, манометры, редукторы, парашютный кислородный прибор КП-27М, кислородная арматура. Кроме

кислородного оборудования в ККО-5 используется высотное снаряжение: высотный компенсирующий костюм ВКК-6М, высотные компенсирующие перчатки и носки, герметический шлем ГШ-6М и кислородные маски КМ-32 или КМ-34. При использовании ВКК и ГШ высота применения комплекта практически не ограничена и лимитируется только высотным потолком самолета. При использовании ВКК и КМ высота полета ограничивается 14 км. Полеты без ВКК могут выполняться только до высоты 12 км.

При высоте до 2 км в кабине летчик дышит окружающим воздухом. С высоты 2 км КП-52М подает газовую смесь с постепенным увеличением содержания кислорода. На высоте 8 км и более для дыхания летчику поступает чистый кислород. Количество подаваемого кислорода рассчитано на легочную вентиляцию до 30 л/мин, при этом p_{O_2} во вдыхаемом воздухе соответствует наземному. Такая работа КП-52М имеет определенные недостатки, связанные с тем, что при нормальной легочной вентиляции летчика часть кислорода будет расходоваться бесполезно, а при вентиляции более 30 л/мин подача кислорода может оказаться недостаточной.

В случаях разгерметизации кабины самолета на высоте более 12 км автоматически в дыхательные пути летчика подается кислород под избыточным давлением. В данном комплекте применяется режим абсолютного давления 145 мм рт. ст. Это означает, что на всех высотах сумма атмосферного и избыточного давления под КМ или в ГШ равна 145 мм рт. ст. При таком режиме работы p_{AO_2} будет составлять 65–70 мм рт. ст., что обеспечивает удовлетворительный уровень работоспособности летчика. Именно этим определяется возможность нахождения летчика в разгерметизированной кабине самолета на всех высотах. Например, если разгерметизация кабины произойдет на высоте 20 км, где атмосферное давление 41 мм рт. ст., то КП комплекта создаст избыточное давление 104 мм рт. ст., а абсолютное давление под маской будет 145 мм рт. ст.

В ККО-5 для компенсации больших величин избыточного давления в легких применяется ВКК, который создает противодействие на тело, равное избыточному внутрилегочному. Поэтому КП подает избыточное давление не только под КМ, но и в пневмосистему ВКК. При аварийном покидании самолета на высотах более 12 км кислородное снабжение летчика будет осуществляться автоматически с помощью парашютного КП-27М, обеспечивающего тот же режимы работы.

Кислородный прибор КП-52М имеет краны подачи чистого кислорода и аварийной подачи кислорода. С помощью первого крана летчик имеет возможность перейти на дыхание чистым кислородом на любой высоте. Включение аварийного крана позволяет дополнительно подать в ГШ или под КМ около 20 л кислорода в минуту. Для удаления избытка влаги и углекислоты из ГШ в комплекте применяется вентилирующее устройство, с помощью которого в гермошлем подается непрерывный поток кислородно-воздушной смеси или кислорода в объеме 13–15 л/мин.

Высотный компенсирующий костюм конструктивно состоит из комбинезона, натяжного устройства, брюшного компенсатора и противоперегрузочного устройства. Внешнее противодействие на тело осуществляется за счет натяжения ткани костюма при подаче кислорода в пневмосистему натяжного устрой-

ства. Для индивидуальной подгонки костюма на летчика имеется специальная шнуровка, разделенная на несколько самостоятельных участков. Брюшной компенсатор представляет собой резиновую камеру, расположенную в области живота. Камера замкнута и содержит 150 мл воздуха. За счет расширения воздуха камеры при понижении барометрического давления происходит дополнительная компенсация области живота. Противоперегрузочное устройство, вмонтированное в костюм, является самостоятельной системой, предназначенной для повышения устойчивости летчика к пилотажным перегрузкам, и работает от автомата давления. Компенсирующие перчатки и носки служат для создания механического давления на стопы и кисти, необходимого для предупреждения развития явлений высотной парогазовой эмфиземы в этих участках тела при полетах на высотах более 20 км.

Кислородная маска КМ-34 используется вместе с защитным шлемом ЗШ-5. Принцип ее работы такой же, как у КМ-32. В отличие от КМ-32 она состоит из жесткого каркаса и резинового корпуса. Гермошлем, входящий в состав комплекта, изолирует голову летчика от окружающей среды. Он выполняет все функции КМ и защищает голову от механических воздействий при аварийном покидании самолета.

Комплект кислородного оборудования ККО-15. Устанавливается в кабине высокоманевренных самолетов с высотным потолком до 20 км. С его помощью создается нормальный уровень кислородного снабжения летчика в течение всего полета в герметизированной кабине на всех высотах, а в разгерметизированной кабине — до 12 км. При разгерметизации кабины на высотах более 12 км ККО-15 снабжает летчика кислородом только для аварийного снижения до безопасной высоты. Кроме обеспечения кислородом комплект используется для повышения устойчивости летчика к перегрузкам направления «голова – таз» путем создания давления в камерах ППУ и избыточного давления под КМ.

В состав ККО-15 входят кислородное оборудование и высотное снаряжение. Кислородное оборудование состоит из двух систем: бортовой и катапультного кресла. Бортовая система включает кислородный прибор КП-120, регулятор подачи кислорода, регулятор давления, автомат давления, редукторы, манометры, индикаторы и кислородную арматуру. К кислородной системе катапультного кресла относится блок кислородного оборудования, который используется вместо парашютного КП. Высотное снаряжение представлено ВКК-15К и КМ-35М. При выполнении полета до 12 км используется КМ и ППК, на больших высотах необходимо применять ВКК.

При герметизированной кабине режим подачи кислорода аналогичен комплекту ККО-5. В случаях разгерметизации кабины на высоте более 12 км автоматически включается непрерывная подача кислорода, определяющая создание избыточного давления под КМ и в натяжном устройстве ВКК. Максимальное абсолютное давление, поддерживаемое КП под маской, составляет не более 130 мм рт. ст., поэтому время пребывания летчика на высоте 14 км ограничено 5 мин, а на 20 км — 1 мин. При воздействии пилотажных перегрузок независимо от высоты полета под маской создается избыточное давление до 40–45 мм рт. ст.

Высотный компенсирующий костюм ВКК-15К включает комбинезон и куртку. В отличие от ВКК-6М данный костюм не оказывает компенсирующего противодействия на руки, что значительно облегчает управляющие движения летчика. Кроме натяжного устройства, обеспечивающего создание противодействия, в комбинезоне имеется ППУ и система вентиляции костюма для обдува пододежного пространства. Кислородная маска КМ-35 отличается от масок КМ-32 и КМ-34 некоторыми конструктивными особенностями и эксплуатируется с защитным шлемом ЗШ-7А.

Комплект кислородного оборудования ККО-ПДР. Предназначен для коллективного и индивидуального использования без создания избыточного давления под КМ с автоматическим регулированием содержания кислорода во вдыхаемой смеси в зависимости от высоты полета. Рассчитан на одновременное обеспечение кислородом 20 человек (пассажиры, десантники, раненные). Может работать в режиме непрерывной подачи кислорода, прерывистой подачи кислорода и при покидании самолета с парашютом. Использование ККО-ПДР позволяет совершать полеты в герметизированной кабине до высоты 12 км и в разгерметизированной кабине до этой же высоты при применении прерывистой подачи кислорода и КМ закрытого типа. При покидании самолета на этих же высотах происходит автоматическое переключение на питание кислородом от парашютного КП.

Комплект ККО-ПДР состоит из бортового оборудования и личного снаряжения. Бортовое оборудование включает кислородный прибор КП-56, а также кислородные маски КМ-15И, индивидуальные точки питания ИТ и ИТ-2 — по 20 единиц. Комплект личного снаряжения включает кислородный прибор КП-58, кислородную маску КМ-16Н, кислородный парашютный прибор КП-43.

Комплект кислородного оборудования ККО-ЛС. Предназначен для индивидуального кислородного обеспечения летчика на вертолетах без избыточного давления кислорода под КМ и с автоматическим регулированием его содержания во вдыхаемой газовой смеси в зависимости от высоты полета. Использование ККО-ЛС (легкосъемного) позволяет совершать длительные полеты в герметизированной и разгерметизированной кабине до высоты 12 км. Основными элементами комплекта являются регуляторы непрерывной (КП-21) и прерывистой (КП-58) подачи кислорода и кислородная маска закрытого типа КМ-16Н. КП-21 размещается на кислородном баллоне КБ-3. Емкость баллона — 1,7 л, давление в баллоне — 30 атм. Вместо регулятора прерывистой подачи кислорода КП-58 и кислородной маски КМ-16Н в комплект может входить кислородная маска КМ-63НП закрытого типа, в корпус которой вмонтирован КП прерывистой подачи кислорода. В полете на высоте более 2 км под КМ-16Н начинает поступать кислород из КП-21, который проходит через регулятор прерывистой подачи кислорода КП-58, образуя смесь кислорода с атмосферным воздухом. С поднятием на высоту процентное содержание кислорода в воздушно-кислородной смеси увеличивается и на высоте 6 км составляет 38–40 % при вентиляции 30 л/мин.

ГЛАВА 15. ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИТАНИЯ ЛЕТНОГО СОСТАВА

Физиологические требования к питанию. Питание — это процесс потребления и усвоения питательных веществ для обеспечения энергетических и пластических потребностей организма, а также потребностей в воде, витаминах и минеральных веществах.

На основании работ П. Е. Калмыкова, К. С. Петровского, А. А. Покровского и других исследователей обоснованы физиолого-гигиенические требования к питанию летчиков. Потребность организма летчика в энергии и пластических веществах характеризуется таким их количеством и качеством, при котором на фоне относительно неизменной массы тела обеспечивается сохранение здоровья, высокой умственной и физической работоспособности. Следовательно, количественная и качественная достаточность питания летчиков во многом определяет эффективность их деятельности. Помимо количественной и качественной адекватности к основным физиологическим требованиям к питанию летчиков относится также режим питания (табл. 15.1).

Таблица 15.1

Основные физиологические требования к питанию летного состава

Количественная адекватность	Соответствие энергетической ценности (калорийности) пищи энерготратам организма
Качественная адекватность	Сбалансированность химического состава пищевого рациона, безвредность и высокие вкусовые характеристики пищи
Режим	Своевременность восполнения потерь энергии, воды и пластических веществ

Энергетическая адекватность или количественная достаточность питания зависит от энерготрат организма летчика в процессе жизнедеятельности. Величина энерготрат определяется уровнем основного обмена, расходом энергии на трудовую деятельность и пищеварение. Энергетическую ценность пищи оценивают по количеству тепловой энергии, высвобождающейся при сгорании 1 г пищевого вещества, в калориях или джоулях (1 кал = 4,187 Дж). Энергетическая ценность жиров (9,3 ккал/г) намного больше, чем белков и углеводов (4,1 ккал/г). В весовом отношении белки и углеводы могут быть заменены в соотношении 1 : 1. Однако длительная замена одного из трех питательных веществ эквивалентным по энергетической ценности количеством другого недопустима, т. к. они одновременно являются и пластическим материалом организма человека.

Энерготраты у летчиков в процессе деятельности могут быть значительными (табл. 15.2). Особенно велики они при выполнении сложных элементов полета (например, во время посадки), когда степень нервно-эмоционального напряжения достигает критических значений. Суточные энерготраты у летчиков в дни полетов составляют 3300–3500 ккал/сут, а в дни подготовки к полетам обычно не превышают 3200 ккал/сут. Количественная неадекватность питания летчиков может быть сопряжена с избыточным или недостаточным потреблением пищи. При избыточном питании увеличивается вероятность развития атерогенных изменений липидного обмена, ожирения, заболеваний сердечно-сосудистой систе-

мы и органов желудочно-кишечного тракта, возможно снижение работоспособности. Недостаточность питания в течение непродолжительного времени может компенсироваться за счет энергетических резервов организма — гликогена и жиров. У мужчин жировой компонент составляет в среднем 10–20 % массы тела, запасы гликогена не превышают 600–800 г и могут экстренно компенсировать дефицит энергии в пределах 2400–3200 ккал.

Таблица 15.2

Энерготраты летного состава в процессе профессиональной деятельности, ккал/ч на 1 кг массы тела (И. Г. Попов и соавт., 1980)

Летный состав	Вид деятельности	
	в полете	при подготовке к полету
Летчики	1,3–5,0	2,5–3,0
Штурманы	1,3–2,0	2,5–3,0
Радисты	1,2–2,4	2,5–3,5
Борттехники	1,3–1,5	3,5–4,5

Основой качественной адекватности питания летчиков является сбалансированность пищевого рациона, т. е. оптимальное соотношение компонентов пищи, а также ее безвредность и вкусовые характеристики. К одной из основных характеристик сбалансированности относится весовое соотношение в рационе белков, жиров и углеводов, которое для здорового человека должно составлять примерно 1 : 1 : 4. В целом, насчитывается около 60 пищевых веществ (аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, сахаров, витаминов, минеральных солей и др.), требующих сбалансированности.

Белки являются основными структурными элементами тканей, входят в состав гормонов и коэнзимов. Установлено, что в организм взрослого человека за сутки должно поступать не менее 1 г белков на 1 кг массы тела (белковый оптимум). Следовательно, в условиях относительного покоя взрослый человек должен потреблять не менее 70–80 г белка. Известно, что действие многих факторов авиационного полета (пониженное парциальное давление кислорода, ускорения, вибрация, шум и др.) приводит к изменениям метаболизма и увеличению пластических и энергетических потребностей. Так, при гипоксической гипоксии на высотах выше 4000 м у летчиков в крови увеличивается уровень аминного азота, что связывают с нарушением процессов дезаминирования белков и синтеза из аминокислот в печени. Наряду с этим гипоксическая гипоксия характеризуется ухудшением процессов переваривания белков в желудочно-кишечном тракте. На современных ЛА проблема обеспечения летчика кислородом решена. Тем не менее, у летчиков истребительной авиации после полетов отмечается снижение содержания в крови некоторых свободных аминокислот, что может свидетельствовать об усилении катаболизма белков вследствие выраженного нервно-эмоционального напряжения. В связи с изложенным целесообразно увеличивать норму белков в рационе питания летчиков в дни полетов до 140–150 г/сут. При этом около 60 % всех белков должны быть животного происхождения, т. к. в них содержится полный набор незаменимых аминокислот (творог, яйцо, молочные, мясные и рыбные продукты).

Жиры имеют не только энергетическое значение. В них растворены витамины (А, D, Е, К) и незаменимые жирные кислоты (линолевая, линоленовая,

арахидоновая и др.), условно объединенные в группу веществ под общим названием витамин F. При гипоксии происходит накопление продуктов окисления жиров: ацетона, ацетоуксусной и бета-оксималяной кислот. Кроме того, у летчиков после полетов в сыворотке крови увеличивается содержание холестерина и снижается лецитин-холестериновый коэффициент, что свойственно особенностям метаболизма жиров при атеросклерозе. Взрослому человеку в среднем требуется 70–80 г жиров в сутки. С учетом специфики профессиональной деятельности рацион питания летного состава в дни полетов должен включать 130–140 г жиров. Для профилактики атеросклероза следует увеличивать долю растительных масел, содержащих полиненасыщенные жирные кислоты.

Углеводы. До 60 % энергообмена организма человека зависит от превращений углеводов, а энергообмен мозга почти полностью обеспечивается глюкозой. Углеводы могут быть источником энергии как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Мобилизация гликогена из печени позволяет обеспечить срочные энергетические потребности организма человека. При гипоксии угнетается аэробная фаза гликолиза и происходит накопление в крови и тканях молочной и пировиноградной кислот. Однако даже неполная утилизация углеводов в гипоксических условиях дает возможность получить сравнительно больше энергии на единицу поглощенного кислорода, чем при окислении жиров. Вследствие этого углеводы лучше других нутриентов способствуют высотной устойчивости организма летчика, повышают резервное время при разгерметизации кабины и переносимость перегрузок. Поэтому в период полетов в рацион летчиков целесообразно включать продукты, содержащие большое количество легкоусваиваемых углеводов (белый хлеб, сахар, шоколад и др.). Углеводы выполняют также «антикетогенную» функцию, способствуя лучшему метаболизму жиров. При отсутствии в пище углеводов в организме происходит накопление метаболитов недоокисленных жиров с возникновением ацидоза. Оптимальная суточная доза углеводов для летчиков составляет 500–530 г.

Витамины, в основном, выполняют в организме роль регуляторных веществ, являясь коферментами катализаторов обмена. Средняя потребность в большинстве витаминов составляет от 2 до 25 мг/сут, а для аскорбиновой кислоты — до 200 мг/сут. Жирорастворимые витамины содержатся в продуктах животного происхождения (особенно в печени), растительных маслах и в меньшей степени — в зеленых листьях овощей. Водорастворимых витаминов больше в продуктах растительного происхождения (зерновые, бобовые, фрукты, овощи, ягоды). Некоторые витамины (аскорбиновая кислота) неустойчивы при хранении и переработке. Поэтому, очень важно использовать для питания летчиков свежие продукты.

Макроэлементы необходимы для формирования скелета (кальций, фосфор) и поддержания осмотического давления биологических жидкостей (натрий), нормальной работы возбудимых структур (калий, натрий, кальций, магний), мышечного сокращения (кальций, магний), аккумуляции энергии (фосфор) и других функций. Кроме того, организму человека требуется еще 15 микроэлементов, являющихся, в основном, составными частями ферментов, витаминов, гормонов.

Результаты экспериментальных исследований последних лет свидетельствуют о том, что пищевой статус человека определяется не только усвоением первичных нутриентов (аминокислот, моносахаридов, жирных кислот и др.), освобождающихся в результате переваривания пищи, а во многом зависит от поступления из желудочно-кишечного тракта регуляторных веществ, бактериальных метаболитов и пищевых волокон.

Регуляторные вещества продуцируются эндокринными клетками желудочно-кишечного тракта (секретин, холецистокинин, гастрин, нейротензин, субстанция Р, энкефалин-беталипотропин и многие др.) и образуются при расщеплении пищи. Так, при гидролизе пепсином белков молока и пшеницы образуются вещества, получившие название экзорфинов, т. е. натуральных морфиноподобных соединений. Некоторые регуляторные вещества проникают в кровь и принимают участие в модуляции общего гормонального фона организма.

Бактериальные метаболиты (или вторичные нутриенты) — витамины, незаменимые аминокислоты, углеводы, жиры — образуются в результате трансформации балластных веществ (пищевых волокон и др.) под действием микрофлоры желудочно-кишечного тракта. О физиологической роли вторичных нутриентов свидетельствует резкое повышение потребности в витаминах у человека, у которого бактериальная флора подавлена антибиотиками.

К пищевым волокнам относятся такие полисахариды как целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин, лигнин, воск и др. Они содержатся преимущественно в овощах, хлебе, неочищенных злаках. Установлено, что пищевые волокна влияют на увеличение массы гладких мышц желудочно-кишечного тракта, его моторную активность, скорость всасывания пищевых веществ в тонкой кишке, электролитный обмен в организме человека. Важно, что пищевые волокна обладают способностью связывать воду и желчные кислоты, адсорбировать токсические соединения, являются одним из источников питания сапрофитной микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Потребление рафинированных, лишенных пищевых волокон, продуктов способствует образованию камней в желчном пузыре, увеличению содержания в крови холестерина и развитию атеросклероза, гипертонии, ишемической болезни сердца, диабета. Таким образом, очевидно важное значение пищевых волокон, состояния микрофлоры и функции желудочно-кишечного тракта для обеспечения потребностей организма летчика.

Одним из критериев качественной адекватности питания является безвредность пищи, под которой понимают ее безопасность в эпидемическом отношении. Безвредность пищи обеспечивается за счет соблюдения санитарно-гигиенических правил приготовления пищи и гигиенических норм работниками продовольственной службы под непосредственным контролем специалистов медицинской службы.

Рациональный режим питания предполагает своевременность восполнения пластических веществ, энерго- и водопотерь с целью обеспечения оптимальности обменных процессов, сохранения здоровья и поддержания высокой работоспособности летчиков. Требования к режиму питания включают регламентацию времени приема пищи и воды, промежутков между ними и распределение продуктов по приемам пищи. При решении вопроса о частоте питания исходят из

того, что значительные временные интервалы между приемами пищи могут привести к появлению чувства голода, ухудшению самочувствия и снижению работоспособности.

Летный состав обеспечивается горячей пищей 4 раза в сутки. Промежутки между приемами пищи во всех случаях, в том числе и в полете, не должны превышать 4–5 часов.

Продукты летного пайка по энергетической ценности в дни полетов распределяются в соответствии с началом летной смены (табл. 15.3).

Таблица 15.3

Распределение калорийности суточного рациона питания в зависимости от времени выполнения полетов, %

Прием пищи	Время начала летной смены		
	с 3–5 ч	с 8–9 и с 14–16 ч	ночные
1-й завтрак	10–15	20–25	20–25
2-й завтрак	25–20	15–10	–
Обед	35–40	35–40	40–35
1-й ужин	30–25	30–25	25–30
2-й ужин	–	–	15–10

В выходные, праздничные и нелетные дни количество приемов пищи может быть уменьшено до 3 раз в сутки с распределением продуктов пайка по энергетической ценности по приемам пищи: на завтрак — 30 %, на обед — 50 %, на ужин — 20 %. В дни полетов летный состав пищу принимает за 1,5–2 часа до начала полетов.

При осуществлении полетов в условиях жаркого климата рекомендуется уменьшить калорийность обеда до 25–30 %, а завтрака (ужина) увеличить. Восполнение водопотерь должно осуществляться во время приемов пищи и между ними из расчета 50–70 мл/ч (в полете — 70–100 мл/ч).

Виды питания. Профессиональная деятельность летчиков осуществляется в разнообразных условиях (время суток, климатогеографические особенности и др.), при которых потребности организма человека в энергии и пластических веществах могут существенно различаться. Наряду с этим специфика труда обуславливает своеобразные, подчас достаточно сложные, санитарно-гигиенические условия хранения, приготовления и приема пищи. Изложенное объясняет невозможность создания единых универсальных пищевых норм и режимов питания летного состава. Разработано несколько вариантов питания, специфика каждого из которых определяются физиолого-гигиеническими требованиями к питательной ценности рационов в конкретных условиях летной деятельности. В настоящее время основными видами питания летчиков являются: повседневное питание в наземных условиях, включающее предполетное питание; питание в длительных полетах (бортовое питание); питание в аварийных условиях.

Повседневное питание. Это питание в дни между полетами, которое рассматривается как обычное питание, направленное на поддержание оптимального уровня здоровья пилота. Организуется продовольственной службой в наземных условиях на базе стационарных летных столовых или непосредственно на аэродромах. Рациональное повседневное питание имеет профессионально-профиллак-

тический и реабилитационный характер, способствуя лучшей переносимости неблагоприятного действия факторов полета и восстановлению работоспособности летчиков в периоды меж- и послеполетного отдыха.

Питание летного состава винтомоторной авиации ВВС обеспечивается нормой основного летного пайка, а реактивной и турбореактивной авиации — за счет добавления к основному дополнительного пайка. Повседневное питание адекватно удовлетворяет потребности организма летчика при соблюдении следующих требований:

- калорийность суточных рационов должна полностью покрывать энергетические и пластические затраты организма в различных климатогеографических регионах;
- учет при подборе продуктов питания неблагоприятных условий внешней среды и связанных с этим возможных изменений метаболизма и функций систем организма;
- безвредность и хорошие вкусовые качества пищи, а также соответствие режима питания характеру предстоящей деятельности;
- регулярное употребление пищи, особенно в дни полетов;
- включение в рацион питания продуктов, предусмотренных летным пайком, в регламентированных количествах;
- замена продуктов летного пайка может производиться только в соответствии с нормами разрешенных замен.

Предполетное питание. Это повседневное питание на протяжении 24 ч до начала полетов, особенно непосредственно перед вылетом. Основным требованием к предполетному питанию является профилактика негативных изменений функционального состояния и работоспособности летчика в полете. Известно, что прием большого количества пищи перед или во время полета может снижать работоспособность летчика вследствие усиления афферентной импульсации в ЦНС из желудочно-кишечного тракта, перераспределения кровотока в пользу органов пищеварения, усиления давления на диафрагму и связанного с этим ухудшения функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Действие пониженного парциального давления кислорода, высоких температур внешней среды, прямолинейных и знакопеременных ускорений приводит к нарушению функций желудочно-кишечного тракта, усилению смещения и деформации органов пищеварения, появлению чувства тяжести и болей в области живота.

Газы, образующиеся из пищевых волокон в результате бактериального метаболизма, способствуют развитию в полете высотного метеоризма. Поэтому в предполетном питании летчика предпочтение отдается легко перевариваемым и усваиваемым продуктам, имеющим небольшой объем и достаточную калорийность. Ограничиваются продукты, способствующие активации газообразования в кишечнике, и используются продукты, подавляющие газообразующую флору. Для профилактики диспепсических расстройств в меню не используются продукты, богатые жиром животного происхождения. Использование поливитаминов направлено на поддержание устойчивости организма к действию факторов полета. Большое внимание уделяется недопущению вылета натошак или непосредственно после обильного приема пищи, исключению приема пищи вне столовой

во избежание пищевых отравлений и диспепсий. Запрещается использование цельного молока, но рекомендуется употребление кисломолочных продуктов.

Бортовое питание. Необходимо для своевременного восполнения энерготрат и важнейших нутриентов организма летчика в длительном полете. В настоящее время питание на борту ЛА организуется, как правило, при продолжительности беспосадочного полета свыше 4 ч. Контроль за комплектованием бортовых пайков осуществляет врач. Бортовые пайки формируют летные столовые по заявкам, которые подаются в столовую не позднее 10 ч до вылета. При этом паек комплектуется на каждого члена экипажа в отдельности. Требования к продуктам бортового пайка такие же, как и к продуктам предполетного питания.

В гражданской авиации также рекомендовано употреблять второй завтрак (ужин) общей калорийностью 700 ккал через 4–5 ч после основного предполетного приема пищи.

В ВВС Российской Федерации в зависимости от высоты полета летный состав обеспечивается двумя вариантами бортового питания. Первый вариант предназначен для питания экипажей ЛА, давление в кабине которых составляет более 405 мм рт. ст., т. е. соответствует высотам ниже 5000 м. В этих условиях летному составу разрешается принимать пищу при сдвинутой кислородной маске. Продуктовый состав первого варианта бортового пайка включает хлеб, галеты, мясные консервы, шоколад, натуральные плодовые и ягодные соки, шоколадные конфеты с витаминами, карамель, фруктовые и ягодные экстракты, сахар, чай, кофе, поливитамины. Второй вариант бортового питания (так называемый высотный паек) предназначен для обеспечения пищей летчиков при давлении в кабине ЛА менее 405 мм рт. ст., что соответствует высотам выше 5000 м. В связи с низким барометрическим давлением сдвигание кислородной маски и щитка гермошлема небезопасно из-за возможности развития у летчика гипоксической гипоксии. Данный вариант бортового питания предусматривает использование специальной кислородной маски с клапаном (КМ-32П) и мундштуков из парафинированного картона или оргстекла для приема пищи и воды через клапан маски. Консервированные пюреобразные продукты и напитки хранятся в тубах и включают первые и вторые блюда, натуральные соки, кофе, чай. В связи с употреблением консервированных продуктов предполетная пища обязательно должна содержать поливитаминные комплексы.

Для полетов большой продолжительности предусмотрено несколько наборов продуктов питания бортового пайка, которые используются в зависимости от длительности полета.

Питание в аварийных условиях. Необходимо для сохранения жизни летчиков после вынужденного приземления или приводнения. Может осуществляться как за счет аварийных запасов, размещаемых в кабинах ЛА, на снаряжении летчиков, в парашютных укладках, в спасательных плавательных средствах, так и посредством использования местных природных ресурсов. Продукты аварийного запаса целесообразно использовать в последнюю очередь, пополняя рацион охотой, рыбной ловлей, сбором дикорастущих съедобных растений. При формировании аварийных запасов пищи и воды общепринятые нормы пищевого рациона неприемлемы вследствие, прежде всего, ограниченности объема аварийных

укладок. Аварийные укладки комплектуются в виде носимых (НАЗ) или бортовых (БАЗ) аварийных запасов, в которые, помимо пищи и воды, включаются средства сигнализации и связи, предметы первой необходимости и аптечки. Контроль за комплектованием водно-пищевых групп аварийных запасов осуществляет врач.

Основным требованием к аварийным запасам пищи и воды является обеспечение выживания летчика в условиях автономного существования в течение не менее 3 суток. Это время необходимо для организации поиска и оказания помощи экипажам, потерпевшим бедствие. НАЗы предназначены для индивидуального пользования и чаще размещаются в ранцах парашютов.

Таблица 15.4

Норма 11. Комплекты аварийного запаса для экипажей самолетов и вертолетов

№ п/п	Наименование продуктов и материальных средств	Ед. изм.	НАЗ-У	НАЗ-7	НАЗ-7М	НАЗ-8
1	Консервы мясные в ассортименте	г	–	400	–	400
2	Сахар-рафинад дорожный	г	300	630	–	810
3	Карамель леденцовая	г	–	–	1020	–
4	Соль в упаковке	г	60	60	–	60
5	Спички ветроустойчивые (в упаковке по 10 штук)	пачка	1	1	–	3
6	Сухое горючее (уротропин технический)	г	45	45	–	45
7	Консервовскрывать	шт.	–	1	–	1

БАЗы размещаются в специальных контейнерах в кабинах ЛА или в спасательных лодках и предназначены для всего экипажа. Существует несколько вариантов водно-пищевых упаковок НАЗов, которые создавались в разное время для разных типов ЛА. Наблюдающаяся в последнее время тенденция к унификации пищевых групп НАЗов сводится к использованию рационов углеводного содержания (например, 300 г карамели) и ограничению белковых и жировых компонентов. Подобные изменения состава НАЗов основываются на результатах исследований, свидетельствующих о хорошей переносимости летчиками белкового голодания в условиях автономного существования в течение 3–5 суток. При этом важное значение имеет хороший предварительный пищевой статус летчика.

Наряду с основными видами питания летчиков существуют пищевые нормы, непосредственно не связанные с выполнением профессиональных задач, а также редко используемые в практике обеспечения летной работы. К таким видам питания относят питание по санаторной и госпитальной норме, питание в домашних условиях, питание на необорудованных аэродромах, питание при вылете по тревоге, диетическое питание и др.

Летный состав перелетающих экипажей и ИТС, привлекаемый для сопровождения этих самолетов и вертолетов, на период перелета обеспечиваются талонами на получение бесплатного питания по летному пайку и общевойсковому пайку в столовых на военных аэродромах по маршруту перелета или (если перелет связан с посадками на аэродромах гражданской авиации) денежной компенсацией. Обеспечение питанием этих лиц на аэродромах по маршруту перелета проводится по предварительным заявкам, которые подают лица, ответственные за перелет, дежурному КДП аэродрома посадки вместе с заявкой на прием самолета.

Оценка адекватности питания. Физиолого-гигиеническая оценка адекватности питания летного состава включает анализ полноценности рациона и режима питания, физиологическую оценку пищевого статуса летчиков (рис. 15.1). Показателем полноценности питания летчиков в определенной степени может являться также уровень их физической и операторской работоспособности.

- Контроль полноценности рациона питания
- Составление и анализ меню-раскладки продуктов
- Проверка качества и количества готовой пищи
 - Оценка режима питания
 - Количество приемов пищи
- Интервалы времени между приемами пищи
- Распределение пищи на приемы по калорийности и качеству
 - Оценка пищевого статуса
 - Оценка массы тела
- Определение соматометрических индексов
 - Изучение компонентного состава тела
 - Определение энерготрат
- Исследование лабораторных критериев
- Оценка физической и операторской работоспособности

Рис. 15.1. Физиолого-гигиеническая оценка адекватности питания

Полноценность рациона питания оценивается путем регулярных проверок качества и количества выдаваемой в столовой готовой пищи.

Анализ полноценности пищевого рациона начинается при составлении меню-раскладки продуктов, в котором авиационный врач обязан принимать непосредственное участие. Качество пищи исследуется органолептически по внешнему виду, цвету, запаху, вкусу и консистенции при температуре 70–75 °С — для первых, 60–65 °С — для вторых и 12–14 °С — для холодных блюд. Определяется сбалансированность и вкусовые характеристики пищи, ее безопасность в эпидемическом отношении.

Под пищевым статусом человека подразумевается совокупность соматометрических, метаболических, функциональных, клинических и других показателей, уровень здоровья и работоспособности, оцениваемые с точки зрения соответствия потребления энергетических и пластических компонентов пищи потребностям организма. Наиболее простым способом оценки пищевого статуса является измерение массы тела летчика. Неблагоприятная динамика массы тела как показателя количественной неадекватности питания обязывает врача диагностировать причину этих негативных изменений. Резкое похудение может свидетельствовать о количественной недостаточности пищевого рациона или возникновении пограничных и патологических состояний. Среди последних, прежде всего, встречаются заболевания органов желудочно-кишечного тракта, или так

называемое стрессорное голодание, возникающее при выраженном увеличении потребности в энергопластических субстратах в результате активации нейроэндокринной катаболической системы и интенсификации синтеза белка в защитных системах организма летчика. Увеличение массы тела, в основном, свидетельствует об избыточности рациона питания.

Одним из способов ориентировочной оценки степени алиментарного ожирения мужчин является принятая в авиации методика А. А. Покровского. При этом фактическую массу тела сравнивают с нормальной, определяемой по таблицам с учетом длины тела и возраста (табл. 15.5). Ожирение I степени диагностируют у лиц с избыточной массой тела от 10 до 30 %, II степени — от 31 до 50 %, III степени — от 51 до 100 %. Например, если длина тела летчика 180 см, возраст 35 лет и вес 90 кг, то избыточная масса тела составляет 15 % (ожирение I степени). Избыточная масса тела в пределах 10 % без других симптомов нарушения обмена не является основанием для диагностики ожирения.

Таблица 15.5

Нормальная масса тела у мужчин с учетом возраста и роста (А. А. Покровский)

Длина тела, см	Возраст, лет						
	20–25	26–30	31–35	36–40	41–45	46–50	51–55
165	65	66	67	68	69	70	70
170	69	70	70	72	73	74	74
175	73	74	74	76	77	78	79
180	77	78	78	80	81	82	83
185	81	82	82	83	84	85	87

Тактика авиационного врача в отношении летчика с признаками ожирения заключается в ограничении потребления высококалорийных продуктов и повышении уровня двигательной активности, при выявлении атерогенных изменений липидного обмена — организация диетического питания с уменьшением жиров и углеводов. Следует учитывать, что динамику массы тела можно с достаточной точностью определить при ее анализе за 7–10 сут, поскольку в течение 1–2 сут масса тела может колебаться в пределах 500–700 г. Измерение массы тела человека рекомендуется осуществлять утром, натощак, после посещения туалета, в обнаженном виде, не реже 1–2 раз в неделю. Существенное отклонение массы тела от ее обычных величин за определенный промежуток времени характеризует недостаточность питания.

Информативными характеристиками состояния питания являются многочисленные соматометрические индексы, учитывающие массу и длину тела, содержание жира и физическую работоспособность. Экспертами по питанию ВОЗ рекомендуется использовать индекс массы тела (Кетле), определяемый по отношению фактической массы тела (кг) к длине тела во второй степени (m^2). При адекватном питании у взрослых людей индекс массы тела составляет 20–25 kg/m^2 . Адекватность питания можно оценить с помощью определения состава тела человека, под которым понимают количественное соотношение основных соматических компонентов, обладающих различной метаболической и функциональной активностью. К ним относятся мускульный, жировой и костный компоненты. Наиболее функционально активной, обеспечивающей биоло-

гический статус организма, является многокомпонентная обезжиренная масса тела, которой противопоставляется более лабильная жировая ткань.

Таблица 15.6

Критерии отклонения фактической массы тела от ее обычной величины за определенный промежуток времени (В. М. Луфт, 1993)

Дискретность измерения	Значимая потеря массы тела, %	Выраженная потеря массы тела, %
1 неделя	До 2	Более 2
1 месяц	2–5	Более 5
3 месяцев	5–7,5	Более 7,5
6 месяцев	7,5–10	Более 10

Величина жира в организме отражает, прежде всего, энергетическую адекватность питания индивидуума. Нормальным содержанием жира в организме мужчин в возрасте 18–25 лет является 9–20 % (в среднем 14 %) от массы тела, а в возрасте 25–45 лет — от 10 до 22 % (в среднем 17 %). При содержании жира в организме менее 7,5 %, как правило, наблюдаются дистрофические изменения со стороны внутренних органов. Критическая величина содержания жира в организме, после которой могут наступить необратимые изменения, составляет 3 %.

Существует несколько способов определения количества жира в организме человека: денситометрический (гидростатическое взвешивание с расчетом плотности тела), антропометрический, ультразвуковой, изотопный, биохимический (по величине экскреции некоторых продуктов метаболизма) и др. Одна из антропометрических методик — окружностно-калиперметрическая — основана на определении окружности плеча (ОП) и толщины кожно-жировой складки над трицепсом (КЖСТ) на уровне средней трети нерабочей руки. Далее с помощью расчета определяется окружность мышц плеча (ОМП) по формуле: $ОМП (см) = ОП (см) - 0,314 \cdot КЖСТ (мм)$. Стандартными окружностно-калиперметрическими показателями для мужчин приняты следующие: ОП — 29 см, ОМП — 25,5 см, КЖСТ — 10,5 мм. Для женщин эти стандарты равны, соответственно, 28, 23,2 и 16,5. При отклонении фактических показателей человека диагностируют белковую (ОМП менее 90 % от стандарта), энергетическую (КЖСТ менее 90 % от стандарта) и белково-энергетическую (ОМП и КЖСТ менее 90 % от стандартов) недостаточность питания.

Определение энерготрат редко используется в работе авиационного врача для анализа адекватности питания условиям профессиональной деятельности летчиков. Вместе с тем, это самый убедительный и точный способ оценки достаточности питания. Наиболее трудоемкой методикой определения энерготрат является прямая калориметрия, основанная на непосредственном определении всего тепла, освобождающегося в организме в процессе жизнедеятельности. Более доступна методика непрямой калориметрии (газоанализ).

Сущность ее заключается в исследовании легочного газообмена: объема легочной вентиляции, количества поглощенного кислорода и выделенной углекислоты с последующим расчетом дыхательного коэффициента и энерготрат по количеству поглощенного кислорода. Наконец, возможно оценивать энерготраты хронометражно-табличным способом, который состоит в точном учете времени, затрачиваемого на выполнение различных трудовых операций с последующим

расчетом энерготрат по таблицам, в которых приведены реально полученные данные энерготрат при аналогичных операциях. К рассчитанным результатам прибавляют расход энергии за время сна, отдыха, а также энерготраты на пищеварение в количестве 10 % основного обмена.

Среди диагностических критериев пищевого статуса человека важное значение имеют лабораторные показатели. Чаще всего исследуют кровь, мочу, секреты пищеварительного тракта. Биохимические методики исследования дают возможность оценить показатели, характеризующие обмен белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов, кислотно-основное состояние. Существующие критерии лабораторной оценки направлены, прежде всего, на определение степени обеспеченности организма белком, так как именно последний является основным пластическим материалом всех видов тканей. Белковый статус человека основывается на изучении и сопоставлении двух белковых пулов — соматического и висцерального. Исследование соматического пула базируется на определении соматометрических показателей (масса и компонентный состав тела, соматометрические индексы). По содержанию некоторых сывороточных белков можно судить о висцеральном пуле белка и степени белковой недостаточности. Так, уменьшение содержания общего белка плазмы крови ниже 40–45 г/л является проявлением недостаточности обеспечения организма белком. Снижение концентрации трансферрина в сыворотке крови менее 1,75 г/л также свидетельствует о белковой недостаточности.

Степень белковой недостаточности может оцениваться по содержанию ретинолсвязывающего белка, тироксинсвязывающего преальбумина, трансферрина, преальбумина, абсолютному количеству лимфоцитов крови, суточной уринарной экскреции креатинина и аминокислот, отношению азота мочевины к общему азоту мочи и др. Уменьшение последнего показателя от 85 до 70 % свидетельствует о компенсированном, а менее 70 % — о декомпенсированном (недостаточном) белковом питании. Общая характеристика диагностических критериев недостаточности питания представлена в табл. 15.7.

Таблица 15.7

Показатели недостаточности питания (В. М. Луфт, 1993)

Показатели	Стандарт	Недостаточность питания		
		легкая	средняя	тяжелая
Индекс массы тела, кг/м ²	25–20	19,5–17,5	17,5–15,5	< 15,5
Окружность мышц плеча, % от стандарта	100–90	90–80	80–70	< 70
Креатининовый коэффициент, %	100–90	90–80	80–70	< 70
Альбумин, г/л	35	35–30	30–25	< 25
Трансферрин, г/л	2	2–1,8	1,8–1,6	< 1,6
Лимфоциты, 10 ⁹ /л	1800	1800–1500	1500–900	< 900

Основную характеристику состояния липидного обмена дают неэстерифицированные (свободные) жирные кислоты, триглицериды, фосфолипиды, свободный и эстерифицированный холестерин. При отсутствии выраженных отклонений массы тела от нормы изменения липидного обмена могут зависеть от количества и состава потребляемой пищи и способствовать развитию различных патологических состояний. Так, развитию атеросклероза и ишемической болезни сердца способствует повышение содержания атерогенных бета- и пре-бета-липо-

протеидов, триглицеридов и холестерина, уменьшение неатерогенных альфа-липопротеидов, избыточная масса тела и ожирение, увеличение коэффициента герогенности липидов. Указанные отклонения у летчиков являются показанием к назначению диетического питания и постоянному врачебному наблюдению.

Для оценки состояния углеводного обмена определяют содержание в крови и моче глюкозы, молочной и пировиноградной кислот и др. В норме концентрация глюкозы в крови составляет 3,5–5,7 ммоль/л (60–100 мг/100 мл). Недостаточное поступление углеводов с пищей приводит к ухудшению общего самочувствия, снижению физической и умственной работоспособности. При избытке поступления углеводов часть из них трансформируется в жиры, что может вести к развитию ожирения.

Важной характеристикой адекватности питания является оценка физической и операторской работоспособности. Для физиологии летного труда перспективными являются исследования, позволяющие выявить связь ранних признаков ухудшения функционального состояния и работоспособности с недостаточным или избыточным питанием.

РАЗДЕЛ 4 ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

ГЛАВА 16. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЛЕТЧИКА

16.1. Виды функциональных состояний

Состояние оперативного покоя (предстартовое состояние) — это функциональное состояние готовности к деятельности. В зависимости от сложности и опасности предстоящей деятельности, опытности летчика, его мотивации, исходного функционального состояния и других причин выраженность этого состояния может быть различной. У летного состава предстартовое состояние возникает непосредственно перед началом полетов, его суть заключается в формировании психологической готовности к деятельности, мысленном проигрывании предстоящей деятельности, выводе всех основных функциональных систем организма на новый, более высокий уровень активности. Состояние оперативного покоя начинает формироваться, как правило, за 0,5–2 ч до начала полетов. Отмечается некоторая возбужденность, эмоциональная приподнятость в поведении летчиков. По сравнению с фоновыми данными у них на 5–10 ударов в минуту увеличивается частота сердечных сокращений, на 5–10 мм рт. ст. повышается систолическое артериальное давление, на 10–15 % уменьшается латентный период реакций организма, повышается пропускная способность анализаторных систем.

Состояние оперативного покоя наиболее выражено у молодых летчиков, а также у летного состава, переучивающегося на новую авиационную технику, имеющего длительные перерывы в летной работе, перед выполнением особо сложных или высокомотивированных полетных заданий. У опытных летчиков предстартовое состояние развивается за 15–20 мин до вылета и выраженность его невелика. Необходимо уточнить, что раннее и выраженное предстартовое состояние из положительного фактора превращается в отрицательный, так как в этом случае к началу полетов у летчиков начинают появляться признаки утомления.

Раннему и выраженному развитию предстартового состояния способствуют:

- неуверенность в своих возможностях в первых самостоятельных вылетах. В этом случае состояние оперативного покоя начинает формироваться за 4–6 ч, а иногда и за сутки до начала полетов. Отлично проведенное теоретическое переучивание, многократные тренировки на тренажере, полеты на «спарке» способствуют уменьшению выраженности предстартового состояния, приближая время его развития к началу полетов;
- сомнение в надежности или исправности авиационной техники. Плохая психофизиологическая подготовка летчика, его низкая эмоционально-волевая устойчивость;
- отклонения в состоянии здоровья.

Состояние оперативного покоя иногда ошибочно оценивается авиационными врачами во время предполетного осмотра как хроническое утомление. С дру-

гой стороны, предстартовое состояние может маскировать начальные признаки утомления.

Нервно-эмоциональное напряжение. Это функциональное состояние, возникающее в процессе деятельности, при которой доминирует эмоциональный компонент, придающий повышенную оценку всем или каким-либо элементам деятельности. Оно присуще для тех видов деятельности, где велика опасность либо высока ответственность.

Эмоции — одна из форм отражения объективной действительности, проявляющаяся в переживании человеком его отношения к окружающему миру и к самому себе. Эмоция — это отражение мозгом человека какой-либо актуальной потребности и вероятности ее удовлетворения. Согласно концепции функциональных систем П. К. Анохина (1975) биологический смысл эмоций заключается в заблаговременной подготовке к предстоящей деятельности. Сигналом к вовлечению нервного аппарата эмоций служит рассогласование модели ожидаемых результатов с информацией о реальных результатах приспособительного акта.

Информационная теория эмоций П. В. Симонова (1980) рассматривает степень эмоционального напряжения (\mathcal{E}) в количественной зависимости от силы потребности (Π), а также от разницы между информацией, прогностически необходимой для удовлетворения потребности (Ин), и информацией, имеющейся у субъекта (Ис): $\mathcal{E} = -\Pi (\text{Ин} - \text{Ис})$.

При дефиците существующей информации ($\text{Ин} > \text{Ис}$) возникает отрицательная эмоция. Превышение полученной информации над имевшимся ранее прогнозом ($\text{Ис} > \text{Ин}$) ведет к возникновению положительных эмоций (например, когда человек располагает несколькими реальными способами достижения поставленной цели). Наличие или отсутствие информации для удовлетворения потребности оказывает влияние на вероятность достижения цели, что также влияет на выраженность эмоций. Исходя из информационной концепции, эмоции можно рассматривать как отражение мозгом силы потребности и вероятности ее удовлетворения в данный момент. При этом мотивация, эмоция и действие являются целостным поведенческим актом.

Основные характеристики эмоций.

1. Положительная (радость, веселье, удовлетворенность работой) или отрицательная (страх, гнев, горе) окрашенность эмоций.
2. Стеничность (улучшение функционального состояния и повышение работоспособности) и астеничность (их ухудшение) эмоций. В зависимости от индивидуально-психологических особенностей личности одна и та же причина у разных людей может вызывать как стеничные, так и астеничные эмоции.
3. Динамика состояний. После повышенного эмоционального напряжения наступает эмоциональная разрядка, «демобилизация».

Деятельность летчика настолько насыщена эмоциональными переживаниями, что эмоциональное напряжение считается одной из наиболее характерных особенностей летного труда. Любой полет обязательно содержит в себе элементы новизны, необходимости альтернативных решений, неопределенность. Важную, но не решающую роль в эмоциональной окраске играет риск, с которым связан каждый полет (о чем невольно напоминает катапультное кресло, НАЗ,

парашют). Нужно подчеркнуть и социальную обусловленность в развитии всех сложных эмоциональных состояний у летчика. Выраженность состояния нервно-эмоционального напряжения во многом зависит от сложности деятельности, которая на различных этапах полета неодинакова. Особенно нервно-эмоциональное напряжение выражено во время дозаправки в воздухе, при боевых вылетах, заходе на посадку, выполнении некоторых фигур высшего пилотажа, полетов на предельно малой высоте. В этот период увеличивается ЧСС и АД, увеличивается коронарный кровоток, регистрируются изменения на электрокардиограмме (снижение амплитуды зубцов Р, повышение зубцов Т, углубление зубцов S, смещение интервала S–Т ниже изолинии, возможны аритмии), изменяется фазовая структура сердечного цикла (укорачиваются фазы асинхронного сокращения, напряжения и изгнания, механической и электрической систол). На электроэнцефалограмме отмечается угнетение α -ритма, появление медленных волн, их гиперсинхронизация, возникновение низкоамплитудных колебаний.

Изменяются биохимические показатели: уровень гормонов коркового слоя надпочечников прямо коррелирует со сложностью элемента полета и может увеличиваться на 300–400 % и более, после полетов на пилотаж отмечается повышение концентрации свободных жирных кислот, в начале освоения летных упражнений преобладает выведение адреналина, а в последующем — норадреналина.

В целом, нервно-эмоциональное напряжение летчика в полете следует считать нормальным, естественным состоянием. Это состояние обеспечивает высокий тонус ЦНС, мобилизацию необходимых функциональных систем, должную активацию всех звеньев регуляции психофизиологическими процессами в организме, адекватное использование функциональных резервов.

Состояние функционального комфорта. Это функциональное состояние летчика, характеризующееся положительным эмоциональным отношением к выполняемой деятельности, оптимальным состоянием и взаимодействием всех звеньев системного ответа организма на требования деятельности, что обеспечивает постоянно высокий уровень работоспособности. При этом состоянии достигается соответствие средств и условий труда функциональным возможностям человека. Состояние функционального комфорта способствует такой активации и мобилизации психофизиологических функций человека, которая не ведет к их чрезмерному и быстрому истощению, а, наоборот, обеспечивает их длительное сохранение и развитие. Сформировавшиеся функциональные системы работают эффективно и согласованно, активация регуляторных механизмов оптимальна, работоспособность высока.

В основе состояния функционального комфорта лежат принципы Эрвина Бауэра и Джеркса–Додсона. Согласно им любая живая система только тогда работоспособна, когда не находится в равновесии. То есть регуляция функций основана на устойчивом неравновесии и реализуется в антагонизме между регуляторными процессами. То есть эффективность работы является функцией напряжения (эмоционального, психического), и для определенного вида деятельности продуктивность ее выполнения достигает своего максимума лишь при определенном уровне этого напряжения. Отклонение напряжения в любую сторону от оптимального влечет за собой снижение продуктивности работы.

Эмоциональная напряженность. В процессе летной деятельности могут возникать ситуации, когда нервно-эмоциональное напряжение летчика чрезмерно возрастает. В результате формируется особое функциональное состояние — эмоциональная напряженность (эмоциональный стресс), которое характеризуется временным понижением устойчивости психических и психомоторных (двигательных) функций, выраженными вегетативными реакциями и снижением профессиональной работоспособности.

Факторы, способствующие формированию состояния эмоциональной напряженности, могут быть объединены в 4 группы:

1. Несоответствие знаний, умений и навыков предъявляемым к летчикам требованиям (поэтому напряженность чаще встречается на этапах обучения).

2. Неблагоприятные индивидуально-психологические качества летчика (профессионально важные качества не полностью соответствуют требованиям, предъявляемым летной деятельностью).

3. Дефекты обучения, в результате которого летчику привиты неправильные психические установки (например, замечания в грубой форме за допущенные ошибки), или чрезмерная мотивация.

4. Отклонения в состоянии здоровья.

Провоцировать эмоциональную напряженность могут и некоторые другие причины, например, пережитое в предыдущих полетах сильное нервно-эмоциональное напряжение при возникновении аварийной ситуации или напряженные отношения в экипаже вследствие психологической несовместимости.

Проявления эмоциональной напряженности можно условно разделить на три группы:

1. Эмоционально-моторные нарушения — проявляются в общей скованности, «одеревенелости» или, наоборот, суетливости, неправильной напряженной позе; в зажиме ручек управления и несоразмерных усилиях, прилагаемых к органам управления; в расстройстве координации движения.

2. Эмоционально-сенсорные нарушения — выражаются в замедлении процессов восприятия, особенно при получении приборной информации; увеличении латентного периода анализаторных систем; в затрудненном переключении внимания и восприятия команд по радио; в снижении мышечного чувства.

3. Эмоционально-интеллектуальные нарушения — проявляются в замедлении мышления и снижении его критичности; в появлении немотивированных действий; в снижении памяти, вплоть до забывания самых простых инструкций.

Все эти нарушения сопровождаются выраженными вегетативными реакциями и приводят к значительному снижению профессиональной работоспособности.

По степени выраженности эмоциональная напряженность летчика может колебаться в широких пределах: от незначительной и кратковременной, носящей ситуационный характер, до резко выраженной и длительной, не исчезающей, несмотря на активные врачебно-педагогические меры. Состояние эмоциональной напряженности — это пограничное функциональное состояние, которое может привести к развитию у летчика психической и психосоматической патологии.

Монотония. В длительных полетах, удельный вес которых среди других видов полетов с каждым годом возрастает, у летчиков развивается монотония.

Необходимо сразу уточнить, что применительно к летной деятельности причиной возникновения этого состояния является не только монотонный труд (связанный с высокой автоматизацией систем управления), но и целый ряд других факторов. К ним относятся необходимость длительного сохранения вынужденной и ограниченной в движениях позы (гиподинамия, гипокинезия), сенсорная депривация, десинхроноз, шум, вибрация, особые условия освещения и микроклимат кабины, смена климатогеографических зон, длительное пользование кислородно-дыхательной аппаратурой и спецснаряжением, необходимость поддержания постоянной готовности к активизации деятельности. Поэтому развитие монотонии у летчика связано как с монотонной деятельностью, так и с комплексным действием факторов, присущих длительному полету.

Субъективными проявлениями состояния монотонии являются скука, апатия, притупление внимания, искажение чувства времени, флуктуация функции бдительности, сонливость, раздражительность, вялость, чувство усталости и др. На фоне монотонии у многих летчиков периодически развиваются так называемые «трудные психические состояния» — дремотные состояния и состояния кратковременной психической оглушенности. Начальной стадией развития дремотного состояния является общее снижение уровня бодрствования, сопровождающееся замедлением процессов восприятия и переработки приборной информации, а также снижением скорости двигательных реакций. За этим могут следовать моменты выраженного снижения бдительности, а иногда и кратковременные провалы в сонное состояние, вплоть до развития тормозных фаз. Развивающиеся в дремотных состояниях гипнотические фазы способствуют яркости и красочности иллюзорных и галлюцинаторных образов.

Состояния кратковременной психической оглушенности могут возникать у летчика при появлении на фоне монотонного труда неожиданных сверхсильных раздражителей, особенно если они сигнализируют об осложнениях деятельности, несущих угрозу жизни. Психическая реакция в этих случаях может протекать по астеническому типу — оцепенение с полной бездеятельностью, или стеническому, когда внешние действия летчика кажутся активизировавшимися, но по своей сути являются нецелесообразными, хаотичными или даже ошибочными. Умеренные степени указанных психических состояний известны под названием растерянности. Однако у опытного летчика такие типы реакций встречаются крайне редко.

Значительное влияние на самочувствие и работоспособность летчика в длительном полете оказывает дискомфорт, вызываемый пребыванием в неудобной рабочей позе и высотным снаряжением. Болезненность в первую очередь появляется в области ягодиц и поясницы, затем в области бедер. Через 4–5 ч полета боли распространяются на область спины, а после 10–13 ч — на область шеи, плеч, голеней и стоп, захватывая все основные мышечные группы тела. Причинами болевого синдрома являются: гиподинамия, сдавливание тканей в месте контакта с катапультным креслом, изменение физиологической кривизны позвоночника, дополнительное гидростатическое давление крови при близком к вертикальному положению конечностей, статическое напряжение локальных мышечных групп.

Напряжение функциональных систем в длительном полете (на горизонтальном этапе) обычно невелико и проявляется умеренным повышением артериального давления, учащением пульса и дыхания. Однако на наиболее ответственных этапах уровень активности функциональных систем резко возрастает, постепенно снижаясь после их окончания. Динамика вегетативных показателей у летчиков в первые часы полета характеризуется преобладанием активности симпатической нервной системы. Через 5–6 ч полета происходит постепенное увеличение парасимпатического влияния в регуляции вегетативных функций, достигая значительной выраженности через 8–9 ч полета. После 6–7 ч полета на крейсерском режиме в ЦНС развиваются тормозные процессы, что проявляется характерными изменениями биоэлектрической активности коры головного мозга. В частности, увеличивается индекс электроэнцефалограммы (на 53–74 %), снижается амплитуда вызванных потенциалов (на 10–15 %), появляется медленная волновая активность, изменяется коэффициент межполушарной асимметрии. Через 10–12 ч полета снижается пропускная способность зрительного и слухового анализаторов, в то время как в начале полета она повышается на 10–15 %. К десятому часу полета может изменяться структура речевого обмена, увеличивается число непонятых или пропущенных команд.

Важной особенностью состояния монотонии является то, что оно частично включает в себя состояние утомления. Обычно первые признаки утомления появляются на 2–3 часу полета, а более выраженное утомление развивается через 4–5 ч полета.

Утомление. Среди функциональных состояний, профессионально значимых для летной деятельности, особое место занимают утомление, хроническое утомление и переутомление. Их диагностика и профилактика у летного состава всегда были одной из главных задач в деятельности авиационного врача. Причины развития утомления у летного состава можно объединить в следующие группы факторов. К первой относятся интенсивность и длительность профессиональной нагрузки в процессе выполнения полетов, дежурств и наземной подготовки. Вторая группа включает воздействие на организм летчика неблагоприятных факторов полета. В некоторых случаях этот фактор может быть ведущей причиной утомления. Например, в условиях длительного полета над морем собственно профессиональная нагрузка невелика, но у летчика значительно выражено нервно-эмоциональное напряжение, на него действуют шум, вибрация, высокая температура и другие неблагоприятные факторы полета, вызывающие развитие утомления. К третьей группе могут быть отнесены нарушения режима труда и отдыха, питания, длительные перерывы между полетами, продромальная стадия заболевания, вредные привычки и др.

Принято различать три вида утомления: физическое, умственное и эмоциональное, различие между которыми определяется соотношением глубины функциональных изменений в отдельных рецепторах, мышцах, отделах ЦНС, органах и системах. Это деление является условным, так как при умственной деятельности всегда имеются элементы мышечного и эмоционального утомления. Физическое утомление в ряде случаев сопровождается умственным или эмоциональным. Примером смешанного вида утомления служит утомление, развивающееся

в процессе профессиональной деятельности летчика. В зависимости от рода авиации и особенностей полета умственное, физическое и эмоциональное утомление может приобретать больший или меньший удельный вес, но все эти компоненты присутствуют в каждом полете.

Утомление — это нормальное функциональное состояние летчика, возникающее в процессе профессиональной деятельности, характеризующееся появлением чувства усталости, изменением физиологических функций, умеренным снижением работоспособности. Острое утомление развивается как следствие непродолжительной, но интенсивной летной деятельности. Как правило, эффективность деятельности при остром утомлении не снижается или снижается незначительно в конце полета или летной смены. У летного состава сохраняется положительная мотивация на продолжение летной деятельности. Отмечается появление чувства усталости к концу летной смены или длительного полета, вялость, разбитость, иногда затрудненное засыпание. Обычно усталость проявляется через 30–40 мин после завершения полета. В процессе полета она маскируется нервно-эмоциональным напряжением. В основе ощущения усталости лежит возникновение и развитие процесса торможения в корковых центрах. Внешне острое утомление у летчика может проявляться шаткой походкой, неточными, вялыми движениями, покраснением или побледнением кожных покровов, одышкой, повышенным потоотделением.

При утомлении прежде всего изменяется регуляция деятельности физиологических систем организма, нарушается устойчивость вегетативных функций, ухудшаются показатели функциональных проб. Наиболее ранним признаком утомления является снижение психофизиологических резервов, которые определяются по способности летчика решать дополнительные задачи на фоне основной деятельности. При этом показатели внимания, памяти, мышления остаются на обычном для данного летчика уровне. Острое утомление сопровождается повышением реактивной тревожности, ухудшением самочувствия, настроения летчика (табл. 16.1). Объективно отмечается возрастание ЧСС, частоты и минутного объема дыхания, уменьшение длительности проб с задержкой дыхания (на вдохе и выдохе), лабильность пульса и артериального давления. Ухудшаются показатели операторской работоспособности (пропускная способность и др.), увеличивается вегетативный компонент деятельности.

По выраженности острого утомления выделяют 3 степени (табл. 16.2). Острое утомление проходит, как правило, к началу следующего рабочего цикла, после ночного отдыха, что не требует изменения повседневного режима труда и отдыха.

Основной теорией, наиболее полно раскрывающей механизмы формирования утомления, считается центрально-корковая. Деятельность корковых клеток при динамической работе заключается в ритмическом чередовании процессов возбуждения и внутреннего торможения, при статической работе — в постоянном напряжении процессов возбуждения и торможения. Обладая определенными энергетическими ресурсами, клетки ЦНС расходуют их в процессе активной деятельности, т. е. в состоянии возбуждения. Имеется оптимальный уровень резервов, при снижении которого активность клеток падает. Причем снижение ак-

тивности клеток является не только результатом истощения энергетических ресурсов, но и следствием развития в ЦНС процесса торможения.

Таблица 16.1

Изменение показателей функционального состояния и операторской работоспособности у летчиков

Показатель	До полетов	После полетов	
		через 30–40 мин	через 12–15 ч (после ночного отдыха)
Реактивная тревожность, баллы	32,0 ± 1,7	36,8 ± 2,9	32,8 ± 3
САН, баллы	16,2 ± 13,1	28,1 ± 3,4	20,3 ± 4,2
ЧСС, уд./мин	69,8 ± 2,4	74,9 ± 4,1	70,1 ± 3,4
ЧД, дых./мин	14,1 ± 1,3	14,8 ± 1,5	15,3 ± 2,1
МОД, л/мин	7,5 ± 0,4	8,0 ± 0,5	7,6 ± 0,4
АДс, мм рт. ст.	121,6 ± 1,4	122,5 ± 1	121,3 ± 1,9
АДд, мм рт. ст.	72,4 ± 1	73,5 ± 2,7	72,0 ± 1,2
Проба Штанге, с	83,8 ± 4,4	79,8 ± 4,9	82,1 ± 5,2
Проба Генча, с	32,1 ± 2,9	29,3 ± 13,4	33,4 ± 2,7
ССМР, бит/с:			
I программа «Физиолог М»	1,88 ± 0,05	1,80 ± 0,05	1,86 ± 0,06
II программа «Физиолог М»	0,84 ± 0,06	0,79 ± 0,06	0,86 ± 0,05
РДО, мс:			
общее время ошибки	218,3 ± 26,8	187,1 ± 2,3	197,5 ± 18,4
преобладание времени ошибки	-49,4 ± 19,8	60,7 ± 7,7	-53,2 ± 21,8
Корректирующая проба:			
пропускная способность, бит/с	1,52 ± 0,04	1,46 ± 0,06	1,51 ± 0,05
показатель внимания, усл. ед.	80,5 ± 8,3	61,3 ± 26,4	79,4 ± 21,1

Таблица 16.2

Степени острого утомления (Н. И. Фролов, В. А. Сергеев, 1986)

Показатель	Степень утомления		
	первая	вторая	третья
Чувство усталости	Начальные признаки	Слабо выражено	Выражено
Самочувствие	Хорошее	Удовлетворительное	Плохое
Активность	Высокая	Умеренная	Сниженная
Настроение	Бодрое	Удовлетворительное	Пониженное
Интерес к работе	Выражен	Умеренный	Сниженный
Субъективная оценка работоспособности	Хорошая	Удовлетворительное	Пониженная
Качество профессиональной деятельности	Хорошее	Удовлетворительное	Возможны ошибки
Состояние работоспособности	Полная компенсация	Неустойчивая компенсация	Прогрессивное снижение компенсации

При длительной или напряженной деятельности в результате последовательной смены возбуждательного и тормозного процессов в коре головного мозга в первую очередь ослабевает внутреннее торможение, ведущее к нарушению уравновешенности нервных процессов. В этом случае имеет место иррадиация процесса возбуждения с вовлечением в деятельность других корковых центров. В результате происходит рассогласование физиологических функций, нарушение

ние координации двигательных актов, снижается работоспособность. Примером может служить скованность движений, «зажим» ручки управления при вовлечении в деятельность мышц-антагонистов. Наблюдается регресс рабочих навыков до стадии генерализации. Дискоординация, в свою очередь, является источником измененной афферентации в ЦНС, что способствует усилению нарушений высшей нервной деятельности. При дальнейшей работе ослабевает не только внутреннее торможение, но и возбудительный процесс. Развивается запредельное торможение, которое предохраняет нервные клетки от глубоких функциональных нарушений.

Утомление тесно связано с характером и качеством деятельности. Основным фактором, определяющим взаимосвязь функционального состояния и эффективности деятельности, является временная протяженность процесса деятельности, характеризующаяся зависимостью качества труда от его длительности. Работоспособность летчика может быть определена как способность при достаточном уровне мотиваций, обученности и состоянии здоровья выполнять профессиональную деятельность с заданной эффективностью. В динамике работоспособности можно выделить периоды оперативного покоя, вработываемости, оптимальной работоспособности, полной компенсации, неустойчивой компенсации, конечного порыва и прогрессивного снижения работоспособности (рис. 16.1). Выделенные периоды работоспособности могут рассматриваться как самостоятельные функциональные состояния оператора. Важно отметить, что практически все функции физиологических систем, психической активности и эффективности деятельности обладают более или менее выраженной колебательной, ритмической характеристикой. Поэтому «фаза» не означает нечто жесткое и постоянное, это некий интервал.

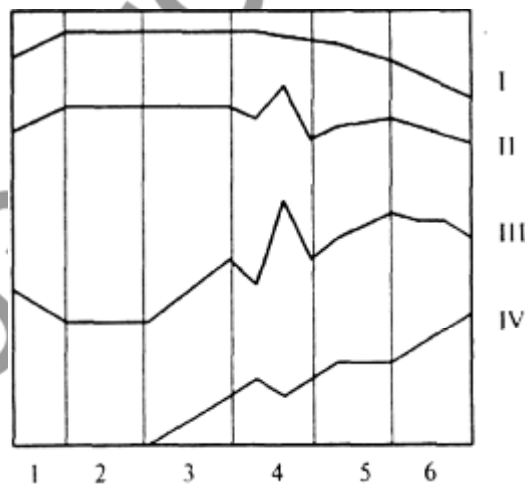


Рис. 16.1. Стадии динамики работоспособности (Е. А. Дервянко, 1962):

I — физиологические возможности организма; II — эффективность деятельности; III — нервно-эмоциональное напряжение; IV — утомление

Периоды: 1 — вработываемости; 2 — оптимальной работоспособности; 3 — полной компенсации; 4 — неустойчивой компенсации; 5 — конечный порыв; 6 — прогрессирующего снижения работоспособности

Фаза оперативного покоя (подготовительная) прямо не связана с деятельностью, но ей предшествует. Ее характеризует формирование психологической

установки на деятельность, мобилизация физиологических функций к предстоящей работе. У летного состава это состояние наблюдается перед полетами или перед заступлением на боевое дежурство.

Состояние вработываемости характеризуется постепенным увеличением эффективности деятельности, повышением работоспособности при одновременном снижении психоэмоционального напряжения по сравнению с началом деятельности. У летного состава состояние вработываемости наблюдается в начале полета (полетов) во время каждой летной смены. Поэтому первые полеты должны быть самыми простыми, особенно для молодых летчиков и имеющих длительные перерывы в летной работе.

Объективно наблюдается постепенное улучшение качества деятельности, обусловленное поисками адекватного способа действий, выработкой и усвоением оптимального режима работы, формированием рабочего динамического стереотипа. Это проявляется заметным улучшением как прямых, так и косвенных показателей работоспособности летчика. Повышается точность выдерживания отдельных параметров полета и выполнения полетного задания в целом, уменьшается количество ошибочных действий, оптимизируется характер управляющих движений, увеличиваются резервы внимания, улучшается его распределение, укорачивается время простых и сложных сенсомоторных реакций, увеличивается критическая частота слияния световых и звуковых мельканий, повышается пропускная способность зрительного анализатора, снижается степень мобилизации функциональных систем организма, обеспечивающих деятельность. Летчик психологически и функционально адаптируется к деятельности. Длительность этой фазы определяется временем, в течение которого наступает оптимальное соотношение параметров работы с уровнем активности функциональных систем организма.

Состояние оптимальной работоспособности является основным в деятельности летчика. Для него характерны максимальная работоспособность, стабилизация нервно-эмоционального напряжения, выход функциональных систем организма на оптимальный уровень активности. Состояние оптимальной работоспособности наблюдается у летчиков, как правило, в середине полета (полетов). В связи с этим выполнение наиболее сложных полетных заданий рекомендуется проводить в это время. Данное состояние проявляется наиболее высокими стабильными показателями работоспособности, снижением нервно-эмоционального напряжения, высокими функциональными резервами организма. Длительность этой «фазы» зависит от исходного состояния организма, интенсивности летной деятельности, сложности полетных заданий, метеорологических условий и т. д. При неблагоприятных характере и условиях летной работы длительность фазы оптимальной работоспособности сокращается.

Фаза полной компенсации характеризуется появлением начальных признаков утомления, которые, однако, целиком компенсируются волевым усилием и положительной мотивацией к работе. Эффективность летной деятельности не снижается, хотя может наблюдаться некоторое падение уровня работоспособности, а утомление проявляться в виде чувства усталости и незначительного повышения уровня активности физиологических функций, обеспечивающих деятельность. По окончании фазы полной компенсации значительно уменьшаются

физиологические резервы, и организм переходит на энергетически менее выгодные виды реакций. Длительность фазы полной компенсации, как правило, незначительна, а ее идентификация достаточно сложна, поэтому в интересах практической деятельности авиационных врачей состояния оптимальной работоспособности и полной компенсации могут рассматриваться как единое состояние стабильной работоспособности.

Состояние неустойчивой компенсации проявляется нарастанием симптомов утомления, в результате чего снижается уровень работоспособности и повышается активность функциональных систем организма. Падает активность деятельности, причем в первую очередь ухудшаются ее точностные характеристики, увеличивается время выполнения отдельных элементов полета, число маневрирования, величина отклонений от заданных параметров скорости, высоты, перегрузки, появляются ошибки пилотирования, снижаются резервы внимания, меняется структура движений ручкой управления (зажим ручки, высокоамплитудные движения), повышается время активной работы стабилизатором на посадке. Ухудшаются косвенные показатели работоспособности: увеличивается латентный период сенсомоторных реакций, снижается критическая частота слияния световых и звуковых мельканий, уменьшается пропускная способность зрительного анализатора. Важно отметить, что прямые и косвенные показатели работоспособности в большой степени зависят от эмоционально-волевого напряжения летчика, поэтому в отдельные отрезки времени удается поддержать эффективность деятельности на достаточно высоком уровне за счет волевых усилий. В целом кривая эффективности деятельности имеет колебательный характер с тенденцией к снижению. Состояние неустойчивой компенсации чаще всего наблюдается в конце интенсивной летной смены или полета. У летного состава могут быть жалобы на ухудшение общего самочувствия, а изменения функций организма выходить за пределы физиологических колебаний.

В тех случаях, когда известен срок окончания работы или ее оставшийся объем, может наблюдаться фаза конечного порыва. Несмотря на продолжающееся нарастание утомления и снижение уровня работоспособности, эффективность деятельности может кратковременно заметно повыситься за счет значительного эмоционально-волевого усилия. Это повышение обусловлено использованием функциональных резервов организма и поэтому во многом зависит от их исходного уровня. Состояние конечного порыва чаще всего встречается на этапе завершения полетов и выражается в эмоциональном подъеме, уменьшении или исчезновении жалоб на самочувствие, некотором повышении эффективности деятельности за счет улучшения как прямых, так и косвенных показателей работоспособности (при условии, что деятельность не требует длительной концентрации эмоционально-волевого усилия).

При продолжающейся деятельности наступает фаза прогрессивного снижения работоспособности. Для нее характерно дальнейшее развитие утомления, резкое снижение эффективности деятельности, ухудшение прямых и косвенных показателей работоспособности, повышение напряженности функционирования всех физиологических систем, обеспечивающих деятельность. У летного состава появляется выраженное чувство усталости, апатия к продолжению деятельности,

желание быстрее прекратить работу. Попытки произвольного повышения волевых усилий не имеют успеха, летчики не могут с должной эффективностью выполнять профессиональную деятельность. Продолжительность, чередование и степень выраженности фаз работоспособности определяются воздействием многих факторов и могут варьировать в достаточно широких пределах, вплоть до полного выпадения отдельных из них. Время развития различных состояний в процессе летной деятельности определяется прежде всего уровнем профессиональной подготовки летчика и сложности полетного задания.

Хроническое утомление. Это пограничное функциональное состояние летчика, возникающее в результате многократного воздействия интенсивной профессиональной нагрузки, характеризующееся наличием субъективных и объективных признаков утомления до начала работы, выраженным напряжением физиологических систем, значительным снижением работоспособности. Причинами хронического утомления могут быть как превышение нормативов летной нагрузки, так и интенсивная профессиональная деятельность в течение длительного периода времени. Способствует развитию хронического утомления ряд сопутствующих неблагоприятных факторов: отсутствие условий для полноценного отдыха между полетами, несоответствие сложности полетных заданий уровню профессиональной подготовленности летчика, изменение реактивности организма вследствие ранее перенесенного заболевания.

При хроническом утомлении снижается точность и увеличивается время выполнения полетного задания по сравнению с их нормативными значениями, снижен интерес к полетам, появляется чувство неуверенности в своих профессиональных возможностях. Субъективными признаками хронического утомления являются ощущение усталости перед полетами и в процессе их выполнения, повышенная утомляемость, общая слабость, вялость, разбитость, головная боль, чувство тяжести и шум в голове, снижение аппетита, затрудненное засыпание и пробуждение, прерывистый сон. К объективным признакам хронического утомления можно отнести снижение мышечной силы и выносливости, появление тремора пальцев рук, век и языка, выраженный дермографизм, потливость, увеличение числа быстрых и медленных волн на ЭЭГ, удлинение времени восстановления альфа-ритма после засвета, падение его амплитуды, снижение зрительной чувствительности и критической частоты слияния световых мельканий, увеличение латентного периода сенсомоторных реакций и длительности зрительных последовательных образов. В табл. 16.3 представлены показатели и критерии хронического утомления и переутомления летного состава.

Хроническое утомление характеризуется значительным (выходящим за пределы допустимых величин) замедлением рабочих операций и увеличением числа ошибочных действий. Необходимый уровень профессиональной деятельности при хроническом утомлении может поддерживаться лишь кратковременно за счет нарастающего повышения цены деятельности и быстрого расходования физиологических резервов организма. Характерной особенностью хронического утомления является то, что функциональное состояние организма и работоспособность летчика восстанавливаются лишь в результате продолжительного (до нескольких дней) отдыха.

Критерии оценки хронического утомления и переутомления (В. А. Бодров и др., 1988)

Показатель	Хроническое утомление	Переутомление
Субъективное состояние: снижение по 7-балльной шкале, баллы	3	> 4
Время простой сенсомоторной реакции: увеличение, %	20–25	26–30
Тремор пальцев рук: увеличение, %	30–39	40–50
КЧСМ: снижение, %	8–10	11–15
Сила мышц кистей: снижение, %	20–25	26–30
Мышечная выносливость: снижение, %	15–20	21–30
Время задержки дыхания на вдохе: уменьшение, %	25–30	> 30
Содержание мукопротеинов в моче, мг/л	> 175	> 375
Отклонение при шаговой пробе:		
угловое, град	60–89	> 90
линейное, м	1,5–1,9	> 2
Ортостатический индекс: увеличение, %	30–40	> 40
Показатель сердечной деятельности по Руфье–Диксону, баллы	6–7,9	> 8
Пульсовое давление: снижение, %	15–20	> 20
Электропроводимость в БАТК: снижение, %	20–29	> 30

Переутомление. Патологическое функциональное состояние летчика, возникающее в результате многократного длительного воздействия интенсивной профессиональной нагрузки, характеризующееся выраженными изменениями физиологических функций и резким снижением эффективности деятельности. Переутомление часто подменяется следующими понятиями: астения, астеническая реакция, астенический, неврозоподобный, невростеноподобный, астенодепрессивный, астеноипохондрический синдромы, невроз истощения и переутомления, псевдоневроз ситуации, которые не в полной мере отражают это состояние.

Переутомление у летчиков развивается в результате длительных, натруженных и сложных полетов на фоне измененного функционального состояния организма при воздействии неблагоприятных факторов, связанных с организацией и условиями летной деятельности. Развитие переутомления сопровождается нарушением рабочей и поведенческой активности летчика. Увеличивается количество и амплитуда движений органами управления, появляются резкие несоизмерные рабочие движения, нарушается двигательная координация и согласованность управляющих действий, замедляются двигательные реакции, ухудшается точность воспроизведения необходимых мышечных усилий. При ведении радиопереговоров наблюдаются дефекты в речевой связи в виде искажений и замедления передачи команд и докладов. Нарушаются скорость и точность восприятия приборной информации, значительно снижаются резервы внимания, искажается чувство времени. Появляются общая скованность и напряженность. Иногда отмечается нарушение пространственной ориентировки, возникают иллюзии, снижается устойчивость к перегрузкам, развивается регресс рабочих навыков летчика к стадии концентрации, а в некоторых случаях — к генерализации, возможны грубые ошибки в ранее освоенных действиях и даже срывы выполнения полетного задания. Указанные нарушения эффективности летной деятельности при переутомлении проявляются в течение всего полета, независимо от его длительности.

При переутомлении летчики теряют интерес к полетам, в полете появляется чувство неуверенности, желание быстрее его завершить, постоянно ощущаются усталость, апатия, головная боль, головокружение, потеря аппетита, тошнота, неприятные ощущения в области сердца, повышенная раздражительность, вспыльчивость, боли в мышцах, онемение в конечностях, пояснице, снижение половой потенции. Сон становится прерывистым и поверхностным, часто с кошмарными сновидениями, отмечаются бессонница ночью и сонливость днем. Частота этих проявлений варьирует в широком диапазоне. По данным К. К. Платонова (1960), основанным на результатах освидетельствования в конце Великой Отечественной войны нескольких тысяч летчиков с переутомлением, нарушение сна зарегистрировано у 65 %, быстрая утомляемость — у 40 %, понижение аппетита — у 27 %, головная боль — у 26 % обследованных. В целом состояние переутомления наблюдалось у 7–13 % всех летчиков.

К признакам переутомления относятся повышенная потливость, одышка, уменьшение массы тела, учащение частоты сердечных сокращений, расстройства внимания, памяти и мышления. Иногда отмечаются усиление сухожильных и периостальных рефлексов, увеличение и болезненность печени, снижение адаптационной способности сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке, ухудшение ортостатической устойчивости, зрительного и слухового восприятия информации, слуховой и тактильной чувствительности, функции равновесия, повышение возбудимости вестибулярного аппарата, дисбаланс лабиринтной функции. По данным реоэнцефалографии отмечается снижение (в среднем на 15 %) кровенаполнения сосудов головного мозга, что повышает вероятность обморочных состояний у летчиков, снижает переносимость пилотажных перегрузок. На ЭКГ могут появляться признаки коронарной недостаточности. Значительно снижается физическая выносливость, возрастает «физиологическая цена» деятельности. У некоторых летчиков понижается острота зрения. В периферической крови наблюдаются снижение количества гемоглобина и эритроцитов, лейкоцитоз на фоне угнетения фагоцитарной активности лейкоцитов, эозинофилия, уменьшение количества тромбоцитов, в моче — повышение содержания катехоламинов, кетостероидов, креатинина, протеинов (мукопротеинов).

Переутомление, являясь патологическим состоянием, требует лечения и проведения комплекса реабилитационных мероприятий.

Оценка утомления, хронического утомления и переутомления может осуществляться с помощью анализа причин развития данных состояний, эффективности и качества деятельности, субъективных и объективных симптомов проявления (рис. 16.2). Методы диагностики утомления у летного состава представлены в табл. 16.4.

Представленные данные позволяют авиационному врачу дать психофизиологическую характеристику состояний оперативного покоя, нервной напряженности, монотонии, утомления, хронического утомления и переутомления, рассмотреть динамику физиологических функций при различных функциональных состояниях у летчиков с позиций теории функциональных систем П. К. Анохина.



Рис. 16.2. Методики (показатели) диагностики утомления у летного состава

Таблица 16.4

Дифференциальная оценка утомления и переутомления у летного состава

Показатель	Утомление		Переутомление
	острое	хроническое	
1. Причины возникновения	Кратковременное воздействие интенсивной нагрузки	Многочисленное воздействие интенсивной нагрузки	Многочисленное, длительное воздействие интенсивной, чрезмерной нагрузки на фоне измененного состояния организма
2. Эффективность и качество летной деятельности	Не нарушаются (иногда снижаются в конце полета или летной смены)	Существенно нарушаются (в конце полета или летной смены)	Резко снижаются, вплоть до появления грубых ошибок и невыполнения полетного задания
3. Отношение к полетам	Нормальное	Снижение интереса, чувство напряженности, неуверенности	Потеря интереса, безразличие, снижение осознанности, бдительности в полете
4. Самочувствие	Усталость после полетов, ощущения вялости, разбитости	Постоянная усталость в течение полета, общая слабость, снижение аппетита	Непроходящая усталость без нагрузки, апатия, раздражительность, боли в области сердца, потеря аппетита и др.
5. Сон	Не нарушается (иногда затруднено засыпание)	Трудное засыпание и пробуждение, прерывистый сон	Трудное засыпание и пробуждение, бессонница, сонливость днем и др.

Показатель	Утомление		Переутомление
	острое	хроническое	
6. Функциональные изменения	Снижение чувствительности анализаторов, нарушение вегетативных функций (в конце полета или летной смены)	Выраженное снижение чувствительности анализаторов, нарушение вегетативных функций, ухудшение психических процессов, изменение биохимических показателей, нарушение неврологического статуса	(в течение всего полета или летной смены, недели, месяца)
		(в конце полета или летной смены)	
7. Мероприятия по восстановлению нормального функционального состояния	Кратковременный отдых	Продолжительный отдых	Лечение и медицинская реабилитация

Таблица 16.5

Критерии утомления и переутомления летного состава

Показатель	Утомление		Переутомление
	компенсируемое	хроническое	
Субъективное состояние (снижение по 7-балльной шкале), баллы	1–2	3	4
Латентный период простой сенсомоторной реакции (увеличение), %	10–15	20–25	25–30
Тремор пальцев рук (увеличение), %	20	30	40–50
Критическая частота слияния световых мельканий (снижение), %	3–5	8–10	10–15
Сила мышц кистей (снижение), %	0–5	20	25–30
Мышечная выносливость (снижение), %	10–15	15–20	25–30
Время задержки дыхания на вдохе (уменьшение), %	15–20	20–30	> 40
Содержание мукопротеинов в моче, мг/л	100	175	375
Состояние тревожности (по методике MAS), баллы	4–8	9–21	22
Отклонение при шаговой пробе:			
угловое, град.	30	60–90	90
линейное, м	0,5	1,5–2,0	2
Ортоstaticкий индекс (увеличение), %	15	30–40	10–60
Показатель сердечной деятельности (по Руфье–Диксону), баллы	1	6–8	>8
Пульсовое давление (снижение), %	10	15–20	20–30
Электропроводимость в БАТК (снижение), %	10–15	20–30	30
			Асимметрия

К. К. Платонов, обобщив материалы о переутомлении летного состава в период Великой Отечественной войны, выделил несколько степеней переутомления (табл. 16.6).

Основным критерием, лежащим в основе классификации степеней и этапов развития утомления и переутомления, является продуктивность выполняемой деятельности.

Схема степеней переутомления летного состава (по К. К. Платонову)

Симптомы	Степень переутомления			
	I — начинающееся	II — легкое	III — выраженное	IV — тяжелое
Снижение дееспособности	Малое	Заметное	Выраженное	Резкое
Появление ранее отсутствовавшей усталости при нагрузке	При усиленной нагрузке	При обычной нагрузке	При облегченной нагрузке	Без всякой нагрузки
Компенсация снижения дееспособности волевым усилием	Не требуется	Полностью	Не полностью	Незначительно
Эмоциональные сдвиги	Временами снижение интереса к работе	Временами неустойчивость настроения	Раздражительность	Угнетение, резкая раздражительность
Расстройство сна	Трудно засыпать или просыпаться	Многим труднее засыпать или просыпаться	Сонливость днем	Бессонница
Снижение умственной работоспособности	Нет	Трудно сосредоточиться	Временами забывчивость	Заметное ослабление внимания и памяти
Психогигиенические мероприятия	Упорядочение отдыха, физкультура, культурные развлечения	Очередной отпуск и отдых	Необходим очередной отпуск и организованный отдых	Лечение

Психофизиологические механизмы развития переутомления те же, что и утомления. Отмечаются явления кумуляции утомления с последующим ослаблением в ЦНС внутреннего торможения и возбуждательного процесса, развитием запредельного торможения. В результате этого нарушается координирующая роль ЦНС, что, в свою очередь, ведет к функциональным расстройствам многих систем организма.

16.2. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

Общими принципами оценки функционального состояния являются: принцип адекватности (соответствие применяемых методов оценки функционального состояния особенностям профессиональной деятельности), комплексности (применение набора методик исследования, позволяющих получить надежную информацию о функциональном состоянии организма), минимизации (проведение исследований в минимальном объеме без потери информативности и надежности итоговой оценки изучаемых показателей), конкретности (исследование в первую очередь тех систем и функций организма, которые испытывают наибольшую нагрузку в процессе деятельности), динамичности (проведение периодически повторяющихся обследований), реактивности (изучение реакций организма на дополнительную нагрузку для раннего выявления изменения реактивности организма), восстановимости (изучение процесса восстановления функций организ-

ма после окончания деятельности), индивидуальности (учет индивидуальных различий реакции организма на деятельность).

При оценке функционального состояния важно отметить, что не все показатели равнозначны по своей диагностической ценности. Например, удельный вес различных характеристик ЧСС в итоговой оценке функционального состояния значительно выше, чем многих других показателей. Это связано с тем, что ЧСС является неспецифическим интегрирующим показателем, тонко реагирующим не только на изменения в энергетике организма, но и на сдвиги в работе активационных структур.

Выбор коррелирующих между собой показателей определяется состоянием тех звеньев, которые испытывают наибольшую нагрузку или несут наибольшую ответственность за успешность работы.

При выборе показателей функционального состояния целесообразно использовать в диагностическом комплексе показатели, характеризующие все группы компонентов функционального состояния (энергетический, сенсорный, информационный, эффекторный и активационный). К энергетическим компонентам относятся показатели, характеризующие уровень активности физиологических функций и систем (кровообращения, дыхания, обмена, выделения и др.), к сенсорным — показатели, отражающие возможность приема и первичной переработки поступающей информации различными сенсорными системами, к информационным — показатели, обеспечивающие обработку поступившей информации и принятие решений на ее основе (характеризующие такие процессы, как память и мышление, структуру личности человека, его творческую направленность и индивидуальность), к эффекторным — показатели, ответственные за реализацию принятых решений в поведенческих актах (количественные и качественные показатели деятельности и физиологические параметры реализуемых актов), к активационным — показатели, обуславливающие направленность и степень напряженности деятельности (уровень внимания, тревожности, эмоциональной устойчивости, особенности мотивационной сферы).

В практике физиологии труда для оценки функционального состояния применяются различные методические приемы. В их числе метод тестирующих нагрузок, суть которого в сравнении показателей какой-либо функции до и после выполнения дозированной стандартной нагрузки или деятельности (PWC-170, степ-тест, задачи на слежение, счетные операции и т. д.). Метод удобен, но полученные данные, как правило, неспецифичны для конкретного функционального состояния по виду деятельности. Метод интенсифицирующих нагрузок основан на изучении динамики показателей при увеличении на короткий промежуток времени интенсивности той конкретной деятельности, которой занят человек. Метод дополнительных нагрузок предполагает усложнение обычной для человека деятельности за счет предъявления дополнительных задач. Этот метод широко используется в процессе тренажерной подготовки летчиков.

Оценка функционального состояния традиционно проводится в следующих формах: фоновое обследование; оперативный контроль (в процессе деятельности); динамический контроль (изучение восстановительного периода после окончания деятельности).

Оценка функционального состояния человека в физиологии труда до настоящего времени осуществляется с помощью моно- и полипараметрического подходов. Суть первого заключается в использовании для оценки состояния организма показателей функционирования одной из систем, как правило, ЦНС, кардиореспираторной и вегетативной систем, системы крови. Наиболее характерным примером такой оценки является метод вариационной пульсометрии (Р. М. Баевский, 1979).

По данным R–R интервалов рассчитываются статистические показатели сердечного ритма, определяется индекс напряжения, строится гистограмма распределения вариационной пульсограммы и корреляционная ритмограмма. Типичными монопараметрическими методами оценки функционального состояния могут служить исследования кожно-гальванической реакции для оценки уровня активации функций организма (А. Б. Леонова, 1984), α -ритма ЭЭГ для экспресс-оценки функционального состояния оператора (А. Ф. Измак с соавт., 1990), морфофункционального состояния лейкоцитов крови для оценки степени напряжения защитно-приспособительных возможностей организма. Таким образом, диагностика функционального состояния при монопараметрическом подходе осуществляется, в основном, на основе адаптивного поведения биосистемы путем математического анализа различных физиологических показателей.

Наиболее существенные недостатки монопараметрического подхода — неспецифичность наблюдаемых изменений применительно к оценке конкретного функционального состояния и отсутствие возможности учета системного ответа организма. При использовании монопараметрического подхода более правильно говорить не об оценке, а тем более о прогнозировании функционального состояния, а об определении степени активности и напряжения функционирования тех или иных систем организма.

Более достоверной оценка функционального состояния становится при применении полипараметрического подхода с использованием комплекса диагностических методик и формированием интегральной оценки. Причем при оценке функционального состояния важно выявлять не только количественные или качественные характеристики показателей различных систем, но и степень их взаимодействия. Ведущим принципом интегральной оценки функционального состояния является сопоставление изучаемых показателей с результатами эффективности труда человека.

Оценка функционального состояния человека при полипараметрическом подходе включает: выбор системы информативных признаков функционального состояния, формирование базы данных, расчет интегрального показателя, классификацию выявленного функционального состояния на основе статистических алгоритмов распознавания образов. В результате наблюдения и регистрации все показатели функционального состояния представляются в виде базы данных. Чем большее число наблюдений будет собрано в данной базе, тем более исчерпывающая информация о функциональном состоянии.

Предложены различные варианты математико-статистических подходов к формированию интегрального показателя. Интегрирование значений различных показателей может осуществляться в виде среднеарифметических или сред-

негеометрических значений регистрируемых показателей. Существенными недостатками таких интегральных показателей являются игнорирование вариативности значений отдельных показателей и неучет различной значимости показателей в итоговой оценке. Частично устранить эти недостатки позволяет применение весовых коэффициентов, определяемых методом экспертных оценок или по тесноте связи коэффициента корреляции.

Интегральный показатель может рассчитываться путем установления меры зависимости различных показателей с количественными критериями эффективности деятельности методом регрессионного анализа. В этом случае коэффициенты регрессии при каждом из показателей являются весовыми коэффициентами, которые определяют силу вклада этого показателя в итоговый. Недостатком интегрального показателя на основе регрессионного анализа является использование в качестве показателей в уравнении регрессии абсолютных значений исследуемых показателей. Но для разных индивидуумов диапазон изменений изучаемых параметров физиологических функций и систем слишком широк, что приводит к явлению трудносравнимых итоговых оценок.

Одним из наиболее приемлемых вариантов интегральной оценки функционального состояния является метод расчета интегрального показателя путем вычисления среднего значения определяемых показателей с учетом «веса» каждого из них. Причем в качестве интегральной величины используются не натуральные значения показателей, а отношение информативного показателя после воздействия на организм к фоновому значению. В результате учитываются не сами значения показателей, абсолютные величины которых у разных обследуемых могут значительно отличаться друг от друга, а динамика их изменений.

Более полноценна оценка и дифференциальная диагностика функциональных состояний решаются с помощью вероятностного подхода отнесения состояния к одному из альтернативных по величине наибольшего правдоподобия. К ним относятся модель Неймана–Пирсона и дискриминантный анализ. Метод Неймана–Пирсона предполагает диагностику состояния, а точнее отнесение объекта к одной из известных групп, по степени наибольшей вероятности. При этом должна быть известна мера, ставящая в соответствие каждому набору или соотношению признаков вероятность его принадлежности к соответствующему состоянию. Ограничивает применение данного метода качественный, а не количественный характер наблюдаемых изменений.

Перспективным подходом к оценке и классификации функционального состояния по его признакам является метод функционального шкалирования на основе дискриминантного анализа. Применение дискриминантного анализа для оценки функционального состояния предусматривает формирование обучающей матрицы, в которой представлены сведения о величине показателей для лиц с достоверно определенным состоянием; выработку решающего правила диагностики — создание линейной дискриминантной функции и функциональной шкалы; решение диагностической задачи с использованием построенной шкалы. Точность диагностики зависит от информативности регистрируемых показателей, объема обучающей информации и ее достоверности. Важно отметить, что метод функционального шкалирования дает возможность решать не только экспертные

вопросы оценки функционального состояния, но и прогнозировать их развитие, что позволяет авиационному врачу полно и всесторонне проводить оценку и осуществлять прогноз функциональных состояний летчика.

Таким образом, функциональное состояние летчика оказывает существенное влияние на профессиональную надежность и безопасность летной работы. В практической деятельности авиационного врача наиболее доступными и в то же время достаточно информативными методами являются следующие методы и способы оценки функционального состояния.

1. Метод наблюдения. Для успешного использования этого метода врач должен хорошо знать каждого летчика, особенности его характера, темперамента, привычки. Только при этом условии он сможет выявить такие признаки утомления, как изменения в общем внешнем виде летчика, походке, жестике, позы, форме обращения с товарищами, в отношении к повторным вылетам.

2. Метод беседы. Попытаться выяснить состояние летчика путем беседы с ним можно на любом из этапов подготовки к полетам и на предполетном осмотре. Если летчик отрицает субъективные признаки утомления и переутомления, врач во время короткого разговора с ним должен обратить внимание на особенности его речи, на характер суждений о полете, о метеорологических условиях и т. д. Несвойственная данному летчику замкнутость, нежелание вступить в разговор, некоторые высказывания, характеризующие отрицательное отношение к полету, могут служить причиной для более глубокого его обследования.

3. Объективное исследование. Оно заключается в общем контроле за состоянием сердечно-сосудистой системы, измерении артериального давления, определении ЧСС. При утомлении и переутомлении можно наблюдать неустойчивость частоты пульса и величины артериального давления, причем отклонения этих показателей могут быть разнонаправленными. Для переутомления более характерно учащение пульса и незначительное снижение уровня максимального артериального давления, нередко сопровождающееся повышением минимального давления. Для оценки состояния летчика врач может использовать пробу Ромберга (простой и сенсibilизированный вариант), определение тремора рук и другие методики.

ГЛАВА 17. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАДЕЖНОСТЬ ЛЕТЧИКА. ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Профессиональная надежность летчика и проблема безопасности полетов является одной из главных в авиации. Эта проблема, наряду с нравственным, имеет также экономический аспект, связанный с сохранением значительных материальных средств. Изучение состояния летчика в особых ситуациях полета, условий и факторов, определяющих профессиональную надежность летчика во взаимодействии с авиационным комплексом, является предметом медицинской авиариологии.

Безопасность полетов зависит от многих компонентов. Каждый из них обладает своей, весьма сложной структурой, взаимосвязан с другими компонентами. В системе обеспечения безопасности полетов можно выделить несколько со-

ставляющих. Во-первых, соблюдение общих организационно-методологических правил и принципов летной работы, исключающих непредусмотренный выпуск в полет летчика и ЛА, а также нарушения в организации полетов и руководстве ими. Во-вторых, деятельность по предотвращению авиационных происшествий и инцидентов, выявление и устранение опасных факторов летной работы. В-третьих, надежность авиационной системы, включающей безотказную работу авиационной техники и ее соответствие эргономическим возможностям экипажей; надежность управления и обеспечения (в том числе медицинского обеспечения) полетов; профессиональную надежность летчика.

Надежность деятельности летчика — это вероятность выполнения профессиональной деятельности с необходимым качеством в течение определенного времени не только при заданных условиях, но и при усложнении обстановки. Профессиональная надежность летчика обусловлена психологической установкой (мотивацией) на выполнение конкретного полетного задания. Для успешной деятельности летчику необходимо профессиональное здоровье, запас психофизиологических резервов и высокий уровень профессионализма (рис. 17.1). Под профессиональным здоровьем понимают способность организма сохранять необходимые компенсаторные и защитные механизмы, обеспечивающие профессиональную надежность и работоспособность во всех условиях профессиональной деятельности.



Рис. 17.1. Профессиональная надежность летчика

Основными структурными компонентами профессионального здоровья являются физиологический, психический и физический статусы человека, которые оказывают влияние на функциональное состояние, включая уровень профессионально значимых физических и психических качеств, функциональной устойчивости летчика. На уровень профессионального здоровья влияют условия, организация и содержание профессиональной деятельности, социально-бытовые условия, эффективность мероприятий, проводимых авиационными врачами для сохранения и укрепления здоровья летного состава и др.

17.1. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Каждый полет для летчика — это выполнение множества разнообразных операций, представляющих собой цепь мыслительных и двигательных процессов. Для любого действия человеку необходима информация. А так как сигналы поступают через анализаторы, то малейшее ненормальное отклонение в их работе может привести к неправильным действиям и даже к полным отказам в работе. Так, порог нормальной остроты зрения равен одной угловой минуте. При этой остроте зрения летчик обнаруживает летящий навстречу самолет за 5–6 км. От момента обнаружения встречного объекта до начала изменения траектории полета самолета пройдет в среднем 3–4 с. Чем больше скорость сближения самолетов, тем меньшим временем располагают летчики для выполнения маневра. При скорости самолетов 2300 км/ч они могут не успеть ничего предпринять для избегания столкновения. И это при условии, что летчики увидели встречный самолет на предельной дальности, доступной для нормального человеческого глаза. Снижение остроты зрения, нарушение осмотрительности в полете приводит к возрастанию вероятности столкновения.

Особенностью работы летчика является и то, что темп сигналов, поступающих к нему, колеблется в широких пределах. Но так как оптимальная скорость переработки информации находится в довольно узком диапазоне, то летчику нередко приходится работать в неблагоприятных условиях — в условиях избытка или недостатка информации. Чем больше поступающей информации, тем больше летчик ее пропускает. Летчики, начинающие осваивать групповые полеты, нередко уделяют самолету ведущего слишком много внимания и совершенно не воспринимают пролетаемую местность. Не лучше чувствует себя летчик и при недостатке информации. При длительном установившемся полете, при отсутствии видимости земли, отсутствии болтанки, неподвижности стрелок приборов, монотонном шуме двигателей летчик теряет ощущение полета, возникает состояние монотонии.

Важной характеристикой деятельности летчика является необходимость не ослаблять внимание, не расслабляться на протяжении всего полета. Даже при полете в автоматическом режиме летчик должен следить за работой многочисленных систем и агрегатов. Но тут проявляется еще один недостаток человеческого восприятия. При сосредоточенном наблюдении за приборами летчик через некоторое время начинает пропускать сигналы. Через 15 мин он теряет 15–20 % поступающих сигналов. В полете у летчика поток операций таков, что ему приходится нередко действовать на пределе своих возможностей. Во время посадки летчик только руками совершает более 20 движений, кроме этого выполняет движение педалями, наблюдает за приборами, землей, определяет расстояние до земли, выдерживает глиссаду, учитывает снос. И если опытные летчики в значительной мере автоматизировали свои действия, то молодые летчики нередко при посадке совершают серьезные ошибки, так как физически не успевают выполнить все действия. Не случайно на этапе посадки происходит значительное число АП. Необходимо также учитывать, что на психофизиологические возможности летчика неблагоприятное влияние оказывают факторы полета. Так, перегрузка вызывает ограничение движения рулями, увеличивает время реакции, сужает

поле зрения и ухудшает остроту зрения; шум ослабляет внимание, снижает точность и скорость сенсомоторных реакций, усложняет радиообмен. Влияние факторов полета способствует развитию утомления, снижению психофизиологических резервов и, следовательно, появлению ошибочных действий.

В настоящее время в авиации получил признание и находит применение системный подход к изучению ошибок. При таком подходе причина ошибочных действий устанавливается путем всестороннего анализа связей и взаимоотношений между летчиком и ЛА. В связи с этим при анализе причин аварийности следует строго разграничивать два понятия: «личный фактор» и «человеческий фактор».

Под «личным фактором» понимают те отклонения в нервно-психической сфере конкретного летчика, которые могут быть причинами АП. За последние 60 лет относительная доля авиационных происшествий по причине личного фактора составляет до 90 %. Наиболее полное определение понятия «личный фактор» дал отечественный авиационный психолог С. Г. Геллерштейн (1948). По его определению личный фактор — это совокупность всех врожденных и приобретенных физических и психических свойств личности, которые могут быть поставлены в связь с причинами возникновения, характером течения и исходом АП. Личный фактор охватывает летные способности, физические и психофизиологические особенности, эмоционально-волевые качества, состояние здоровья, физическую выносливость, психологическую устойчивость, уровень профессиональной подготовки.

Причинами ошибочных действий, обусловленных личным фактором, могут быть: недостаточные социальные и моральные качества (низкая направленность на летную работу, недисциплинированность, низкая личная ответственность и др.); недостаток знаний, опыта; психофизиологические особенности и состояние здоровья (утомление и переутомление, нервно-эмоциональная напряженность, снижение чувствительности анализаторов, неблагоприятные личностные особенности, недостаточные объем, устойчивость и распределение внимания, недостатки памяти, пространственных представлений, мышления и др.). Профилактика ошибок, обусловленных личным фактором, должна включать выявление конкретных недостатков летчика и их устранение.

В авиационной практике систематически наблюдаются ошибки, которые проявляются у здоровых, работоспособных, эмоционально устойчивых и хорошо подготовленных летчиков. Человек при определенных условиях всегда испытывает затруднения, а порой допускает ошибки. В авиации к таким условиям, которые провоцируют ошибки подготовленного летчика, можно отнести поступление неопределенной, ложной информации, антропометрическое несоответствие рабочего места летчика размерам его тела, физиолого-гигиенический дискомфорт условий летной работы, недостаток времени для принятия решения и др. Такие условия приводят к детерминированным ошибкам, которые обусловлены несоответствием процессов и средств деятельности психофизиологическим возможностям человека. Присущие всем летчикам психофизиологические возможности, неучет которых в конструкции ЛА и при организации летной работы может приводить к ошибочным действиям, объединяют понятием «человеческий фактор».

Разграничение понятий личного и человеческого факторов в авиации имеет большое значение. В понятии «личный фактор» подчеркивает индивидуальные качества конкретной личности летчика, которые препятствуют успешной летной работе. Понятие «человеческий фактор» включает зависимость эффективности деятельности от характеристик оборудования самолета, условий труда. Это дает возможность найти причину, дифференцирующую личную вину летчика от ошибки, связанной с объективными обстоятельствами, в частности с техническим несовершенством оборудования.

Ошибочные действия, обусловленные человеческим фактором, характеризуются высокой повторяемостью в одинаковых условиях независимо от личности летчика и уровня его подготовки. Причинами ошибочных действий летного состава, связанных с человеческим фактором, могут быть: слабая профессиональная подготовка (неэффективность методики обучения, утрата навыка после длительного перерыва в летной работе, отрицательный перенос навыка, недоученность и др.), недостатки условий и средств деятельности (недостатки средств отображения информации органов управления, компоновки, размещения, освещения; несоответствие физических, химических, социально-психологических факторов требуемым условиям деятельности), несоответствие содержания летной работы психофизиологическим возможностям человека (недостатки в распределении функций между человеком и автоматом, чрезмерные информационные и физические нагрузки, темп деятельности и т. д.), недостатки в организации полетов и их обеспечении (нарушение в организации режима труда, отдыха и питания, недостатки в руководстве и управлении полетами и др.).

Каждый из перечисленных факторов может способствовать появлению ошибок в технике пилотирования, самолетовождении, боевом применении и эксплуатации авиационной техники. Даже простые двигательные ошибки при работе с органами управления не всегда можно отнести за счет несформированности навыков, т. е. за счет недоученности летчика. Их причина может быть не в личном факторе, а в человеческом, т. е. они должны предотвращаться путем оптимизации системы «летчик – самолет», взаимодействия человека с оборудованием кабины. Таким образом, профилактика ошибочных действий, обусловленных человеческим фактором, осуществляется путем эргономической доработки техники до уровня соответствия психофизиологическим возможностям человека, совершенствования условий, содержания, организации и обеспечения летной деятельности.

Профессиональная безопасность летчика тесно связана с работоспособностью. В динамике работоспособности человека позволило выделить семь отдельных фаз:

1. Фаза мобилизации подготавливает организм к выполнению конкретной работы (ее еще называют предстартовым периодом). Характеризуется мобилизацией энергетических резервов, повышением тонуса ЦНС, формированием плана и стратегии поведения, внутренним «проигрыванием» ключевых элементов деятельности.

2. Фаза первичной реакции (период вработывания) типична для момента начала деятельности и характеризуется некоторым снижением почти всех показателей функционального состояния организма. Если специфическая сторона фазы

мобилизации (первой фазы) выражена достаточно отчетливо, то фаза первичной реакции может отсутствовать, и сразу осуществляется переход к третьей фазе.

3. Фаза гиперкомпенсации есть не что иное, как приспособление человека к наиболее экономному режиму выполнения работы в конкретных условиях. Она характеризуется мобилизацией физиологических функций таким образом, чтобы оптимизировать соответствие реакций организма требуемому характеру работы и величине нагрузки.

4. Фаза компенсации (период максимальной работоспособности) характеризуется наиболее экономным использованием функциональных резервов организма. Однако при длительной работе к концу этой фазы могут появляться признаки в изменении субъективного состояния (наступает предвестник утомления — чувство усталости).

5. Фаза субкомпенсации (период дестабилизации). Для нее характерно поддержание определенного уровня работоспособности на основе перестройки функциональных систем организма на более щадящий режим. В итоге это приводит к более быстрому истощению функциональных ресурсов, возрастает физиологическая стоимость работы и, несмотря на подключение дополнительных компенсаторных резервов, обеспечивающих временную стабилизацию функционального состояния, общее состояние организма начинает ухудшаться. Появляется вначале скрытое, а затем заметное снижение эффективности работы. Однако в этой фазе за счет волевого усилия еще иногда представляется возможным компенсировать на непродолжительное время снижающуюся эффективность деятельности.

6. Фаза декомпенсации характеризуется непрерывным ухудшением показателей состояния психофизиологических систем организма, дискоординацией функций, выраженным снижением профессиональной деятельности, изменением мотиваций. Данная фаза характерна для выраженного утомления.

7. Фаза срыва деятельности проявляется при очень интенсивной, продолжительной работе и характеризуется значительным расстройством функционирования регулирующих механизмов, ярко выраженной неадекватностью реакций организма на характер и величину рабочей нагрузки, падением работоспособности вплоть до отказа от продолжения работы. Эти изменения уже типичны для выраженных форм утомления и переутомления.

Длительность протекания перечисленных фаз и выраженность реакций может варьировать в значительных пределах в зависимости от вида деятельности, уровня профессиональной подготовки специалиста, его индивидуальных особенностей, состояния здоровья, а также силы и продолжительности влияния на организм факторов внешней среды.

17.2. ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ МЕДИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЛЕТНЫХ ЭКИПАЖЕЙ

В настоящее время остро стоит вопрос о связи между уровнем безопасности полетов и человеческим фактором. Следует признать, что превалирование вины человека в аварийности явилось следствием и наших слабых знаний о его возможностях и психофизиологических законах поведения в полете, не говоря

уже о мотивах и потребностях авиатора как личности опасной профессии. Свою негативную роль сыграл исповедуемый еще с 20-х годов принцип поиска виновника АП, в котором, как правило, видели летчика (экипаж). И только в последние годы получает принципиальное признание та точка зрения, что ошибки экипажа далеко не всегда связаны с его виной, а зачастую являются «бедой». Именно в авиационной медицине была разработана методологическая основа для анализа (а не констатации) причин аварийности в виде теоретической концепции, разделяющей понятия о личном и человеческом факторах. Данная методология предусматривает выделение двух групп ошибок экипажа, отличающихся по направленности профилактических мероприятий.

К первой группе относятся ошибочные действия, обусловленные эргономическими недостатками авиационной техники, воздействием на экипаж неблагоприятных факторов и условий труда, а также недостатками в его организации. Заблаговременная их профилактика предполагает учет совокупности свойств и качеств человека, характерных для всей летной популяции, в объекте и средствах деятельности (характеристиках системы управления ЛА, конструкции и компоновке рабочих мест экипажа и т. п.), условиях труда (гигиенические особенности среды обитания на рабочих местах), организации деятельности (режим труда и отдыха, летная нагрузка и т. п.). Иными словами, надежность человеческого фактора должна закладываться конструкторами авиационной техники еще на стадии проектирования. Вторая группа ошибок связана с личным фактором, понимаемым как совокупность индивидуальных особенностей конкретного человека (профессиональных, физиологических, психологических), которые при его взаимодействии с авиационной техникой могут приводить к ошибкам или способствовать их возникновению.

Применение данной методологии при анализе профессиональной надежности летных экипажей позволило установить, что около 40 % ошибочных действий обусловлены недостатками в условиях, средствах труда и его организации, 50 % связаны с уровнем развития профессиональных качеств, навыков и умений и 10 % — с неблагоприятными индивидуальными особенностями организма и личности авиационных специалистов. Такое распределение ошибочных действий отражает ведущую роль для обеспечения профессиональной надежности летных способностей и личностных качеств, уровня развития профессиональных навыков и умений.

Повышение требований к развитию профессионально важных качеств летного состава связано с усложнением авиационной техники и условий ее эксплуатации. Ситуация усугубляется тем, что в связи с неблагоприятной демографической ситуацией, а также из-за снижения престижности летной профессии в авиации увеличилось количество летчиков со средними летными способностями. В летные училища зачисляются до 15 % абитуриентов с третьей группой психологического отбора (с посредственными летными способностями). Изучение процесса их адаптации к летному труду показало, что по сравнению с летным составом с отличными и хорошими способностями (первая и вторая группы психологического отбора) эти летчики в 3,5 раза чаще совершают ошибки.

При системном анализе ошибочных действий экипажей ЛА выявлена их взаимосвязь с такими индивидуальными психологическими качествами как неустойчивость внимания, замедленность мыслительных процессов, эмоциональная лабильность, слабая способность к прогнозированию и принятию ответственных решений. В значительном числе случаев указанные неблагоприятные индивидуальные особенности явились следствием слабой профессиональной подготовки. Сегодня можно констатировать явное несоответствие содержания и методов профессиональной подготовки уровню сложности деятельности экипажей, которое усугубляется недопустимым разрывом между уровнем знаний в области педагогики и психологии обучения и материальными средствами, вкладываемыми в процессе подготовки. В целях формирования профессионализма летного состава не обойтись без психологизации обучения, внедрения в процесс подготовки комплекса современных технических средств, позволяющих формировать профессионально важные качества и навыки отдельных действий, отрабатывать профессиональные задачи различного уровня сложности с возможностью управлять процессом обучения, изменяя алгоритмы тренировок и стратегии решения задач.

Обязательным компонентом профессионального мастерства должна быть готовность к действиям в особых ситуациях полета. Прочный штамп мышления: чем лучше авиатор профессионально подготовлен, тем легче он справится с аварийной обстановкой — истина, но относительная. Научные факты говорят о том, что высококвалифицированные летчики, не имеющие специальной подготовки к экстремальным ситуациям, не обеспечивают необходимой надежности. Экипаж, обладающий профессиональным опытом действий только в стандартных ситуациях, как правило, ненадежен в нестандартных условиях. Причина в том, что психические механизмы, позволяющие осуществлять деятельность в стандартных условиях, в экстремальных ситуациях организуются по другим законам. Например, если в обычной деятельности стойкий стереотип как основа автоматизированных навыков способствует точности и скорости выполнения действий, то в аварийной ситуации он нередко препятствует принятию решения и переключению к новому плану действий. Принятие решения в аварийной ситуации является наиболее уязвимым местом в действиях экипажа, причем на него уходит $\frac{2}{3}$ времени от момента ее обнаружения до начала действий. Только хорошо развитые творческие личности и формирование в процессе тренировок таких специфических умственных навыков как оперативное мышление и предвосхищение, с помощью которых летчик может по отдельным признакам еще не развернувшихся событий предугадать ход их развития, дают возможность противостоять главному стрессору любой аварийной ситуации — неопределенности информации и отсутствию уверенности в успешности предпринимаемых действий. Особую остроту, как показывает анализ аварийности, приобретает подготовка экипажей с целью обеспечения надежности их совместной деятельности.

Повышение эффективности такой подготовки предполагает как применение специальных методических приемов (неожиданный ввод разнообразных усложнений на режимах, требующих различных решений и действий, в том числе отставленных во времени, а также одновременный или последовательный ввод

нескольких отказов т. п.), так и использование эффективной обратной связи о содержании и результатах тренажей в виде их видеозаписей с последующим разбором опытным инструктором-методистом. Необходимо совершенствование инструкций экипажу, поскольку в них, как правило, излагается лишь технологическая цепочка событий и не учитывается то, как та или другая ситуация отражается и преобразуется психикой профессионала. Именно на такой основе должны разрабатываться рекомендации по распределению функций между членами экипажа в особых случаях, составляться программы и определяться содержание тренировок в совместных действиях.

Важной составляющей профессиональной надежности является здоровье летного состава. Проведенные обследования большого летного контингента (более 300 человек) выявили неблагоприятные отклонения в состоянии психического здоровья, проявившиеся в снижении мотивации к дальнейшей летной работе (у 13 %), низком уровне психической активности (у 20 %), эмоциональной неустойчивости (у 25 %), высоком уровне тревожности и психической напряженности. В основе указанных нарушений лежат преимущественно социальные факторы: неудовлетворительные социально-бытовые условия (15–20 %), конфликты по службе и в семье (35 %), неупорядоченный режим труда и отдыха (50 %). Достаточно отметить тот факт, что проводят авиаторы на работе в 2 раза больше времени, чем служащие государственных учреждений. Напряженная социально-бытовая обстановка, эмоциональная насыщенность, прогрессирующая интеллектуализация летной работы и неупорядоченный режим труда привели к тому, что у летного состава все отчетливее стали проявляться такие негативные явления как «омоложение» некоторых болезней и увеличение числа лиц с парциальной недостаточностью здоровья, допускаемых к полетам. Между тем летчики, имеющие отклонения в состоянии здоровья, при прочих равных условиях чаще испытывают затруднения в профессиональной деятельности и допускают в 1,5 раза больше ошибочных действий, особенно при переучивании и освоении новой авиационной техники. Приведенные данные в совокупности указывают на потенциальную ненадежность летного состава с парциальной недостаточностью здоровья, если организму и личности будут предъявлены более высокие физические и психические нагрузки, как это, в частности, имеет место в особых и аварийных ситуациях полета.

Наиболее тяжелое социальное последствие утраты профессионального здоровья — сокращение летного долголетия и потеря избранной специальности в цветущем возрасте. В этой связи профессиональное здоровье выступает и как экономический фактор, учитывая высокую стоимость подготовки высококлассного летного состава, который наиболее часто списывается с летной работы по состоянию здоровья. Кроме того, планируемый переход на страховое медицинское обеспечение потребует больших материальных затрат на компенсацию ущерба здоровью, нанесенного в период профессиональной деятельности. При этом затраты на лечение и мероприятия по социальному обеспечению летного состава в случае утраты здоровья и потери профессии будут на несколько порядков выше расходов по сохранению здоровья здорового человека.

Рассмотрение здоровья как социальной и экономической составляющих профессиональной надежности летного состава требует качественного совершенствования медицинского контроля, его перенацеливания с констатации сдвигов в состоянии здоровья на оценку психофизиологических резервов организма. Такая направленность медицинского контроля предполагает использование, наряду с клинико-физиологическими и психофизиологическими методами, внедрение компьютерных диагностических и экспертно-консультативных систем, позволяющих осуществлять оценку и прогноз уровня резервов здоровья, выбор необходимого для их восстановления комплекса социально-психологических, психосоматических, фармакологических и профессионально-тренировочных средств.

Необходимо организационно и методически обеспечивать психологическую разгрузку летного состава между полетами, осуществлять целенаправленную коррекцию функционального состояния, восстанавливать уровень здоровья практически здоровых летчиков, временно утративших способность противостоять профессиональным вредностям или перенесших психический стресс. Конечно, медицинская реабилитация всегда являлась неотъемлемой частью деятельности авиационного врача. Но, к сожалению, в фокусе внимания оказывалась, как правило, реабилитация больного человека. В данном случае речь идет о восстановлении запаса здоровья, соответствующего условиям и содержанию профессиональной деятельности.

В заключение подчеркнем, что составляющие человеческого фактора не привнесены в авиацию извне, а определяются условиями и средствами труда, его организацией и содержанием профессиональной подготовки. Поэтому успешное решение таких ключевых медико-психологических проблем, как создание технологии оценки и прогноза запаса здоровья, практическое внедрение системы медицинской реабилитации лиц со сниженными функциональными возможностями, психолого-педагогическая оптимизация профессиональной подготовки, обоснование способов и средств снижения профессиональных вредностей и повышение эргономичности авиационной техники являются неотъемлемой составной частью обеспечения безаварийной летной работы.

Сохранение профессиональной надежности летчика — одна из приоритетных задач авиационной медицины. Для ее решения необходимо совершенствовать контроль уровня здоровья и работоспособности. Появляются определенные перспективы с внедрением в практику систем автоматизированного контроля с использованием модульных комплексов для определения показателей психофизиологических функций летчика во время полета. Раннее выявление летчиков с пограничными функциональными состояниями, своевременное и эффективное использование адекватных методов коррекции функционального состояния, реабилитационно-восстановительных мероприятий позволят сохранить профессиональное здоровье и продлить летное долголетие летчиков. Введение комплексов функциональной реабилитации сопровождается повышением налета на один инцидент с ВС в 1,6 раза.

Важным направлением сохранения профессиональной надежности является профессиональный отбор, выявление профессионально важных качеств и их развитие, психофизиологическое сопровождение учебного процесса в авиацион-

ных училищах и учебно-боевой деятельности летного состава в строевых частях. Разработанный и апробированный в авиации психодиагностический инструмент и критерии позволяют осуществлять отбор летного состава на новую авиационную технику, перераспределять летный состав по видам авиации, комплектовать экипажи многоместных самолетов, подбирать наиболее эффективные методы формирования и развития профессионально важных качеств. Проведение психологического отбора является необходимым условием повышения психофизиологической надежности летчика.

Большое значение в обеспечении надежности действий летчика принадлежит правильной организации режима его труда и отдыха. Профессиональная надежность существенно зависит от того, насколько профессиональная нагрузка, ее величина и интенсивность соответствуют функциональным, психофизиологическим возможностям летчика.

Современное развитие авиации привело к необходимости приспособлять технику к человеку, его биологическим, психическим и другим особенностям, целесообразно распределять функции между человеком и автоматикой. Нельзя спроектировать авиационную технику, пригодную для всех ситуаций в работе и любых состояний экипажа. Ее нужно проектировать как адаптивную систему, которая автоматически приспособляется к оперативным ситуациям и состоянию летчика. Это позволит активно обеспечивать безопасность и надежность деятельности летчика. Основываясь на информации о состоянии летчика, активные системы безопасности и эффективности деятельности осуществляют динамическое распределение функций между летчиком и отдельными экспертными системами. Например, при потере летчиком сознания экспертная система выполнит маневр выхода из боя, выведет самолет в безопасную зону, переведет его в горизонтальный полет и будет способствовать выводу летчика из бессознательного состояния. Кроме этого, активная система обеспечения безопасности предусматривает предотвращение столкновения с землей, выполнения противоракетного маневра, активное покидание ЛА и др.

ГЛАВА 18. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ОТБОР ЛЕТЧИКОВ

Возможность выполнения профессиональной деятельности в сложных условиях полета в значительной степени определяется индивидуальными особенностями организма человека. Осознание этого положения обусловило необходимость разработки системы профессионального отбора лиц для деятельности в специфических условиях авиационного труда. Под профессиональным отбором летчиков понимают комплекс взаимосвязанных мероприятий по определению степени пригодности кандидата к обучению и последующей деятельности на основании данных о состоянии здоровья, физического развития, уровня образования, социально-психологических и психофизиологических свойств личности, рассматриваемых в совокупности как ее профессионально важные качества (ПВК). Традиционно в структуре профессионального отбора выделяют следующие виды: психологический (включая социально-психологический и психофи-

зиологический), образовательный, медицинский и отбор по показателям физической подготовленности. Каждый из них имеет свою регламентацию, отличается спецификой целей и задач, реализуется посредством применения специальных методов исследования. Содержание данной главы будет посвящено одному из аспектов профессионального отбора летчиков — профессиональному психологическому отбору (ППО).

18.1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОТБОРА

Предпосылки психологического отбора возникли в середине XIX века, когда всеобщая индустриализация в развитых странах предъявила повышенные требования к уровню образования рабочих. В связи с этим в Германии и Англии было введено всеобщее среднее образование. В свою очередь это привело к возникновению необходимости диагностики способностей людей. В Германии основоположник экспериментальной психологии врач В. Вундт организывает в 1879 г. первую в мире экспериментально-психологическую лабораторию. Основным объектом исследования немецкой психологии конца XIX века были умственно отсталые индивиды. В этот период в Англии изучалась проблема одаренности, существенный вклад в которую внес английский антрополог и психолог Ф. Гальтон, впервые использовавший в экспериментальной психологии статистические процедуры, близнецовый метод исследования способностей, некоторые тесты. Он же предложил термин «тест» (англ. проба, испытание). Первые шаги в практической диагностике умственных способностей были сделаны французскими учеными А. Бине и Т. Симоном, которые в 1904–1908 гг. по поручению правительства Франции разработали «Метрическую шкалу умственных способностей». По результатам выполнения заданий шкалы устанавливался «умственный возраст» детей от 3 до 11 лет и выносилось заключение об уровне развития ребенка. Позже немецкий психолог В. Штерн вводит понятие «интеллектуальный коэффициент», который определялся как выраженное в процентах частное от деления показателя «умственного возраста» на реальный возраст. Эти работы явились основополагающими для дифференциальной психологии, изучающей различия психических свойств индивидов. Первое бюро профессиональной ориентации было открыто Парсоном в 1908 г. в Бостоне (США). Уже тогда основной задачей бюро являлось определение на основании данных о психических свойствах обследуемых целесообразности их профессионального использования. Наиболее сильное влияние на развитие ППО оказали исследования немецкого психолога Мюнстерберга, который писал в своей монографии «Психология промышленной производительности» (1913): «... живые рабочие силы народа распределяются в полной зависимости от случая, и совершенно не обращается внимание на необходимое соответствие между трудом и работником». С этого времени ППО начинает повсеместно применяться в системе образования, армии и на производстве.

Раньше других начали использовать ППО в вооруженных силах США. Так, во время первой мировой войны в целях профессионального отбора в армии США было обследовано около 2 млн человек. Основой американских психологических тестов того времени были тесты интеллекта, разработанные А. Отисом.

В период второй мировой войны в США был сконструирован общий армейский классификационный тест, с помощью которого было обследовано более 20 млн призывников и военнослужащих.

В нашей стране психологические тесты при отборе летного состава были впервые использованы в 1922 г. авиационным врачом С. Е. Минцем и психологом А. П. Нечаевым. Обоснованием психологического отбора явились следующие данные, полученные этими исследователями при анализе успешности обучения в Московской летной школе: за период с 1 января 1920 г. по 23 июня 1921 г. эту школу «окончило 100 человек, 45 выбыло за неспособностью и малоуспешностью, 10 разбилось, 25 откомандировано по нежеланию и другим причинам». С середины 20-х годов начинается период интенсивного развития ППО в различных областях производственной и военной деятельности. Этот период в существенной степени связан с именем ученика В. Штерна И. Н. Шпильрейна, которого известный авиационный психолог К. К. Платонов назвал «основоположником советской психотехники». В 1924 г. в Москве создается Центральная психофизиологическая лаборатория Военно-воздушных сил (ЦПФЛ ВВС), одной из основных задач которой являлось «изучение и установление свойств человеческого организма, коим должны удовлетворять лица, поступающие и выпускаемые из учебных заведений ВВС СССР». В этом же году в соответствии с приказом Реввоенсовета начинают создаваться психофизиологические лаборатории учебных заведений ВВС СССР. Однако в 1937 г., после выхода известного постановления ЦК ВКП(б) «О педологических извращениях в системе наркомпросов» и его «выводов» о «порочной практике тестирования», психологический отбор в течение нескольких десятилетий был практически запрещен.

В начале 60-х годов вновь со всей очевидностью встала проблема разработки ППО и его внедрения в практику подготовки летчиков. При этом учитывались следующие положения: а) необходимость ППО тем очевидней, чем больше материальный и моральный ущерб, возникающий вследствие несоответствия индивидуальных психологических качеств летчика требованиям профессиональной деятельности; б) обоснованность ППО тем весомей, чем выше стоимость обучения летчика и, соответственно, чем меньше затраты на подготовку лиц, которые в последующем оказываются профессионально непригодными.

В 1961 г. под руководством К. К. Платонова был осуществлен экспериментально-психологический отбор кандидатов на летное обучение. После обобщения его результатов, подтвердивших высокую эффективность прогноза, директивой Главнокомандующего ВВС № 1488 от 20 мая 1964 г. был восстановлен обязательный ППО в авиационных училищах летчиков.

18.2. СИСТЕМА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОТБОРА

В настоящее время профессиональный психологический отбор летчиков представляет собой комплекс мероприятий, направленных на осуществление качественного комплектования авиационных частей на основе обеспечения соответствия профессионально важных индивидуальных психологических качеств кандидатов требованиям летной деятельности. ППО является стройной системой со своими задачами и целями, средствами и способами их достижения, механиз-

мами оценки эффективности и совершенствования процедуры отбора. Разработку и обоснование системы ППО предваряет определение необходимости отбора в практике подготовки летчиков и формулирование его цели (рис. 18.1).

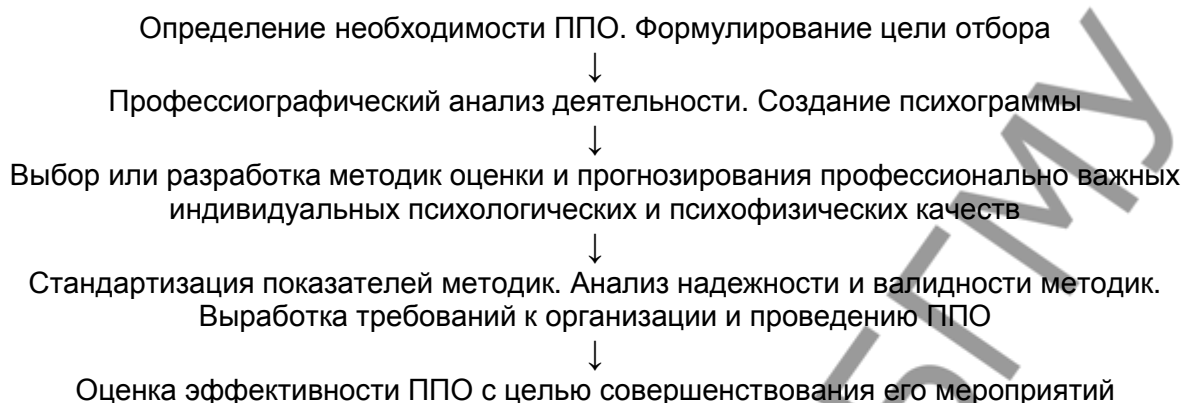


Рис. 18.1. Основные этапы профессионального психологического отбора летчиков

Цель ППО летчиков — выявление индивидуальных психологических и психофизиологических качеств человека, соответствующих требованиям летной деятельности.

На основании опыта многочисленных исследований обоснована этапность формирования системы ППО. Одним из первых этапов, логически предваряющих разработку методов отбора, является всестороннее изучение профессиональной деятельности летчика — профессиография. При разработке профессиограммы используются различные способы изучения психологических особенностей деятельности летчика. Опрос экспертов (экспертная оценка) входит в число наиболее оперативных методов. Считается, что человек, хорошо знающий структуру и содержание профессиональной деятельности, может достаточно детально охарактеризовать те индивидуальные особенности личности, которые позволяют достигать успеха в работе. При подготовке и проведении опроса важно подобрать экспертов, обладающих высоким уровнем профессиональной подготовки и имеющих опыт участия в маневрах, тактических учениях, боевых действиях. Следует заранее подготовить перечень всех качеств, которые потенциально могут рассматриваться как профессионально важные для летной работы и характеризуют основные психические процессы, функции и личностные качества человека: восприятие, внимание, память, мышление, психомоторику, речь, волевые и характерологические особенности, организаторские способности. Опрос экспертов целесообразно проводить в три этапа. На первом этапе они должны просмотреть и оценить все качества, имеющиеся в представленном перечне, выделить из них те, которые можно считать профессионально важными. На втором этапе каждое качество, отнесенное к числу профессионально важных, дополнительно оценивается по десятибалльной шкале. На третьем этапе эксперты проводят ранжирование ведущих качеств (получивших оценку 9–10 баллов) по степени их значимости для летной работы. По итогам опросов экспертов составляются три документа: общий перечень ПВК, перечень основных ПВК и ранжированный перечень ПВК.

Близок к методу экспертных оценок метод критических инцидентов. Суть метода состоит в том, что эксперты описывают поведение и действия (как правильные, так и ошибочные) летчиков в реальных экстремальных ситуациях летной практики. Эти примеры носят название критических инцидентов. Каждый пример должен содержать следующую информацию: ситуация и предпосылки поведения, точное описание эффективного или ошибочного действия, последствия этого действия, зависимость исхода ситуации от летчика или внешних причин. Во всех случаях полученные с помощью методов опроса экспертов и критических инцидентов данные о профессии следует рассматривать как предварительные.

С целью детализации профессиографии используют следующие методы:

1. Изучение документов, регламентирующих деятельность летчика и описывающих конструкцию рабочего места, режим и условия труда, наиболее ответственные операции и др.

2. Интервьюирование или анкетирование наиболее опытных летчиков и инженеров в виде индивидуальных и групповых обсуждений различных особенностей профессии или заполнения анкет (с выбором одного из заранее сформулированных ответов или самостоятельного ответа на поставленные вопросы).

3. Наблюдение. Метод сбора первичной информации путем непосредственного восприятия и прямой регистрации различных сторон деятельности. Предварительное изучение деятельности летчика может быть произведено с помощью неструктурированного наблюдения, т. е. наблюдения без точного выделения каких-либо конкретных элементов, подлежащих исследованию. На более поздних этапах применяется структурированное наблюдение, имеющее тщательно продуманный план с перечнем объектов исследования.

4. Самонаблюдение и самоотчет. При проведении самоотчета летчик получает инструкцию «думать вслух» в процессе работы, т. е. «проговаривать» каждую операцию, каждый взгляд на прибор, каждое восприятие сигнала и т. д. Для регистрации отчета используется магнитофон. Вербализация деятельности помогает осознать некоторые аспекты, выпадавшие ранее из сферы внимания. При самонаблюдении исследователь лично выполняет трудовые операции, т. е. как бы анализирует профессию изнутри. Этот прием получил название «трудового метода». Использование самонаблюдения возможно лишь при изучении сравнительно несложных видов деятельности, не требующих длительного обучения.

5. Эксперимент. Используют в случае невозможности анализа деятельности летчика с помощью вышеперечисленных методов. Применяют два вида эксперимента — натурный и лабораторный. Натурный эксперимент проводится в реальных условиях полета и предполагает выявление психологических особенностей деятельности за счет искусственного изменения последовательности операций, рабочей позы, факторов среды путем постановки дополнительных задач и т. д. Лабораторный эксперимент предполагает моделирование условий управления самолетом в целом или отдельных его операций.

6. Алгоритмический анализ деятельности. Разделение рабочего процесса на качественно разнородные составляющие (оперативные единицы) с целью установления их психологического содержания и логической связи между ними.

Описательная форма алгоритма представляет собой изложение всех операций, выполняемых летчиком в определенной последовательности.

7. Хронометраж. Измерение времени трудовых операций с целью выяснения их длительности, частоты повторяемости, интенсивности, качества и количества пауз и т. д. На основании хронографических данных получают следующие психологические характеристики деятельности: относительную загруженность анализаторов (зрительного, слухового, тактильного), напряженность речевого и моторно-двигательного аппарата, преобладание сенсорной или моторной активности, особенности распределения и переключения внимания и др.

8. Анализ ошибочных действий летчиков и инцидентов с военными ВС с целью определения их психологической сущности и специфики требований деятельности к различным группам профессионально важных качеств.

В настоящее время используется структура профессиограммы, включающая шесть разделов:

1) общие сведения о профессии: назначение профессии, характеристика рабочего места, условий и орудий труда, содержание функциональных обязанностей летчика в мирное и военное время, критерии эффективности деятельности;

2) содержание деятельности: анализ основных операций, особенности приема и переработки информации, принятия решения, соотношение загруженности в работе основных психических функций;

3) условия деятельности: режим труда и отдыха, санитарно-гигиенические условия;

4) социально-психологические факторы деятельности: мотивационные аспекты деятельности, особенности социально-психологической и профессиональной адаптации, роль и место специалиста в системе внутри-коллективных связей;

5) динамика функциональных состояний летчика в процессе деятельности: доминирующие функциональные состояния на основных этапах полета, влияние динамики состояний на эффективность деятельности, основные формы профессиональной заболеваемости и травматизма;

6) психограмма: основные личностные качества летчика, ведущие сенсорно-перцептивные характеристики, профессионально важные особенности когнитивных процессов, противопоказания к деятельности.

Таким образом, профессиограмма представляет собой всестороннее описание по определенной схеме различных объективных характеристик профессиональной деятельности и ее требований к индивидуальным особенностям человека. Заключительной частью профессиограммы, отражающей психологические детерминанты деятельности, т. е. важные для летного труда социально-психологические, психофизиологические и психологические качества, является психограмма. По сути, психограмма — это те требования к индивидуальным психологическим качествам специалиста, которыми он должен обладать, чтобы успешно выполнять свои профессиональные обязанности. Одни качества являются общими для военных специалистов разного профиля, другие обусловлены спецификой летной деятельности. К качествам, необходимым каждому военному специалисту, относят социальную зрелость, морально-психологическую готовность к защите Отечества, устойчивую мотивацию к военно-профессиональной деятельности,

высокие нравственные качества гражданина и человека: чувство долга, принципиальность, искренность, честность, верность общечеловеческим ценностям, личную дисциплинированность и исполнительность, внутреннюю собранность и организованность, ответственность за порученное дело, готовность точно и своевременно выполнять поставленные задачи, инициативу и целеустремленность, решительность, выдержку и самообладание, эмоционально-волевую устойчивость, трудолюбие и высокую работоспособность, готовность и умение переносить тяготы и лишения военной службы, развитые организаторские и коммуникативные способности.

Наряду с перечисленными особенностями летчики должны обладать следующими специфическими профессионально важными индивидуальными психологическими и психофизиологическими качествами: достаточным объемом, быстротой и точностью восприятия, в частности восприятия глубины, высоты, форм и размеров, скорости перемещения: широким распределением, быстрым переключением, большим объемом и устойчивостью внимания; хорошей памятью, особенно ее высокой мобильностью; хорошими пространственными и временными представлениями; оперативностью мышления; точностью, быстротой и координацией двигательных реакций, хорошей дикцией; высоким темпом психических процессов и способностью к интенсификации психической деятельности, мотивированностью к летному труду, адекватной самооценкой и уровнем притязаний, уверенностью в себе, устойчивостью к дезорганизующим факторам, склонностью к риску, стремлением к лидерству, способностью к адекватной мобилизации при усложнении обстановки, общительностью, чувством юмора.

Перечисленные качества благоприятны для любой специальности операторского профиля. Однако летная деятельность требует более высокого и гармоничного их развития, чем большинство других. В целом, интегрирующим профессионально важным качеством летчика должно быть функциональное совершенство психики, характеризующееся ее гибкостью и пластичностью, хорошей приспособляемостью к самым различным условиям деятельности.

Следующим этапом ППО является выбор и разработка способов определения профессионально важных для летной работы индивидуальных психологических качеств. Разработка любой методики должна предусматривать четкое определение условий и форм ее применения, подготовку стандартной инструкции для испытуемых, образцов бланков, «ключей» для обработки результатов обследования. Должны быть оговорены все детали, обеспечивающие ее одинаковое использование разными исследователями. При использовании набора методик необходимо, чтобы каждая из них имела минимальную корреляцию с другими, т. е. вносила бы не повторяемую остальными методиками информацию о психологических и психофизиологических свойствах испытуемого (дифференцированность методик). Дифференцированность методик устанавливается с помощью факторного анализа интеркорреляций показателей тестов. Подбор методик психологического отбора должен производиться с учетом особенностей контингента кандидатов. Задания должны быть адекватны их знаниям, опыту. В частности, трудность методик должна быть оптимальной, так чтобы распределение оценок приближалось к нормальному. После выбора методик необходимо про-

вести стандартизацию (нормирование) их показателей, оценить надежность и валидность.

Стандартизация состоит в переводе первичных результатов обследования (количества правильных ответов, ошибок, времени выполнения задания и др.) в единую, одинаковую для всех методик, шкалу оценок. Это позволяет сравнивать результаты, полученные по разным методикам. В практике психологических исследований используются следующие уровни измерений: номинальное, ординальное и интервальное. Номинальное измерение сводится к простому обозначению определенным числом-наименованием объектов, связанных общим признаком. При этом число выполняет чисто номинативную функцию. После наименования всех объектов можно подсчитать их количество в каждом классе и коэффициент ассоциации. Примером номинального измерения служит приписывание определенного числового кода лицам со схожими социально-демографическими характеристиками. Ординальное измерение состоит в ранжировании объектов в порядке нарастания или убывания общего для них признака. Ранжирование позволяет определить медиану — наиболее часто встречающееся значение — и подсчитать процент объектов с меньшей или большей величиной признака. При интервальном измерении сравнивают различия между объектами по величине измеряемого признака. Примером такого измерения является измерение температуры по шкале Цельсия. На интервальном уровне могут вычисляться средние арифметические, средние квадратические отклонения и коэффициенты корреляции.

Надежность психологической методики характеризует точность измерения свойства, т. е. воспроизводимость результатов при повторном тестировании одних и тех же обследуемых. Существует три подхода к оценке надежности. Надежность в варианте «тест – ретест» определяется по коэффициенту корреляции результатов повторных обследований с помощью одной и той же методики. Надежность параллельных форм теста оценивается коэффициентом корреляции между показателями разных тестов, измеряющих одно свойство. Наконец, характеристикой надежности как гомогенности теста является интеркорреляция частей или элементов методики, которые могут рассматриваться как отдельные тесты.

Валидность — это мера соответствия тестовых оценок критериям профессиональной деятельности или представлениям о сущности профессионально важных свойств. Она определяется, чаще всего, с помощью коэффициента корреляции между показателями психометрической методики и внешним критерием. Внешним критерием является независимый от показателей теста (поэтому внешний) параметр профессиональной деятельности. Критерием летных способностей у курсантов, например, может служить вывозной налет (время или количество полетов с инструктором до первого самостоятельного вылета), свидетельствующий о быстроте формирования летных навыков. Существуют два основных подхода к оценке валидности психологических методик. Первый подход предполагает расчет валидности при сопоставлении показателей психологических методик с критериями профессиональной успешности у опытных летчиков («конкурентная» валидность). В этом случае тестирование и оценка профессиональных качеств производится с незначительным интервалом времени. При дру-

гом подходе интервал времени между психологическим обследованием и оценкой параметров профессиональной деятельности достаточно большой (предикативная или прогностическая валидность). Примером такого подхода может быть сопоставление результатов ППО кандидатов к поступлению в авиационные училища летчиков с показателями качества летной работы этих же людей после окончания училища. Предикативная валидность показывает, в какой мере показатели тестов могут быть использованы для прогнозирования успешности последующей деятельности. Временной интервал между сроком психологического тестирования и регистрацией внешних критериев называют глубиной прогноза. Прогностичность методик ППО при использовании конкурентной валидности обычно меньше. Проверка валидности теста должна обязательно осуществляться не менее чем в двух исследованиях, т. к. корреляция показателей теста и внешнего критерия может быть обусловлена специфическими для конкретной группы обследуемых факторами.

После формирования набора методик специалисты обязаны выработать требования к организации и проведению ППО. Одним из наиболее важных требований является стандартность организации профессионального отбора, включающая порядок направления кандидатов на обследование, количественный состав групп, интерьер помещений, форму и содержание инструктажа, очередность предъявления методик и т. д. Стандартность организации отбора позволяет сравнивать результаты, полученные при обследовании кандидатов разными специалистами. Для проведения ППО в авиационных училищах летчиков и штурманов назначается комиссия, в состав которой наряду со штатными специалистами психофизиологической лаборатории училища включаются опытные преподаватели и методисты летного обучения. В методическом отношении ответственность за проведение отбора возлагается на начальника психофизиологической лаборатории. ППО проводится после прохождения кандидатами медицинского освидетельствования. Лица, не прошедшие психологический отбор, к конкурсу на поступление в училище не допускаются. Обследование каждой группы кандидатов в авиационные училища проводится в течение трех дней в соответствии с графиком, утвержденным председателем приемной комиссии. В первый день проводится групповое обследование, на второй день — индивидуальное обследование на аппаратах и по таблицам, на третий день — завершение обследования с помощью аппаратных методик, беседа и вынесение заключения. Беседу обязан проводить начальник психофизиологической лаборатории, которому к этому моменту предоставляются обработанные протоколы всех применявшихся методик. В целях рационального распределения времени, выделяемого для беседы, каждый кандидат после окончания группового обследования заполняет биографическую анкету и пишет небольшое сочинение на тему: «Почему я решил стать летчиком». Заключение о степени пригодности кандидата выносится комиссией на основании интегральной оценки, рассчитываемой по 9-балльной шкале.

Завершающим и необходимым этапом системы ППО является оценка его эффективности, предусматривающая проверку правильности профессиональных прогнозов ранее отобранных летчиков на основании данных об успешности их

обучения или деятельности. Мероприятия этого этапа психологического отбора будут изложены ниже.

Следовательно, система ППО летчиков включает комплекс взаимосвязанных, поэтапно реализующихся мероприятий. К ним относят: определение необходимости и формулирование цели ППО; профессиографическое изучение летного труда с определением профессионально важных индивидуальных психологических качеств личности; выбор и апробирование методик выявления профессионально важных психологических качеств, стандартизацию методик, анализ их надежности и валидности; организацию и проведение ППО в авиационных училищах летчиков и штурманов; оценку эффективности ППО с целью его совершенствования.

18.3. ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛИЧНОСТИ

Теоретической основой современной психологической диагностики являются представления о свойствах как относительно устойчивых индивидуальных психологических характеристиках, которые мало изменяются во времени и позволяют прогнозировать поведение и деятельность человека. При этом терминами «свойства», «особенности» и «качества» обозначают признаки, по которым индивиды отличаются друг от друга. Оценка индивидуальных психологических свойств личности включает социально-психологическое изучение, психологическое и психофизиологическое обследование кандидатов в авиационные училища летчиков и штурманов.

Социально-психологическое изучение предусматривает оценку условий воспитания и развития личности, ее военно-профессиональной направленности, моральных и волевых качеств, организаторских способностей и особенностей общения и поведения в коллективе. Для социально-психологического изучения рекомендуются следующие методы: анализ документов, наблюдение и индивидуальное собеседование, методика «Биографическая анкета», краткое сочинение «Моя будущая профессия» и др.

Объектами анализа документов являются автобиография, анкета, характеристика, карта профотбора и другие документы личного дела. При массовых обследованиях в ограниченное время используются формализованные анкеты, когда опрашиваемым предлагается выбрать один из предлагаемых вариантов ответов. Анкетирование позволяет выявить основные значительные события в жизни кандидата, установить особенности формирования и развития интересов и склонностей, нравственные качества и мотивы направленности на летную работу.

Наблюдение направлено на изучение поведения и деятельности кандидатов с целью регистрации тех фактов, которые могут охарактеризовать направленность, характер, темперамент и другие индивидуальные психологические особенности человека. При этом наблюдатель исходит из принципа единства личности и деятельности, в соответствии с которым внешние факты поведения отражают внутренние психические процессы и состояния. Наблюдение осуществляется без вмешательства со стороны наблюдателя и проводится в течение всего ППО. Особенно важны данные при наблюдении деятельности и поведения кандидатов в сложных жизненных ситуациях и при работе на тренажерах.

В процессе проведения группового обследования в поле зрения попадают кандидаты, выделяющиеся в лучшую или худшую сторону. Экспериментатор в специальном протоколе пофамильно отмечает лучших и худших, остальных относит к средним. Лучшие кандидаты не задают праздных, не по существу, вопросов, выполняют задание спокойно и быстрее других, четко следуют инструкциям и командам, мимика и поведение адекватны обстановке. Худшие просят повторить инструкцию, еще и еще раз объяснить задание, задают неуместные вопросы, записывают инструкции, медленно выполняют работу, проявляют невербальные признаки недоумения. В результате наблюдения можно получить данные об эмоциональной сфере человека (мимика, пантомимика, вегето-сосудистые реакции, изменения голоса и речи, напряженность мышц), его профессиональной направленности (интерес при обсуждении специфики летной работы), уровне развития когнитивных процессов (понятливость, сообразительность, внимательность, память). Во время индивидуального собеседования обращается внимание на походку, движения, позу и поведение обследуемых. Оцениваются познавательные способности (богатство словарного запаса, грамматическое построение речи, характер ответов), эмоционально-волевая сфера и особенности характера.

Индивидуальное собеседование как самостоятельный метод ППО предполагает обязательное составление предварительного плана на основании изучения всех имеющихся документов кандидата. Для того чтобы не упустить важные вопросы, предварительно составляется их перечень. Одна из основных задач собеседования состоит в том, чтобы «связать» в систему все имеющиеся об обследуемом данные, дополнить их и выработать единое суждение о его профессиональной пригодности. Собеседование должно проходить в спокойной доверительной обстановке. Не рекомендуется в ходе беседы делать записи и пометки. Всю полученную информацию об особенностях личности кандидатов, свои выводы и впечатления целесообразно записывать сразу же после собеседования.

Психологическое и психофизиологическое обследование (тестирование) позволяет оценить познавательные (когнитивные) психические процессы (восприятие, внимание, память, мышление), свойства нервной системы (сила, подвижность, лабильность, уравновешенность), психомоторики, психологические особенности личности (темперамент, характер, способности) и нервно-психическую устойчивость. При проведении психологического и психофизиологического обследования кандидатов в авиационные училища используется психометрический метод — способ количественного измерения психических явлений. В абсолютном большинстве случаев психометрические тесты представляют собой задания различной сложности, успешность выполнения которых оценивается по количеству правильных ответов. Время выполнения тестов, как правило, эмпирически ограничивается таким образом, чтобы только 10 % обследуемых могли справиться со всеми заданиями. В целом, исследуемыми переменными при использовании психометрических методик оказываются темп восприятия и переработки информации, а также рациональный компонент мышления, т. е. способность находить единственно верный вариант решения.

По качеству тесты разделяются на стандартизированные и нестандартизированные. Первые отличаются от вторых тем, что они метрологически обосно-

ваны, надежны. По существу, только они являются тестами. Надежность нестандартизированных тестов как инструмента психодиагностики невысока.

По назначению выделяют тесты общедиagnostические (личностные тесты по типу 16-факторного личностного опросника, Айзенка, тесты интеллекта Равена и Векслера и др.), профессиональной пригодности (классифицирующие тесты — общий армейский классификационный тест, тесты способностей Фланагана и др.), специальных способностей (технических, музыкальных, к рисованию, для операторов и т. д.) и тесты достижений (тесты для школьников и студентов, диагностирующие подготовленность по определенным дисциплинам).

По материалу оперирования используют бланковые (т. е. предъявляемые на специальных бланках), предметные (кубики Коса, тест «сложение фигур» из набора Векслера) и аппаратурные (устройства для изучения особенностей внимания, восприятия, памяти, мышления, координации движений) тесты.

По количеству одновременно обследуемых людей выделяют индивидуальные и групповые тесты. Индивидуальными, в большинстве случаев, являются предметные и аппаратурные тесты. Напротив, групповое обследование, как правило, осуществляется с использованием бланковых тестов.

По форме ответа тесты подразделяются на устные и письменные. Большинство индивидуальных тестов предусматривает устные ответы, а групповых — письменные.

По ведущей ориентации выделяют тесты, диагностирующие скорость и мощность решения. Первые ограничены временем решения и характеризуют, в основном, скорость психических процессов, свойства нервной системы и психомоторику (например, кольца Ландольта, тест Бурдона). Вторые позволяют исследовать рациональный компонент мышления, и обычно не ограничены временными рамками. Чаще же в психодиагностике используются смешанные тесты, в которых наряду с распределением задач по уровню сложности ограничено время решения («компасы», «установление закономерностей»).

По степени однородности задач тесты подразделяются на гомогенные (задачи по характеру схожи, а по содержанию отличны, например тест «установление закономерностей»), и гетерогенные (задачи разнообразны и применяются, как правило, для оценки разнообразных характеристик интеллекта — вербально-логических способностей, счетных навыков и т. п.).

По комплексности используют изолированные и тестовые наборы (батареи). Эти батареи тестов, как правило, применяются для определения пригодности к широкому перечню специальностей.

По характеру ответов выделяют тесты с предписанными ответами (на каждый вопрос существуют предписанные ответы, например «да» или «не знаю») и со свободными ответами (в вербальной или невербальной форме обследуемый свободно структурирует ситуацию или дополняет вопрос-задачу).

По области охвата психического тесты разделяют на личностные (тесты свободных ассоциаций и самооценки, проективные методики, опросники) и интеллектуальные.

По характеру умственных действий тесты могут быть вербальными и невербальными. Для вербальных тестов свойственно применение языковых правил

(опросники на проверку знаний, тест «незаконченные предложения» и др.). В невербальных требуется актуализация умений, связанных с манипулированием органами управления аппарата или прибора. Опираясь на приведенную классификацию, каждый тест может быть охарактеризован как точка в многомерном пространстве оснований.

Групповое обследование в процессе ППО в авиационные училища летчиков и штурманов включает следующие методики: «компасы», «часы», «шкалы», «корректирующая проба», «установление закономерностей», «численно-буквенные сочетания», «сложение и вычитание», «числовые ряды», «счетно-оперативная методика», «кубы», «зрительная кратковременная память», методики Равена, Шепарда. Наряду с ними используются личностные опросники — стандартизированный метод исследования личности (СМИЛ), 16-факторный личностный опросник (16-ФЛО), опросник Айзенка, патохарактерологический диагностический опросник Е. А. Личко (ПДО).

При проведении индивидуального обследования используются табличные и аппаратные методики: «Отыскивание чисел с переключением», «Установка психологического отбора», аппараты «Двигательная координация и напряженность» и «Оператор-1». Значительно реже применяют так называемые проективные методики, к которым относятся тест тематической апперцепции (ТАТ), тест пятен Роршаха, цветовой тест Люшера, фрустрационный тест Розенцвейга.

Групповое обследование кандидатов проводится в специальных классах, оборудованных необходимыми средствами (магнитофон, мел, папки, доска, индивидуальные рабочие места, схемы, таблицы и т. д.). Перед его проведением обязательно проводится инструктаж, направленный на формирование правильной мотивации обследуемых к выполнению заданий. Затем составляется протокол группового психологического обследования, в который заносится список группы и номера рабочих мест каждого обследуемого. Перед предъявлением каждого теста уточняется задание, и приводятся примеры его решения.

Методики «компасы» и «часы» направлены на изучение особенностей восприятия, пространственных представлений и логического мышления. Обследуемому предъявляется бланк, на котором схематически изображены компасы. На каждом компасе отмечено лишь одно из 8 основных направлений света (С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ), при этом стрелка указывает на какую-либо необозначенную часть света. Компасы ориентированы не по карте (север — вверх, юг — вниз), а самым различным образом. Обследуемый должен определить, на какую часть света указывает стрелка, и написать ответ в сокращенном виде (С, ЮВ) внутри компаса. На выполнение задания дается 10 мин. На бланке методики «часы» изображены часы, на циферблате которых обозначена только одна цифра (от 1 до 12) и две стрелки (часовая и минутная) в направлении необозначенных цифрами делений. Часы повернуты вокруг оси на неопределенное число градусов. В течение 8 мин обследуемому необходимо определять время на часах и ответы записывать внутри изображения часов. Обработка бланков обеих методик производится с помощью бланк-ключа. Оценка выставляется в зависимости от числа правильно решенных заданий, дополнительно учитывается количество неправильных ответов.

«*Корректурная проба*» позволяет изучать устойчивость внимания при длительной однообразной работе, темп психических процессов, влияние помех, преимущественную установку на скорость или тщательность в работе. На специальном бланке расположены 40 строк по 50 букв в каждой. Буквы расположены в случайном порядке. Задача заключается в возможно более тщательном и быстром подчеркивании одной буквы и зачеркивании другой, ежеминутно по команде экспериментатора меняя способы работы. На выполнение задания дается 10 мин: 5 мин — в обычных условиях и 5 минут — в условиях помех, создаваемых магнитофоном. С помощью бланк-ключа оценивается количество правильных и неправильных ответов.

«*Установление закономерностей*». Методика предназначена для оценки репродуктивного мышления и оперативной памяти. На бланке имеется 25 строк, в начале каждой расположены условные знаки (от 4 до 8), а затем 5 слов с тем же количеством букв. Обследуемый должен найти определенную закономерность в расположении знаков и зачеркнуть в этой же строке те слова, в которых порядок букв соответствует выявленной закономерности. Тест выполняется в течение 8 мин.

Методика «*численно-буквенные сочетания*» применяется для изучения особенностей внимания, способности к работе в вынужденном темпе при дефиците времени. На бланке с обеих сторон расположено по 25 рядов, в каждом из которых по 15 групп сочетаний одного числа и 2–3 букв. Задача обследуемых заключается в нахождении и зачеркивании тех сочетаний, которые называются с помощью магнитофона в случайном порядке (всего 50 сочетаний). Задание выполняется в течение 15–17 мин при интервале предъявлений сочетаний в 4 с, а затем 2 с. Оценивается сумма правильно зачеркнутых сочетаний, определяемых с помощью ключей-бланков.

Методика «*шкалы*» используется для изучения оперативной памяти. На бланке схематически изображены 9 приборов, а под ними 10 заданий. Обследуемому необходимо в соответствии с определенной в каждом задании последовательностью складывать показания приборов, рассчитывая при этом цену деления и показания стрелки каждого прибора. Расчеты выполняются в уме, а полученный ответ записывается под соответствующим заданием. На выполнение методики отводится 6 мин. Оценка выставляется по количеству правильно решенных заданий.

«*Сложение и вычитание*». Методика применяется для изучения внимания и репродуктивного мышления. Задача обследуемых — алгебраически складывать и вычитать в течение 10 мин однозначные числа двумя разными способами, меняя их по команде каждую минуту. На бланке имеются ряды однозначных чисел, заключенных в клетки. При работе первым способом обследуемые складывают два первых числа и сумму пишут над вторым числом, затем вычитают эти же числа и разность пишут под вторым числом. Подобную операцию проделывают со вторым и третьим числами и так далее. Если сумма оказывается двузначная, десятки отбрасывают и записывают только единицы. При работе вторым способом сумма вписывается под числом, а разность над ним. Учитывается количество правильных ответов.

Методика «числовые ряды» используется для оценки особенностей логического мышления. Обследуемый должен определить, по какой закономерности составлен каждый из 15 рядов чисел и соответственно ей продолжить ряд, дописав в нем еще два числа. Например, числовой ряд 5, 6, 8, 11, 12, 14, 17 следует дополнить числами 18 и 20. Время, затрачиваемое на выполнение методики, — 7 мин. Оценка выносится по количеству правильно продолженных рядов чисел.

«Счетно-оперативная методика» предназначена для изучения способности к счетным операциям. Обследуемым необходимо максимально быстро в уме решать арифметические примеры по 4 действия в каждом (сложение, вычитание, умножение и деление). Числовой результат сопоставляется с таблицей шифра, в которой каждому числу соответствует буква. Ответ отмечают в виде буквы-шифра или, если полученное число не имеет шифра, записывается слово «нет». На выполнение задания отводится 4 мин. Оценивается количество правильных ответов.

«Кубы». Методика позволяет исследовать особенности мышления и способность оперировать пространственными представлениями. Смысл задания в том, чтобы в каждом из 10 рядов кубов, изображенных на бланке, отыскать куб, аналогичный первому эталонному кубу этого ряда. При этом искомый куб может быть повернут вокруг любой из трех осей. Если в ряду такой куб отсутствует, в конце ряда записывается слово «нет». Задание выполняется в течение 6 мин. Оценка выносится после расчета показателя успешности A по формуле:

$$A = (C - O) \cdot N / (C + P),$$

где C — общее количество ответов (правильных и ошибочных); O — количество ошибочных ответов; P — количество пропусков ответов; N — число просмотренных кубов (первый куб каждого ряда в это число не входит).

«Зрительная кратковременная память». Методика позволяет изучать кратковременную зрительную память на формы и местоположение предметов (объектов) в пространстве. Обследуемому на 15 с предъявляется рисунок-таблица с 16 ячейками-квадратами, в которых размещены 7 различных объектов (цветные квадраты, геометрические фигуры, двузначные числа, сочетания двух букв). Необходимо запомнить характер объекта и пространственное расположение, а затем в течение 15 с по памяти обозначить их на соответствующих местах в специальном бланке для ответов. Всего предъявляют 16 рисунков в 4 этапа по 4 рисунка. Первый этап — цветные квадраты, второй — фигуры, третий — числа, четвертый — сочетания двух букв. Оценка выводится по общему количеству правильно зарисованных объектов.

Индивидуальное обследование проводится в отдельных кабинетах. Перед проведением каждого исследования обследуемые инструктируются. На протяжении всего обследования осуществляется наблюдение за поведением обследуемого. При необходимости экзаменатор делает кандидату замечания, обращает внимание на отдельные элементы методики или повторяет обследование.

Методика «отыскивание чисел с переключением» характеризует объем, распределение и переключение внимания. Для этого используется таблица размером 50×50 см, разделенная на 49 одинаковых квадратов, в которых вписаны в случайном порядке числа красного (от 1 до 24) и черного (нечетные от 1 до 49)

цвета. Обследуемый поочередно отыскивает числа черного (в возрастающем порядке) и красного (в убывающем порядке) цвета. Оценка выставляется в зависимости от времени, затраченного на выполнение задания.

«*Двигательная координация и напряженность*» (ДКН) позволяет изучать особенности координации движений, эмоциональной устойчивости и внимания. Аппарат ДКН — это комплекс, состоящий из модифицированного стрелкового тренажера летчика, экрана с фигурной линией, автомата подачи сигналов, стимулятора эмоционального напряжения и регистрирующего блока. Задача абитуриента состоит в том, чтобы в заданном темпе проследить маркой прицела кривую линию на экране, управляя прибором с помощью педалей и ручки. Оценка выставляется в зависимости от общего времени выполнения задания, времени грубых и малых ошибок, времени слежения за светолидером, отдельно за выполнение заданий по изучению «координации движений» и «напряженности».

«*Установка психологического отбора*» предназначена для изучения особенностей сенсомоторных реакций человека. Установка представляет собой электромеханический аппарат полуавтоматического действия и состоит из 3 основных частей: платформы с креслом, сигнальным пультом и лампочками, рычагов и педалей для ответных реакций; автомата подачи сигналов на разных режимах в зависимости от задач исследования. Регистрирующее устройство фиксирует общее время реакций на сигналы, количество пропущенных сигналов и неправильных реакций. Методика позволяет изучать скорость образования сенсомоторного навыка и особенности работы в условиях помех, дефицита времени и перестройки навыков. Обследование проводится по специальной программе. Оценка выставляется в зависимости от общего времени реакции на сигналы, количества допущенных ошибок и пропусков.

Личностные опросники содержат перечень утверждений или вопросов, на каждый из которых испытуемый должен дать ответ, выбрав один из предложенных вариантов. Определенность ответов позволяет строго стандартизировать обработку результатов обследования, выражать их количественно и включать в статистический анализ. Используемый чаще других опросник СМИЛ является адаптированным вариантом Миннесотского многопрофильного личностного опросника, предназначенного для клинической диагностики и составленного по принципу сравнения критериальных групп. Утверждения СМИЛ касаются самочувствия обследуемого, его отношения к окружающим и себе, наличия невротической, психотической и психопатической симптоматики. Испытуемый характеризует себя посредством одного из трех ответов: верно, не могу сказать и неверно. Методика позволяет выявлять людей с акцентуациями личности и явной психической патологией. По результатам обследования составляются 10 основных и более 200 дополнительных шкал для оценки самых разнообразных личностных особенностей. Наряду с ними анализируются 4 оценочные (количество неопределенных ответов, шкалы «лжи», коррекции и достоверности) шкалы, позволяющие выявить правдивость ответов, достоверность результатов, отношение испытуемого к обследованию и его эмоциональное состояние. В интерпретации результатов учитывают выраженность показателей шкал и их графический «профиль». Широко распространен опросник 16-ФЛЮ, состоящий из шестнадца-

ти групп вопросов, каждая из которых образует так называемый «фактор». Последний представляет собой количественную характеристику какой-либо психологической особенности личности. При этом в каждый фактор включаются вопросы, ответы на которые коррелируют друг с другом, но слабо связаны с ответами на другие вопросы.

Проективные методики объединяют многочисленные тесты, позволяющие выявить присущую каждому индивиду способность структурировать, «проецировать» неопределенную ситуацию и тем самым реконструировать по данным теста «внутренний» мир испытуемого. Например, ТАТ представляет собой набор из 30 картин ситуационного типа. При достаточно четких и ярких изображениях предметов и действующих лиц композиции на картинах неопределенны, не допускают однозначного толкования. При восприятии таких картин у испытуемого создается иллюзия совершенной ясности понимания изображаемого. Вместе с тем, неопределенность композиции заставляет каждого тестируемого толковать картины по-своему. Такое свободное ассоциирование раскрывает особенности поведения и систему поступков, по которым можно судить о характерных чертах личности. В отношении каждой из предъявленных картин нужно в свободном изложении описать то, что происходит на картине, рассказать, что способствовало возникновению данной ситуации, предсказать, что произойдет в дальнейшем, рассказать о чувствах и переживаниях изображенных лиц, представить мысли людей. Анализ результатов ТАТ позволяет высказывать гипотезу о структуре личности.

В практике ППО летчиков на заключительном этапе работы на каждого кандидата, полностью прошедшего обследование, собираются обработанные протоколы всех методик, анкета, выписки из личного дела, запись результатов беседы и данные наблюдения. «Сырые» показатели выполнения каждой методики оцениваются по экспериментально разработанным дифференциально-диагностическим таблицам в 9-балльной шкале. Затем оценка по каждой методике умножается на диагностический коэффициент — удельный вес методики. На основании полученной суммы результатов всех методик выводится интегральная оценка (от 1 до 9 баллов) психологического экзамена, позволяющая установить группу психологического отбора. Лица первой группы (7–9 баллов) зачисляются в училище вне конкурса при условии сдачи вступительных экзаменов без неудовлетворительных оценок. Кандидаты второй группы (4–6 баллов) принимаются на основании общего конкурса по результатам вступительных экзаменов. Обследуемые третьей группы (2–3 балла) принимаются, в порядке исключения, только после зачисления лиц первой и второй групп. Кандидаты четвертой группы (1 балл) в авиационные училища летчиков и штурманов не принимаются как не сдавшие квалификационный экзамен.

Таким образом, адекватные требованиям деятельности, надежные и валидные социально-психологические, психологические и психофизиологические методики ППО позволяют выявить профессионально важные для летной работы индивидуальные психологические качества личности кандидатов к поступлению в авиационные училища.

18.4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОТБОРА

Профессиональный психологический отбор базируется на основополагающих концепциях теорий способностей, личности и деятельности. Эффективность ППО свидетельствует о правильности теоретических концепций и адекватности выбранных методик. Оценка эффективности осуществляется с целью совершенствования мероприятий системы ППО и основывается на сопоставлении его результатов с внешними критериями — показателями успешности обучения и профессиональной деятельности летчиков, а также социально-экономическими показателями. Эффективность отбора определяется функцией прогностической (предикативной) валидности как для показателей отдельных психометрических методик, так и для интегрального показателя ППО. Если корреляции между показателями теста и внешними критериями отсутствуют, то необходимо проверить правильность гипотезы о наличии причинно-следственных связей между выбранным критерием и измеряемой психологической характеристикой или соответствие (валидность) заданий теста изучаемой психической переменной. Важность прогностической валидности при отборе подчеркивается введением понятия «инкрементная валидность», которая позволяет определить степень улучшения качества ППО. Например, если при использовании в авиационном училище «старого» набора методик лишь 80 % летчиков справляются с профессиональными обязанностями, а после введения другого набора методик их число увеличилось до 95 %, можно считать, что отбор улучшен на 15 %.

Показатели успешности обучения используются для оценки эффективности отбора наиболее часто. При этом учитываются показатели успеваемости по теоретическим дисциплинам, быстрота и качество овладения основными элементами летной деятельности, отчисляемость по причине профессиональной непригодности, оценки в летной книжке курсанта, результаты вывозного налета, оценка группой независимых экспертов летных способностей курсанта по 9-балльной шкале, количество и характер ошибочных действий при выполнении полетов за смену, неделю, месяц и т. д. Известно, что отчисляемость из авиационных училищ по причине профессиональной непригодности снижается в результате ППО на 5–8 %. Для исключения субъективности в определении успешности обучения целесообразно использовать несколько независимых характеристик курсанта с последующим выделением обобщающей оценки.

Показатели профессиональной деятельности летчиков имеют решающее значение для оценки эффективности ППО. Чаще других используются такие показатели, как налет по годам и типам самолетов, удельное время ошибок (количество вылетов или налет, приходящиеся на одну ошибку) и инцидентов с военными ВС, сроки получения класса. Наиболее объективно успешность летной работы оценивают с помощью метода полярных групп, который заключается в выделении независимыми экспертами двух групп летчиков: с заведомо низкими и высокими летными способностями. При этом способности летчиков оцениваются по результатам летной деятельности опытными командирами и летчиками-инструкторами. Непременным условием такой оценки является соблюдение независимости выбора — эксперт не должен знать, как оценил летчика другой командир.

Критерии эффективности профессионального психологического отбора летчиков

Психологические и психофизиологические показатели									
Профессиональные						Непрофессиональные			Социально-экономические
показатели учебы			показатели летной работы						
Успешность	Срок обучения	Отчисленность	Продуктивность	Частота ошибок	Классность	Нарушения дисциплины	Чрезвычайные происшествия	Нервно-психическая заболеваемость	Снижение затрат на подготовку летчика

Наряду с показателями, характеризующими качество профессиональной деятельности, эффективность ППО следует оценивать посредством критериев, не связанных непосредственно с летной работой. К ним относят частоту нарушений дисциплины и чрезвычайных происшествий, уровень нервно-психической заболеваемости и некоторые др. Оценка социально-экономических критериев эффективности ППО представляется сложной в связи с тем, что труд летчика с большой долей условности может быть осмыслен в экономических категориях. Чаще оценивается экономия средств в результате снижения отчисленности из училища. Может быть учтен финансовый выигрыш при сокращении сроков обучения. Сложнее определить финансовые эквиваленты квалификации летчика.

Таким образом, оценка эффективности ППО летчиков базируется на сопоставлении его результатов с внешними критериями — показателями успешности обучения и деятельности летчиков.

ГЛАВА 19. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ И ТРЕНИРОВКИ ЛЕТЧИКОВ

19.1. ПОНЯТИЕ О ЛЕТНЫХ НАВЫКАХ И ПРИНЦИПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Управление ЛА очень сложно, поэтому автоматические системы управления в авиации и беспилотная авиация в настоящее время не могут полноценно заменить летчика. Связано это с тем, что в настоящее и ближайшее время только человек может предвидеть события на основе опыта и анализа обстановки, способен принимать решения и действовать в условиях недостатка информации и времени. В связи с этим в современных ЛА человек остается главным управляющим элементом.

Цель деятельности летчика, управляющего самолетом, состоит в переводе самолета из одного состояния в другое или удержание его в заданном состоянии, преодолевая внешние воздействия. Летчик на основании имеющейся у него информации о полетном задании формирует образ задаваемого (будущего) положения самолета (образ цель), которое должно быть достигнуто в результате управляющей деятельности. Воспринимая информацию о текущем положении самолета, летчик сопоставляет его с образом-целью, анализирует возможные способы деятельности, принимает решение и выполняет управляющее действие. Последнее изменяет положение самолета, и информация об этом изменении поступает к летчику. Если цель достигнута, деятельность прекращается; при отрица-

тельном результате управляющее действие повторяется. Центральное место в рассматриваемой схеме занимает деятельность летчика, организующая всю систему и направляющая ее на достижение определенного, заранее заданного, результата.

Успешная летная деятельность предполагает наличие прочно сформированных и хорошо закрепленных профессиональных навыков. В авиационной психофизиологии нашло применение определение, сформулированное Б. М. Тепловым (1948): «Навык — это автоматизированные компоненты сознательной деятельности, образующиеся в процессе ее выполнения как результат упражнения и тренировки». Образование навыка предполагает многократное повторение определенной деятельности. Однако не всякое многократное повторение является упражнением. Для упражнения характерна установка, т. е. направленность на усовершенствование действий. Обучающийся должен осознавать, для чего он выполняет то или иное действие или движение, понимать цели и значения вырабатываемого навыка.

Характерной особенностью навыков является то, что при их наличии выполняемые действия не требуют постоянного контроля сознания, все их звенья выполняются в строгой последовательности друг за другом как части единого целого. Особенно нужны навыки в тех видах деятельности, в которых действия протекают в условиях дефицита времени и отсутствия возможности обдумывать способ действий, а также когда требуется немедленная и строго определенная реакция на каждое изменение условий. Навыки облегчают деятельность, так как они осуществляются без затраты волевого усилия. Они обеспечивают экономную работу коры головного мозга. Чем сложнее деятельность, чем более загружено сознание, тем роль навыков все более и более увеличивается.

Физиологической основой навыка является подвижная, меняющаяся во времени система нервных процессов (динамический стереотип), отражающая изменения внешней среды, протекающих в определенном сочетании и последовательности. Формирующийся в процессе профессионального обучения и дальнейшей деятельности летный навык следует рассматривать как совокупность сенсорных, интеллектуальных, двигательных и вегетативных компонентов.

Такое деление летного навыка на отдельные компоненты довольно условно, однако для лучшего понимания изучаемого вопроса каждый из традиционно выделяемых компонентов летного навыка рассматривается отдельно.

Сенсорный компонент навыка. Отражает динамику и качество процесса восприятия информации, организацию сбора и особенности ее первичной систематизации и обработки. К сенсорным компонентам летного навыка относятся: способность летчика определять режим полета по шуму двигателей, шуму воздушного потока, визуально определять расстояние до видимых объектов, высоту полета, что особенно важно при выполнении посадки (определение высоты выравнивания самолета). Вся информация поступает в ЦНС через анализаторы, перерабатывается и используется для осуществления двигательного компонента навыка. Сенсорный компонент проявляется в способности летчика выбирать из потока поступающих сигналов только те, которые имеют прямое отношение к выполняемому действию. Образование сенсорного компонента навыка сопровождается перераспределением роли разных анализаторов.

Интеллектуальный компонент навыка. Характеризует процессы преобразования информации, т. е. подготовленность к построению программы действий, производству счетных и логических операций, классификации признаков. Формирование адекватного субъективного отражения положения самолета в пространстве (образ полета) происходит на основании информации, поступающей от пилотажных приборов (приборный образ). Приборный образ является результатом мыслительного процесса и поэтому на начальных стадиях обучения требует специальных сознательных усилий. Однако при достаточной тренировке этот процесс автоматизируется и может являться примером умственного компонента летного навыка. Известно, что отражение реальной действительности осуществляется в основном на трех уровнях: первый — ощущения и восприятия (при непосредственном воздействии на анализаторы); второй — представления (наглядные образы действовавших ранее раздражителей); третий — речемыслительные процессы, осознание, мышление (абстрактное отражение действительности). В зависимости от этого различают соответственно три основных уровня регуляции деятельности. Автоматизация интеллектуального компонента летного навыка характеризуется перераспределением соотношений уровней регуляции. Если на первых этапах обучения полетам каждый элемент действия контролируется сознанием, то при формировании навыка сознательный контроль относится ко всему действию в целом.

Поскольку сенсорные и умственные компоненты летных навыков обеспечиваются довольно сложными психофизиологическими процессами, не всегда поддающимися объективной регистрации и оценке, для характеристики летных навыков чаще используют информацию об их двигательных и вегетативных компонентах.

Вегетативный компонент — работа нейрогуморальной системы, обеспечивающая активную деятельность человека.

Двигательный навык. Его основу составляют управляющие движения летчика, характеризующиеся своевременностью, точностью, скоростью и координацией. Управляющие движения по своей сути являются произвольными движениями, в основе которых лежат условные рефлексы. В процессе летного обучения и дальнейшей летной деятельности в результате многократных повторений рабочих движений условнорефлекторные связи упрочиваются, и в двигательной области коры образуется подвижная, меняющаяся во времени система нервных процессов (двигательный динамический стереотип), отражающая изменения внешних условий. Двигательный динамический стереотип является физиологической основой двигательного навыка, и при его формировании действие первого раздражителя из внешней среды запускает всю систему нервных процессов, когда конец одного движения вызывает последующее. Иначе говоря, то, что ранее являлось осознанным целенаправленным действием, после тренировок становится автоматизированным звеном, ступенькой нового действия, необходимого для достижения более сложной цели.

У опытного летчика между целью и условиями действий, с одной стороны, и способами их выполнения, с другой, в результате тренировок образуются прочные связи, когда цель и условия как бы сами диктуют ему наиболее эффек-

тивные способы выполнения действия. Навык тем и отличается от автоматизма, что в самом начале отработки элементов определенного действия каждый из них выполняется отдельно при максимальном внимании, направленном на него. Только в последующем действия становятся автоматизированными и выполняются при внимании, направленном не на них, а на цель. Таким образом, профессиональный двигательный навык — это форма деятельности, выработанная путем тренировки по механизму сложных условных рефлексов, при непосредственном участии второй сигнальной системы. При формировании двигательного и вегетативного компонентов летного навыка, как и при выработке условного рефлекса, можно выделить три фазы: генерализации, концентрации и автоматизации.

Генерализация (становление) профессионального навыка. Для нее характерна широкая иррадиация возбуждения, которое из-за недостатка внутреннего торможения охватывает двигательные центры больших групп мышц, в том числе и антагонистов. При этом наблюдается обобщенная двигательная реакция. Напряжение больших групп мышц сопровождается выраженными вегетативными реакциями: увеличением АД, ЧСС, дыхания и потоотделения. Все это сопровождается общей напряженностью, характерной для курсантов на первых этапах обучения и для летчиков в период переучивания на новые типы самолетов. Субъективно пилотирование затруднено, допускается много ошибок. Внимание больше сосредоточено на способах выполнения действия, чем на конечном результате.

Концентрация навыка. В процессе данной фазы формируется внутреннее дифференцировочное торможение, ограничивающее иррадиацию возбуждательного процесса в двигательном отделе коры головного мозга. В результате уменьшается количество участвующих в формировании движений мышечных групп. Сокращаются только те мышцы, которые необходимы для выполнения данного целесообразного движения. Лишние движения исчезают. Постепенно вырабатывается тонкая дифференцировка условных раздражителей, уменьшается количество ошибок. Процесс возбуждения концентрируется. Вегетативные реакции становятся менее выраженными, движения более совершенными и экономичными. Субъективно пилотировать становится легче.

Автоматизация навыка. В течение этой фазы формируется новый динамический стереотип. Действия выполняются легко, быстро и непринужденно. Пилотирование вызывает чувство удовлетворения. Сознание переключается со способов выполнения действий на достижение конечного результата. На этой стадии устанавливается корреляция между двигательным и вегетативным компонентами рабочего навыка. Все системы работают в оптимальном экономичном режиме.

19.2. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ДВИЖЕНИЙ

Известно, что координация динамически сложных произвольных движений невозможна без наличия «обратной связи», т. е. без потока афферентных сигналов, информирующих ЦНС о характере и результатах совершаемых движений. В основном обратная связь осуществляется по двум каналам: внешнему, через зрительный и слуховой анализаторы, и внутреннему, через двигательный анализатор (проприоцептивная импульсация).

У человека произвольные движения связаны с осознанием предстоящего и уже выполняемого двигательного акта, осуществляемого с участием второй сигнальной системы. В работах П. К. Анохина сформулирована наиболее общая теория механизма регуляции целесообразного поведения и деятельности человека, а именно: сличение «реально существующего образа» с «потребным, будущим». Согласно данной концепции любой поведенческий акт включает сличение выполняемого действия с акцептором результата действия, осуществляющим опережающее отражение действительности. Для того, чтобы эффект действия соответствовал задаче, необходимо постоянное сличение выполняемых движений с исходными намерениями и соответствующая коррекция движений.

Таким образом, в центральном аппарате двигательного анализатора предполагается наличие механизмов, создающих предшествующие движению «предпусковые» синтезы или опережающие возбуждения, которые обеспечивают нужные движения. Эти понятия не противоречат представлению об условнорефлекторной природе двигательных реакций. Так, аппараты «сличения» и «акцептор действия» сами по себе могут быть сформированы только в процессе взаимодействия с внешней средой по принципу временных связей или условного рефлекса.

В соответствии с современными взглядами, целенаправленная деятельность человека регулируется посредством сформированного психического образа. Психический образ является отражением объективной реальности и одновременно важнейшим звеном в системе регуляций действий человека. На его основе формируются планы, стратегия деятельности, совокупность конкретных действий, операций и др. Психический образ представляет собой динамическую сложную функциональную систему на основе интеграции всех сенсорных модальностей (зрительной, проприоцептивной, кожномеханической, вестибулярной). Психический образ полета, регулируя управляющие действия летчика в полете, постоянно корректируется и уточняется текущим восприятием приборной (инструментальной) и неприборной (неинструментальной) информации.

Проблема образа в системе психофизиологической регуляции деятельности летчика глубоко изучена и раскрыта в работах Б. Ф. Ломова, В. А. Пономаренко, Н. Д. Заваловой. Большое внимание ими уделяется понятию «чувство самолета», как одному из компонентов психического образа полета, регулирующего управляющие действия летчика. Чувство самолета является примером наиболее совершенного и сложного летного навыка, формирующегося у летчика в процессе полетов. Это комплексный навык, создаваемый преимущественно за счет получения неприборной информации, т. е. сигналов, возникающих в кожных, мышечных и вестибулярных рецепторах при воздействии на организм летчика физических факторов полета (вибрации, шумы, ускорения, сопротивление органов управления и др.). Например, тактильные ощущения, восприятие давления и мышечное чувство, возникающие при активных движениях рычагами управления и акселерационных сил, дают летчику возможность судить о создании крена при выполнении разворота. Возникновение акселерационных ощущений определяется длительностью воздействия ускорений, их величиной и градиентом нарастания. В тех случаях, когда изменение положения самолета происходит с

угловым ускорением менее $0,17 \text{ град/с}^2$, т. е. не превышает пороги восприятия полукружными каналами лабиринта, акселерационные ощущения не возникают. В этих ситуациях даже значительные изменения положения самолета могут остаться для летчика незамеченными, что существенно снижает надежность неинструментальной информации при формировании управляющих воздействий. Вместе с тем, летчики очень высоко оценивают роль акселерационных ощущений в пилотировании и формировании чувства самолета. Чувство самолета не отражает точного изменения параметров полета и не может быть единственным регулятором управляющих движений, но оно определяет нужную направленность сознания летчика на контроль параметров полета, нуждающихся в первоочередном обслуживании.

Чувство самолета — это своеобразное сращивание человека с самолетом, позволяющее физически ощущать движения самолета и успешно реагировать на них движениями органов управления. Управляющие движения изменяют положение самолета, вследствие чего возникают как инструментальные, так и неинструментальные сигналы. Эти сигналы оцениваются летчиком как изменения положения самолета, наступающие в результате его собственного действия. Самолет выступает как орудие деятельности — продолжение органов управления.

В первых учебных полетах с инструктором курсант отрабатывает движения основными рычагами управления, контролируя положение самолета в пространстве путем непосредственного зрительного восприятия линии горизонта, наземных и небесных ориентиров, показаний пилотажных приборов. На этом этапе обучения все элементы движений осознаются. Не менее важная роль в механизме управляющих движений и формировании психического образа положения самолета принадлежит проприоцептивным сигналам, поступающим от рецепторов, расположенных в мышцах, суставах и сухожилиях. В процессе тренировочных полетов зрительный контроль постепенно редуцируется, и регуляция движений, в основном, начинает осуществляться за счет непрерывного потока проприоцептивных сигналов, отражающих динамику пространственного положения рабочих конечностей. И. М. Сеченов признавал ведущую роль мышечного чувства в регуляции движений и называл его «темным», так как проприоцепторы непосредственно с сознанием не связаны.

Таким образом, в результате тренировок отдельные циклы управляющих движений «выходят» из-под зрительного контроля, дальнейшая регуляция их осуществляется за счет проприоцепции, отдельные двигательные циклы перестают осознаваться, т. е. превращаются в двигательный навык. Однако контроль за движениями со стороны ЦНС продолжает осуществляться благодаря непрерывному поступлению проприоцептивных сигналов и активной функции механизмов сличения (акцептора результата действия). При несовпадении ожидаемых результатов с реальными включается сфера сознания. Примером роли сознания даже при высоком уровне овладения навыками пилотирования могут служить действия летчика по устранению крена в аварийной ситуации. В обычных условиях крен устраняется заученными движениями, автоматически. При наличии сформированного навыка и беспрепятственном осуществлении автоматизированных действий все двигательные операции протекают на уровне первой сиг-

нальной системы. Однако при отказе в полете гидроусилителя все действия летчика по устранению крена становятся вполне сознательными.

19.3. СПЕЦИФИКА УПРАВЛЯЮЩИХ ДВИЖЕНИЙ В ПОЛЕТЕ

В зависимости от задачи и программы полетов различают полет на пилотирование и полет по заданной траектории. Задачей полета на пилотирование является сохранение или изменение положения самолета в пространстве относительно земной поверхности при соблюдении условий безопасности полета. Эта задача отрабатывается с самого начала летного обучения и в дальнейшем решается летчиком на всех этапах любого полета. Управление полетом по заданной траектории является более сложной задачей, в которой летчик осуществляет стабилизацию центра тяжести самолета относительно заданной траектории полета: выполнение посадки, наведение на воздушные и наземные цели, полет в строю и др. Управляющая деятельность летчика при пилотировании самолета складывается из отдельных действий, а действия формируются из отдельных движений. По функциональному значению выделяют: основные управляющие движения, направленные на изменение регулируемого параметра полета; дополнительные (корректирующие) движения для дозирования амплитуды и продолжительности отклонения органов управления; поисковые (гностические), направленные на получение дополнительной информации о положении управляемого объекта и самих органов управления.

Среди многочисленных рабочих движений, выполняемых летчиком, выделяют движения, обеспечивающие работу с бортовым оборудованием. Результаты этих движений заранее известны и неизбежно достигаются с вероятностью, приближающейся к единице. Подавляющее количество рабочих движений летчика в полете осуществляется ручкой управления (штурвалом), что обеспечивает эволюцию самолета по кренам и тангажу. Амплитуда, скорость, направление и время реализации этих движений при выполнении одной и той же задачи пилотирования одним и тем же летчиком в одном и том же полете различны и зависят от конкретных условий полета. Последнее свидетельствует о высокой пластичности двигательных навыков у опытных летчиков.

Сложность и специфичность структуры двигательных навыков, осуществляемых ручкой управления (штурвалом), обуславливаются многими факторами, среди которых наиболее важными являются:

- необходимость регулирования положения самолета в полете одновременно по двум независимым каналам (крен, тангаж);
- необходимость, наряду с пилотированием, контроля за приборами и оборудованием, одновременного решения задач, связанных с выполнением полетного задания, требующего напряжения функций внимания и мышления;
- наличие нескольких степеней свободы перемещения самолета в пространстве и относительно недостаточной устойчивости пространственного положения самолета в полете, неодинаково выраженной по отношению к различным его осям;
- непостоянство передаточной функции рычагов управления, заключающееся в том, что одно и то же по амплитуде и скорости перемещение ручки

(штурвала) в зависимости от ряда условий (скорость и высота полета) приводит к различному управляющему эффекту. Например, при выполнении полета по кругу с заходом на посадку скорость полета на втором развороте значительно выше, чем на четвертом. Следовательно, для ввода в крен на четвертом развороте летчику надо сделать движение ручкой с амплитудой, примерно в два раза большей, чем на втором;

– запаздывание показаний приборов и инертность самолета приводят к тому, что изменение положения самолета в результате управляющего воздействия проявляются не сразу, а через какой-то интервал времени. Показания вариометра, например, начинают изменяться спустя около 3 секунд после начала соответствующего движения рычагом управления. Инертность самолета обуславливается его массой и зависит от высоты и скорости полета.

Наличие нескольких степеней свободы положения самолета в пространстве и относительно малая устойчивость самолета, воздействие на него многочисленных факторов внешней среды, действующих по закону случайности, непостоянство передаточной функции рычагов управления, инертность самолета и показаний некоторых пилотажных приборов способствуют созданию в полете ситуаций, в которых возможности летчика предвидеть результаты своих управляющих воздействий значительно снижаются. Эта неопределенность (моторная и временная), когда летчик не может заранее рассчитать амплитуду и продолжительность отклонения ручки управления (штурвала), обуславливает необходимость для выдерживания параметра полета выполнять несколько движений — основных, направленных в сторону необходимого изменения параметра полета, и поддерживающих, направленных в обратную сторону и тормозящих эффект основного движения. Структура этих движений может быть представлена в виде апериодической кривой.

По функциональному значению управляющие движения ручкой, выполняемые летчиком в полете, можно подразделить на две группы. К первой относятся движения, которые начинаются в ответ на конкретный пусковой стимул, на команду, на обнаруженное отклонение того или иного параметра полета, в соответствии с полетным заданием (изменение курса или высоты полета и др.). Вторая группа движений выполняется летчиком в целях сохранения установленного режима полета. Эти движения начинаются без видимого внешнего пускового сигнала. На некоторых этапах полета эти движения имеют ведущее значение. Обе категории движений представляют собой специфические профессиональные двигательные навыки, сформированные при летном обучении и поддерживаемые в течение всей летной деятельности.

Рассмотрение некоторых особенностей управляющих движений, отнесенных к первой группе, при выполнении разворотов на тренажере опытным летчиком и испытателем с несформированными навыками пилотирования показывает, что у летчика движения ручкой управления для осуществления разворота состоят из ряда апериодических, затухающих колебательных движений около нейтрального положения с начальным отклонением в сторону совершаемого разворота. Испытатель, не летавший на самолетах, выполняет разворот на тренажере посредством двух однократных движений ручкой управления. Начальное движе-

ние, совершаемое в сторону разворота, создает необходимый крен, затем после определенного интервала, требующегося для достижения заданного курса, производится второе, обратное движение, выводящее тренажер из крена. Таким образом, структура управляющих движений ручкой управления летчиком при выполнении разворота на тренажере отличается наличием колебательных движений. Такая структура двигательного навыка формируется у летчика в реальных полетах благодаря специфическим особенностям пилотирования самолета, что и проявляется на тренажере.

Управляющие движения, отнесенные ко второй группе, осуществляются на этапах полета, на которых возникает необходимость строгого выдерживания заданных параметров в условиях резкого ограничения визуального контроля за пилотажными приборами. Последнее обуславливается ситуациями, в которых внимание летчика полностью направлено на объекты, требующие постоянного контроля. Примерами могут служить этапы полета на дозаправку горючим в воздухе, работа с радиолокационным прицелом при перехвате воздушной цели, полеты в сомкнутом порядке (строю), при выполнении визуальных атак на воздушные и наземные цели и др.

В работах по теории автоматического управления показано, что регулируемая система более устойчива в режиме колебательного движения. У летчиков в процессе полетов эмпирически вырабатываются двигательные приемы, выражающиеся в колебательных движениях ручкой управления (штурвалом), в результате которых самолет вводится в режим колебательных движений вокруг той или иной его оси, что способствует устойчивому выдерживанию заданных параметров даже при вынужденном отсутствии зрительного контроля за приборами. Регуляция этих движений, по-видимому, осуществляется за счет проприоцепции.

В литературе иногда можно встретить описание деятельности летчика, заключающееся в том, что летчик в полете вынужден непрерывно следить за показаниями основных пилотажных приборов и своевременно устранять малейшие отклонения стрелок соответствующими движениями ручкой управления. Здесь следует оговориться, что по такому принципу (стимул – реакция) работает только автопилот в автоматическом режиме полета и в какой-то степени летчик в директорном режиме управления, где он выполняет перемещение органов управления в ответ на команды бортовой вычислительной машины. Последние выдаются посредством директорных (командных) сигналов, указывающих летчику направление и амплитуду перемещения органов управления.

19.4. ПРИНЦИПЫ ОБУЧЕНИЯ И ТРЕНИРОВКИ ЛЕТЧИКОВ

Процесс профессионального обучения включает профессиональный психофизиологический отбор обучающихся, собственно обучение и тренировку для закрепления профессиональных навыков. Обучение и тренировка тесно связаны между собой. Обучение оказывает решающее влияние на решение различных профессиональных задач, приемов, действий, формирование навыков. Профессиональное обучение человека рассматривается как сложный аналитико-синтетический процесс, охватывающий в первую очередь зрительный, слуховой и двигательный анализаторы. Этот процесс с физиологической точки зрения осно-

ван на взаимодействии анализаторов и первой и второй сигнальных систем. Особенно важное значение для летчиков имеет взаимодействие зрительного и двигательного анализаторов. В связи с этим разработка рациональных методов профессионального обучения человека должна основываться на общих понятиях о формировании ассоциаций, образа, динамического стереотипа и др.

Первичная профессиональная подготовка летчика осуществляется в авиационных факультетах (училищах) и совершенствуется при дальнейшей работе в авиационных частях. Летное обучение является сложным многогранным процессом, в котором участвуют различные специалисты, в том числе авиационные врачи. Для более эффективного участия в этом процессе авиационные врачи должны иметь представление о динамике основных психофизиологических процессов, лежащих в основе формирования профессионального летного мастерства. Одной из главных целей летного обучения является формирование у обучаемого курсанта прочных профессиональных навыков пилотирования самолета, обеспечивающих безопасность полета. Летное обучение, как и любое другое, предусматривает формирование знаний, умений и навыков. Знания формируются в период теоретического обучения, умения и навыки — в практических полетах с инструктором.

Первый этап обучения — получение теоретических знаний. Чем полнее познаны предмет деятельности, тем большими возможностями располагает человек. Без познавательной активности не может быть совершенствования деятельности. Физиологической основой усвоения знаний на этом этапе является формирование ассоциаций, т. е. образование в коре головного мозга временных связей, создающих основу будущей профессиональной деятельности. Особенно большую роль здесь играет вторая сигнальная система, т. к. обучение в данном случае основывается на рассказе о выполнении отдельных элементов рабочих операций и на мыслительном воспроизведении этих операций. Таким образом, при обучении у человека должны быть сформированы перцептивный образ и концептуальная модель. Под концептуальной моделью объекта управления понимается отражение в сознании человека совокупности предварительных сведений о структуре и законах функционирования управляемого объекта.

На этапе формирования умений обучение человека осуществляется на реальном управляемом объекте с отработкой конкретных режимов его работы и аварийных ситуаций. Умения обозначают готовность выполнять действие для решения поставленной задачи. При формировании всякого умения в коре головного мозга образуется сложное сочетание двух видов связей: второсигнальных (усвоение предварительной словесной инструкции) и межсистемных (переход от словесной инструкции к зрительной ориентировке и выполнению действий).

Различают умения начальные и высокосвершенные. Все знания в ходе их получения превращаются в начальные умения (сенсорные, интеллектуальные, двигательные). Затем в процессе тренировок начальные умения совершенствуются, часть их превращается в навыки (рис. 19.1). При дальнейшем освоении деятельности на базе уже образованных навыков и начальных умений формируются высокосвершенные умения, которые способствуют возникновению более сложных навыков. В отличие от начальных умений высокосвершенные умения

определяются как способность человека использовать знания и навыки при выполнении конкретных практических задач. Это сложное психическое образование, которое объединяет систему навыков и систему знаний.

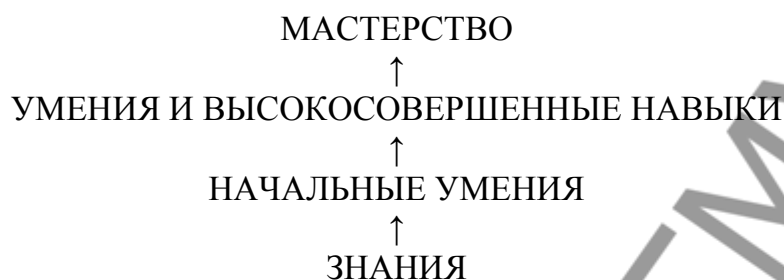


Рис. 19.1. Структура формирования мастерства

Эффективность профессионального обучения и тренировки летного состава обеспечивается соблюдением ряда принципов.

1. Сознательность и активность обучения. Обучаемый должен иметь четкое представление об образе тренируемого действия, т. е. представить действие в целом и осознать его, иметь положительную мотивацию и направленность на летную работу.

2. Системность обучения. Предусматривает теоретическое обучение (рассказ или устную инструкцию о выполнении обучающимися рабочих операций, чтение учебных пособий, наставлений и др.), в процессе которого должна быть сформирована ориентировочная основа действий; показ инструктором способов выполнения различных рабочих операций с расчленением действий на мелкие простые элементы; упражнение и тренировку на тренажере и самолете.

3. Регулярность (систематичность) упражнений и тренировок. Каждая тренировка должна осуществляться при наличии следовых процессах в высших отделах ЦНС от предыдущего упражнения. Только при оптимальных перерывах между отдельными приемами тренировки, которые устанавливаются опытным путем, последняя эффективна. Навык формируется быстрее в тех случаях, когда обучаемый тренируется без развития утомления. Длительная непрерывная тренировка, вызывая утомление, ухудшает ее результаты. Однако большие перерывы также снижают эффективность обучения.

4. Последовательное усложнение задач (от простого к сложному). Состоит в постепенном увеличении профессиональной нагрузки. Повышению эффективности процесса обучения и переучивания способствует использование наземных тренажеров с созданием на них условий, максимально имитирующих полетные и обеспечивающих постепенное усложнение задач.

5. Индивидуальный подход к обучению. Учет индивидуальных особенностей обучающихся, а именно: уровня развития профессионально важных психофизиологических и личностных качеств человека, темперамента, характера, жизненного и профессионального опыта и др. Обучение и тренировка должны изменяться в соответствии с успехами каждого обучаемого. Повышению эффективности профессионального обучения способствует знание обучающимся своих результатов тренировочных занятий.

Уровень обученности оценивается на основании объективных критериев. Используя эти критерии, можно получить кривую успеваемости для каждого обучаемого, т. е. графическое изображение зависимости уровня обученности от продолжительности обучения. Кривая формирования навыка поднимается не плавно, а зигзагообразно, временами переходя в горизонтальную линию (плато), затем могут быть периоды временного ухудшения с последующими подъемами. Интенсивный подъем кривой в начале упражнения объясняется исчезновением лишних движений, формированием простейших навыков, уменьшением скованности, несогласованности движений. Часто задержка в формировании навыков связана с включением в управляющую деятельность новых способов выполнения действий, обусловленных выработкой собственной структуры навыков.

Успешное формирование навыков зависит от индивидуальных особенностей курсанта (мотивации, способностей, характера, типа ВНД, физического состояния) и сложности осваиваемой задачи. В основе мотивов лежат все виды побуждений: потребности, цели, интересы, идеалы, убеждения. Мотивы являются движущей силой человеческого поведения и занимают ведущее место в структуре личности. Мотивированность личности курсанта (летчика) определяется объективной и субъективной значимостью поставленной перед ним задачи, пониманием ее важности и отношением к ней.

Для обеспечения успешности обучения обучающийся должен обладать хорошей зрительной и слуховой памятью, способностью к логическому мышлению и пространственным представлениям, быстрой выработке и перестройке умственных навыков, иметь большой объем внимания, способность к его быстрому переключению и концентрации, обладать помехоустойчивостью, инициативой, целеустремленностью, быть методичным и последовательным, обладать положительными характерологическими качествами (трудолюбие, широкий диапазон интересов и др.). Совокупность этих качеств определяет способность летчика к усвоению профессии.

Тренировка закрепляет, автоматизирует способ действия, приобретаемый во время обучения. Это сознательное многократное повторение уже усвоенного приема или действия. В процессе тренировок усвоенное действие должно выполняться с нарастающей физической и интеллектуальной нагрузкой до уровня, требуемого условиями реальной работы. Тренировка предусматривает повторение определенного действия при неизменности содержания решаемых задач в целях поддержания или повышения достигнутого уровня обученности. В отличие от тренировки упражнение — это целенаправленное повторение по определенной методике определенного действия при вариации содержания решаемых задач. Тренировка, как составная часть системы обучения, должна решать две задачи: закрепления и совершенствования знаний и профессиональных навыков, доведение их до автоматизма; развитие профессионально значимых психофизиологических качеств, обеспечивающих требуемые точность и вариабильность действий.

19.5. МЕДИЦИНСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТРЕНИРОВОК НА АВИАЦИОННЫХ ТРЕНАЖЕРАХ

Медицинский контроль при проведении тренировок летного состава на авиационных тренажерах должен быть направлен на оценку уровня его подготовленности к выполнению полетных заданий с учетом степени и динамики нервно-психического напряжения во время выполнения полета.

Медицинскому контролю при проведении тренировок летного состава на авиационных тренажерах подвергаются:

- молодые летчики, недавно прибывшие в авиационную часть или отрабатывающие на авиационном тренажере новые для них полетные задания;
- летчики, приступающие к отработке наиболее сложных видов полетных заданий и имеющие длительный перерыв в полетах;
- летчики, отстающие в летной подготовке, переучивающиеся на эксплуатацию нового типа ВС и допускающие грубые ошибки при выполнении полетных заданий.

Задачами медицинского контроля при проведении тренировок летного состава на авиационных тренажерах являются:

- изучение индивидуальных особенностей поведения летного состава (курсантов) при выполнении различных полетных заданий и при действиях в особых случаях в полете;
- определение уровня и динамики нервно-психического напряжения в процессе тренировок на авиационных тренажерах по психофизиологическим показателям, регистрируемым с использованием специальной аппаратуры и оцениваемым по их допустимым значениям на основных этапах полета (табл. 19.1);
- анализ психофизиологических реакций летного состава во время проведения тренировок на авиационных тренажерах;
- получение результатов анализа поведенческих реакций и показателей нервно-психического напряжения для выработки заключения об уровне профессиональной готовности летного состава (курсанта) к полету или к отдельному его этапу.

Таблица 19.1

Допустимые значения психофизиологических показателей на основных этапах полета на авиационном тренажере (приложение 3 к «Авиационным правилам медицинского обеспечения полетов государственной авиации Республики Беларусь»)

Показатель	Взлет	Набор высоты	Горизонтальный полет	Перехват цели	Разворот с креном	Снижение	Проход ДПС	Проход БПС
Частота пульса	100–130	92–132	96–124	122–148	100–130	95–123	103–145	115–145
Объем легочной вентиляции	109–151	95–145	107–143	114–186	105–145	104–136	126–174	125–173
Частота дыхания	109–171	125–165	119–161	128–183	126–164	124–156	119–181	117–193
Резервы внимания	15–45	59–71	61–79	20–42	58–74	68–82	36–66	12–40

Сведения о функциональном состоянии, полученные в процессе тренировок летного состава на авиационных тренажерах, принимаются во внимание при организации лечебно-профилактических и реабилитационных мероприятий.

При анализе психофизиологических реакций летного состава во время проведения тренировок на авиационных тренажерах следует учитывать следующее:

- высокое и нестабильное нервно-психическое напряжение при низком качестве деятельности свидетельствует о неподготовленности летного состава к выполнению данного упражнения;

- высокое нервно-психическое напряжение даже при хорошем качестве выполнения упражнения указывает на недостаточное закрепление отработываемых навыков и предполагает дальнейшие тренировки;

- низкое нервно-психическое напряжение в сочетании с неудовлетворительным качеством деятельности может отмечаться в случае отсутствия интереса и формального отношения летного состава к тренировкам на тренажере;

- ухудшение качества деятельности при выполнении дополнительной задачи (уменьшение резерва внимания) по сравнению с обычным полетом, а также медленное (более 3 минут) восстановление после тренировки исходного уровня показателей нервно-психического напряжения могут свидетельствовать о невротизации или о предболезненном состоянии летного состава;

- стабильно высокое нервно-психическое напряжение на протяжении нескольких тренировок при хорошем качестве деятельности может указывать на неблагоприятное функциональное состояние и снижение резервных возможностей организма летного состава.

Положительное заключение о подготовленности летчика (курсанта) при тренировках на тренажерах принимается в том случае, когда показатели его качества деятельности, резервов внимания и степени нервно-эмоционального напряжения будут соответствовать нормативным требованиям (табл. 19.1). Если психофизиологические показатели превышают нормативы, тренировки целесообразно продолжить даже при хорошем качестве пилотирования.

Используя аппарат «Физиолог-М», врач может определить наличие резервов в деятельности летчика. Это определяется следующим образом: во время проведения тренировки у летчика на разных этапах «полета» фиксируется частота дыхания и частота сердечных сокращений, при этом врач ставит дополнительные задания (например, тест деления на три, фиксация цветных лампочек). Оцениваются летчики следующим образом.

1. С полетным заданием не справляется или выполнено с ошибками, ЧСС и ЧД высокие, дополнительные задания выполнены с низким качеством — летчик к полету не готов.

2. Полетное задание выполнено без ошибок, но ЧСС и ЧД высокие, дополнительные задания выполнены с низким качеством — значит у летчика нет резерва внимания и, следовательно, он нуждается в дополнительных занятиях на тренажере.

3. Полетное задание выполнено без ошибок, ЧСС и ЧД в пределах нормы, дополнительные задания выполнены с хорошим качеством — значит летчик к полету готов.

Таким образом, для более эффективной оценки подготовленности летчика (курсанта) при тренировках на пилотажных тренажерах предполагается участие в этом процессе не только летчика-инструктора, но и авиационного врача.

Оснащение современных самолетов средствами объективного контроля дает возможность врачу при необходимости осуществлять изучение особенностей двигательных навыков летчиков не только на тренажере, но и в реальных полетах. Знание основ авиационной физиологии и психофизиологии, в том числе особенностей формирования навыков, позволяет врачу оказывать помощь в совершенствовании процесса обучения и формирования летных навыков, осуществлять контроль за нормированием летной нагрузки, соблюдением оптимального режима труда и отдыха и тем самым вносить существенный вклад в обеспечение безопасности полетов.

ГЛАВА 20. ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ АВИАЦИОННОЙ ПСИХОЛОГИИ

Эффективность использования человеком техники зависит того, в какой степени она учитывает его антропометрические, физиологические, психологические особенности и др.

В современной психологии труда доминирует антропоцентрический подход, т. е. от «человека к машине». Этот подход обусловлен возникновением новой научной дисциплины — инженерной психологии. Инженерная психология изучает информационное взаимодействие человека с техникой, используя эти данные для создания и эксплуатации технических комплексов. Предметом инженерной психологии является изучение и согласование психологических характеристик оператора с характеристиками технического комплекса, которым он управляет, в целях получения максимальной эффективности всей системы. Предметом авиационной инженерной психологии, соответственно, является изучение характеристик летчика (членов экипажа) и согласование их с техническими характеристиками оборудования самолета (Б. Ф. Ломов, 1966).

Конкретными задачами авиационной инженерной психологии являются:

- разработка методов исследования характеристик психической деятельности человека в интересах повышения надежности и эффективности его действий при управлении ЛА;
- обоснование требований к системам отображения информации (СОИ), органам управления, динамическим характеристикам системы;
- обоснование принципов распределения функций между человеком и автоматическими системами.

Инженерная психология изучает психическую деятельность человека, неразрывно связанную с процессами приема и переработки информации. Термин «информация» в авиационной инженерной психологии употребляется для обозначения любых сведений о процессе управления самолетом, предназначенных для летчика (члена экипажа). Наиболее общими понятиями в инженерной психологии являются: система «человек – машина» (в авиации «летчик – самолет»), эффективность и надежность этой системы.

Система «летчик – самолет» определяется как сочетание летчика (экипажа) с комплексом самолетных систем в процессе управления самолетом; эффективность — это степень успешности достижения целей полета, надежность — вероятность безотказной работы в течение заданного времени. В авиации надежность определяет как степень безопасности полета, так и вероятность выполнения полетного задания. Из определения предмета и краткой характеристики наиболее общих понятий вытекает важнейшая специфическая черта инженерно-психологических исследований, которые основываются на том, что эффективность и надежность системы «человек – машина» зависят не только от технического совершенства оборудования и от благоприятных психических и других свойств человека, а от особого (совокупного) качества взаимодействия. Отсюда задача авиационной инженерной психологии — обеспечить эффективность и надежность взаимодействия летчика с самолетом, прежде всего с системами информации и управления самолета. Естественно, что объектом изучения в инженерно-психологических исследованиях служат характеристики летчика в реальном полете, при взаимодействии его с техникой.

В общей инженерной психологии широко распространен термин «оператор», т. е. человек, который в процессе труда взаимодействует с объектом управления не непосредственно, а с помощью средств информации и управления. Чтобы понять состояние объекта управления, человек-оператор должен переработать эту информацию, поскольку она поступает к нему в закодированном виде. В полете по приборам большинство сведений о положении самолета летчик получает от пилотажно-навигационных приборов, а все сведения о состоянии самолетных систем — от приборов и сигнализаторов. Это означает, что он выполняет все функции оператора. Заметим, что в авиационной инженерной психологии не принято использовать термин «оператор», когда речь идет о летчике, поскольку его роль в самолете шире роли оператора. Тем не менее, взаимодействие летчика со средствами отображения информации составляет основу его действий по управлению самолетом.

К основным понятиям инженерной психологии относятся информационная модель (ИМ) и концептуальная модель (КМ) процесса управления.

Информационная модель обычно определяется как совокупность текущей информации о состоянии объекта управления, отображаемой на СОИ. Для большинства операторов СОИ (комплекс инструментальных сигналов) — единственный источник информации о состоянии объекта управления. Летчик, кроме инструментальной информации, получает неинструментальные сигналы (угловые и продольные ускорения, вибрация, изменение усилий на органах управления и пр.) и использует их как для оценки состояния самолетных систем, положения самолета, так и для управления. Неинструментальные сигналы не всегда точно информируют летчика, а иногда даже дезинформируют, но, тем не менее, они являются важной составной частью ИМ самолета.

В процессе пилотирования по приборам летчик взаимодействует с СОИ. Он сравнивает текущий режим полета с заданным, принимает решение к выполнению тех или иных действий. Информация о заданном режиме полета хранится в памяти в форме концептуальной модели. Это понятие так же, как ИМ, принад-

лежит к числу фундаментальных в инженерной психологии. КМ летчика формируется в результате приобретения системы знаний, умений, летных навыков и преобразования текущей информации.

Различаются два уровня концептуальной модели: постоянная и оперативная. Постоянная КМ — это концентрация всех знаний и опыта человека. При выполнении конкретных действий на первый план выступает оперативная КМ. В ней содержатся, прежде всего, те сведения, которые необходимы в данный момент.

В авиационной психологии еще до появления термина КМ использовалось понятие «образ полета». Содержание его совпадает с понятием КМ. Понятие «образ полета» означает факт отражения летчиком ситуации полета, формирования у него целостного представления о пространственном положении самолета и соответствии режима полета заданному. В авиационной инженерной психологии используются оба термина. Из понимания сущности деятельности оператора, как непрерывного сличения информации, поступающей с ИМ и КМ, инженерная психология основное внимание уделяет обеспечению надежности восприятия необходимых в каждый данный момент сигналов СОИ и анализу содержания КМ, регулирующего процессы приема и переработки информации.

Процессы информационного взаимодействия включают следующие этапы: прием информации, ее переработку, принятие решения и его выполнение. В зависимости от условий полета значение каждого из этапов может быть различным. Инженерная психология должна выявить, какой из этапов полета в интересах взаимодействия летчика с самолетом нуждается в оптимальном обеспечении информацией, и разработать соответствующие потребностям летчика рекомендации к конструкции СОИ.

В характер информационного взаимодействия между летчиком и самолетом вносит существенные изменения использование систем автоматического управления (САУ). Внедрение бортовых вычислительных устройств, позволяющих автоматизировать управление самолетом на таких сложных этапах полета, как заход на посадку, поставило перед авиационной инженерной психологией проблему распределения функций между летчиком и САУ. Специальные экспериментальные полеты показали, что автоматизация управления связана с определенными противоречиями: упрощая действия летчика при нормальной работе, она усложняет их в случае возникновения отказов САУ. Одна из причин усложнения — недостаточность информации, которая обеднена по сравнению с информацией обычного полета за счет ослабления потока проприоцептивных импульсов и высокого уровня обобщения пилотажных сигналов.

Автоматизация процесса управления требует от инженерной психологии изыскания рациональной схемы включения летчика в САУ. Основное требование к распределению функций заключается в обеспечении высокой активности летчика, в реализации принципа активного оператора (Г. Т. Береговой и др., 1978). Соблюдение этого принципа связано с обеспечением летчика полноценной информацией о режиме полета, пространственном положении самолета и функционирования САУ, а также с конструированием систем, допускающих совместное управление летчика и автопилота. Из принципа активного оператора вытекают два фактора, на которых основывается распределение функций: пре-

емственность навыков управления и резервирование. Первый фактор реализуется конструкцией САУ и СОИ и направлен на сохранение активности летчика в нормальных условиях полета, второй — на повышение надежности системы «летчик – самолет» при отказах САУ.

Инженерно-психологические исследования в авиации в значительной мере направлены на повышение безопасности полета. Результаты их успешно реализуются в следующих направлениях:

- формирование инженерно-психологических требований к построению СОИ нормального и аварийного полета, к распределению функций между САУ и летчиком;

- разработка методов подготовки летчиков к действиям в аварийных ситуациях полета и к использованию систем директорией и автоматического управления;

- разработка методологии анализа причин ошибочных действий летчика.

Инженерно-психологический подход к обеспечению безопасности полета предполагает системный анализ причин ошибочных действий, привлечение внимания к особенностям взаимодействия летчика с техникой как к вероятной причине ошибок. Отсюда главная направленность мероприятий по повышению безопасности на оптимизацию процесса взаимодействия.

Требование оптимизации взаимодействия человека и техники реализуется в инженерно-психологических принципах построения систем аварийной сигнализации:

1. Принцип опоры на профессиограмму действий летчика при конкретных особых случаях. Принцип предполагает, что при разработке инженерно-психологических рекомендаций к сигнализаторам надо исходить из факта усложнения объективных условий деятельности в аварийных ситуациях и из учета специфики конкретной ситуации, определяющей, какой психический процесс должен быть обеспечен в первую очередь.

2. Принцип целеназначения сигнала в аварийной ситуации, предполагающий выполнение трех функций: привлечение внимания, организация информационного поиска, оптимизация опознания ситуации и помощь в выполнении действия.

20.1. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СРЕДСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Взаимодействие человека с техникой в системе «человек – машина» в своей основе имеет информационный процесс, благодаря которому осуществляется регулирование состояний объекта управления. Структура процесса сложная. Она включает в себя ряд этапов: поиск и обнаружение сигналов, их опознание, идентификацию (сличение с эталоном, хранящимся в памяти), оценку значимости сигнала, принятие решения. Информационный процесс, таким образом, включает в себя важнейшие психические процессы: ощущение, восприятие, память, мышление. В практической деятельности оператора невозможно строго разграничить эти процессы: воспринимая и принимая решение, человек опирается на процессы памяти, мышление; опознание основывается на сличении непосредственно воспринимаемых объектов с образами памяти и т. д.

Первый этап — прием информации (поиск и обнаружение сигналов). На этом этапе оператор обнаруживает значимые для управления сигналы. Поскольку почти все сигналы поступают к оператору в закодированном виде, то поиск и обнаружение предполагают и декодирование: перевод символического или цифрового кода в представление о состоянии параметров объекта управления. Как правило, этот этап хорошо выражен внешне и проявляется в поисковых движениях глаз, во времени до начала двигательных воздействий на органы управления. Показателями, характеризующими этап, являются: маршруты взгляда; частота переносов взгляда между индикаторами, содержащими искомые сигналы; длительность фиксаций; длительность перерывов между фиксациями; время, вычисляемое от момента появления сигнала до момента фиксации взгляда на соответствующем индикаторе, и латентное время словесного или двигательного реагирования на появившийся сигнал.

Второй этап — переработка информации. Он включает опознание и оценку ситуации. Опознание заключается в том, что на основании принятых сигналов об изменении параметров и сличения их с хранящимся в памяти эталонным образом у оператора складывается целостное знание о состоянии объекта управления, о степени соответствия реального состояния заданному. Опознание ситуации оценивается с точки зрения необходимости сохранить или изменить ее. В число показателей, характеризующих структуру этого этапа, включаются все показатели предыдущего этапа. Кроме того, учитываются пробные движения: их число, влияние на процесс управления, их смысл, а главное — проводится психологический анализ содержания мыслительных процессов путем сопоставления всей совокупности объективно зарегистрированных показателей, высказываний операторов в процессе деятельности и материалов бесед с ними после завершения действий.

Третий этап — принятие решения. Оператор формирует цель действия и выбирает способы ее достижения. Данный этап может практически выпасть из деятельности, если решение однозначно следует из оценки ситуации. Но при наличии нескольких способов достижения цели принятие решения является вполне самостоятельным процессом, во многом определяющим конечный результат действия. Как правило, удлинение этапа принятия решения свидетельствует о протекании мыслительных процессов. Выявление структуры этого этапа требует использования методов кино съемки взгляда с помощью усовершенствованной аппаратуры, позволяющей различать точки фиксации с точностью до 1° , а также проведения опроса летчика, оператора, как в процессе деятельности, так и после работы. В случае наличия волевого компонента действия на этапе решения целесообразно использование электрофизиологических показателей напряженности.

Так, информационный процесс составляет основу предметной деятельности человека в любой системе «человек – машина». Именно в результате этого процесса происходит преобразование объекта управления из текущего состояния в заданное. Каждый из этапов информационного процесса в конкретном цикле действий, в конкретной ситуации может иметь более или менее сложную структуру, быть развернутым в пространстве и времени или свернутым одномоментным действием, выраженным во вне, или внутренним процессом.

20.2. РАЗРАБОТКА ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМАМ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

В авиационной инженерной психологии СОИ оцениваются в лабораторном эксперименте, в процессе полунатурного моделирования и непосредственно в полете. При этом выдвигаются две практические задачи: а) оценить систему самолетных приборов и сигнализаторов с точки зрения возможности их использования в любых, в том числе наиболее сложных, условиях полета; б) разработать на основании этой оценки инженерно-психологические требования к конструированию СОИ, соответствующих психофизиологическим возможностям человека.

Инженерно-психологическое исследование деятельности летчика предполагает выполнение двух условий. Первое условие — моделирование физических факторов среды: рабочего места летчика, системы индикации и сигнализации, физических внешних воздействий на самолет. Для проведения экспериментов используются самолеты. Второе условие — воссоздание в эксперименте (моделирование) реальной психической деятельности летчика, что представляет сложную специальную проблему.

В полетах летчик взаимодействует не с одним индикатором или сигнализатором, а со сложной системой инструментальных (СОИ) и неинструментальных сигналов (ускорения, вибрации, звук и др.). При этом он настроен не на восприятие сигналов, а на выполнение полетного задания. Если необходимо оценить качество сигнализации, то в эксперименте обязательно должна быть создана ситуация неожиданности для летчика при введении отказа. Одной из типичных ошибок при экспериментальной оценке сигнализации является преимущественное привлечение в качестве испытуемых летчиков-испытателей вместо рейсовых летчиков. Обычно летчик-испытатель при каких-либо отказах должен оценивать поведение машины, определить, как обеспечить безопасность при отказах. Летчик сам вводит отказ, намеренно задерживает реакцию, определяет резервное время, в течение которого сохраняется безопасный режим полета без его вмешательства. Рейсовый летчик имеет цель выполнить запланированный полет, он не настроен на отказ. При отказе он стремится восстановить режим полета, определить причину и характер отказа (которые ему не всегда сразу ясны как летчику-испытателю) и сохранить безопасность полета. Таким образом, в этих двух случаях физические условия одинаковы, а психологические различны, в результате — разные показатели взаимодействия, разные критерии оценок.

Итак, инженерно-психологические экспериментальные исследования обязательно предполагают выполнение приведенных выше условий, т. е. необходимость сохранения в эксперименте содержания психической деятельности летчика — мотивов и задач его действий, необходимо проводить эргономическое обеспечение разработки системы ФИПРО. Этот вид обеспечения осуществляется при определении необходимости психологического медицинского отбора специалистов, которые будут работать с создаваемым образцом, и их специальной подготовки при разработке критериев и методов отбора, способов и средств подготовки режимов труда и отдыха, специальных способов и средств поддержания работоспособности.

Эргономическое обеспечение эксплуатации авиационной техники представляет совокупность работ, имеющих целью системный учет психологических, физиологических, технических, технологических факторов при внедрении в практику, осуществлении и корректировке мероприятий, объединяемых понятием «система ФИПРО». Кроме того, этот вид обеспечения включает в себя сбор и обобщение данных об эргономических свойствах образца авиационной техники, проявляющихся в процессе эксплуатации.

В этой работе непосредственное участие принимает авиационный врач. Среди многих форм проявления на практике эргономических свойств авиационной техники особое значение имеют ошибочные действия, допускаемые специалистами. По ним можно судить о многих факторах, влияющих на качество эксплуатации авиационной техники и безопасность полетов, относящихся как к ее образцу, так и к системе ФИПРО.

20.3. МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Данный метод использует оценку техники группой экспертов с помощью специальных таблиц (табл. 20.1, 20.2).

Таблица 20.1

Оценка факторов процесса, средств и условий деятельности специалистов

Параметры оценки	Шкала (баллы) и содержание оценок				
	1	2	3	4	5
Удобство	Очень неудобно	Неудобно	Не совсем удобно	Удобно	Очень удобно
Соответствие	Совсем не соответствует	В основном не соответствует	Соответствует не полностью	Соответствует в основном	Полностью соответствует
Достаточность	Не удовлетворяет	Мало удовлетворяет	Удовлетворяет не во всем	Удовлетворяет в основном	Полностью удовлетворяет
Обеспеченность	Совсем не обеспечивает	Обеспечивает недостаточно	Обеспечивает не во всем	Обеспечивает достаточно	Обеспечивает в полном объеме
Эмоциональная характеристика	Совсем не нравится	Не нравится	Не очень нравится	Нравится	Очень нравится

Таблица 20.2

Оценка влияния фактора на интегральные показатели

Показатель	Шкала (баллы) и содержание оценки				
	1	2	3	4	5
Эффективность авиационной техники	Снижает резко	Снижает	Не влияет	Повышает	Резко повышает
Безопасность полетов	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Качество работы специалиста	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Работоспособность специалиста	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Напряженность специалиста	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

20.4. МЕДИЦИНСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ КАБИНЫ

Современный самолет оснащен новейшим электротехническим и радиотехническим оборудованием, автоматическими и полуавтоматическими устрой-

ствами. В кабине установлены многочисленная аппаратура, приборы, рычаги управления, ручки, переключатели, тумблеры, кнопки, сигнализаторы, необходимые для управления самолетом, выполнения боевого задания и спасения при аварийных ситуациях. Поэтому своевременная и правильная работа с оборудованием кабины может быть сложной даже для подготовленного летчика. Ввиду этого при конструировании кабины и разработке ее оборудования важно правильное согласование технических возможностей с психофизиологическими и физиологическими возможностями человека. Только в этом случае эффективность его деятельности будет наибольшей.

Все приборы условно могут быть разделены на две группы: информирующие указатели и командные. Информрующие указатели дают возможность контролировать режим и характер полета, работу двигателей, отдельных агрегатов и аппаратуры. Они могут быть абстрактно-количественными (указатели высоты, скорости), наглядными, характеризующими пространственное положение самолета (авиагоризонт, указатель крена и т. п.), и сигнализаторами. Командные указатели служат для передачи команд. Они передаются световыми таблицами, стрелками, останавливающимися на определенных надписях, с помощью навешиваемых меток и другими способами.

Авиационные приборы должны иметь размеры и вид, которые обеспечивают максимально быстрое и точное снятие их показаний. Приборы первой важности имеют диаметр 8–10 см (часы, высотомер, авиагоризонт, указатель скорости, вариометр и др.), второстепенные — 6–8 см. Установлено, что наиболее важные приборы должны иметь диаметр 12–13 см. Быстрота и точность отсчета показаний зависят не только от величины и формы приборов, но и от вида шкалы (круговая, полукруглая, горизонтальная, вертикальная, «открытое окно»), ширины и формы стрелок, положения начальной точки отсчета, внешнего вида прибора и места его расположения в кабине, удаления от глаз, освещенности и других факторов.

Располагают приборы в кабине с учетом их значения в деятельности летчика на важнейших этапах полета. Так, основные пилотажно-навигационные приборы (авиагоризонт, указатель скорости, высотомер, вариометр, компас, радиоманнитный компас) располагают компактно на передней панели приборной доски слева и сверху. Эта зона приборной доски хорошо просматривается и постоянно находится в поле зрения летчика. Ведя наблюдение за положением самолета в пространстве (по авиагоризонту), летчик, не меняя рабочей позы, при минимальном перемещении взгляда может определять выдерживание курса в заданном направлении (по компасу), следить за скоростью и высотой полета. В непосредственной близости от авиагоризонта находятся вариометр и радиокompас, дающие дополнительную информацию о положении самолета. Подобное размещение основных аэронавигационных приборов облегчает наблюдение за ними во время посадки самолета, когда обзор ведется через переднюю часть фонаря в зоне, расположенной несколько левее средней линии кабины летчика.

На передней панели приборной доски располагаются и другие важные приборы и сигнализаторы. Эта зона занимает центральное место в сенсорной зоне летчика, хорошо просматривается без поворота головы, легко досягаема, движе-

ния рук при управлении самолетом не мешают наблюдению за показаниями расположенных здесь приборов. Приборы контроля за работой ряда агрегатов располагаются на боковых панелях. Постоянного наблюдения за ними не ведется.

Размещение и взаимное расположение основных приборов и других элементов управления на приборной доске должно быть стандартным на различных типах самолетов. Целесообразно постоянное закрепление приборов за определенными зонами приборной доски. Стандартное расположение приборов облегчает переучивание летчиков и переход с одного типа самолетов на другой. Важно оно и с точки зрения безопасности полета, так как при экстремальных условиях и в сложных ситуациях у летчиков, летавших на самолетах с иным расположением оборудования, может срабатывать старый стереотип (навык) и они, перепутав расположение приборов или рычагов управления, совершают ошибочные действия.

Усложнение авиационной техники ведет к увеличению количества приборов в кабине летчика. На современных самолетах число приборов, сигнальных ламп, переключателей, тумблеров и других элементов управления превысило цифру 200. Увеличение числа приборов обусловлено ростом скорости и высоты полета, усложнением авиационной техники и задач, которые решает летчик. Сложное оборудование облегчает деятельность летчика, но, несомненно, в какой-то мере и затрудняет ее, так как возможности человека воспринимать информацию не беспредельны. Вот почему дальнейшее совершенствование рабочего места летчика немыслимо без уменьшения количества приборов. Намечаются следующие пути решения этой задачи.

1. Замена некоторых приборов сигнализаторами (световыми, звуковыми или тактильными), которые в нужное время привлекают внимание летчика к определенным приборам.

2. Комбинирование приборов, дающих однородную или взаимосвязанную информацию и требующих обобщенной двигательной реакции.

3. Создание комплексных навигационных систем, в которых показания приборов автоматически воспроизводятся на общем экране, расположенном перед летчиком.

Важное значение может иметь введение автоматических и полуавтоматических устройств, облегчающих пилотирование самолета, а также сокращение числа контролируемых параметров за счет повышения надежности работы отдельных агрегатов.

Определенным требованиям должны отвечать и сигнализаторы. Сигнализация может быть привлекающей внимание, если лампочка загорается около прибора или аппарата; предупреждающей, когда лампочка указывает на неблагополучие; направляющей, если сигнал адресует летчика к конкретной группе приборов, и оповещающей, когда сигнал оповещает о конкретном событии (например, «нет масла»).

В кабине современного самолета имеются десятки сигнальных ламп. Их сигналы обладают краткостью и наглядностью. Однако, если лампы разбросаны по всей кабине, привлекающий эффект некоторых из них снижается. Этот недостаток устраняют, располагая сигнальные лампы в поле зрения летчика отдельными компактными группами по функциональному признаку: аварийные, предупре-

ждающие и уведомляющие сигналы. Первые имеют красный цвет, вторые — оранжевый, третьи — зеленый. Для аварийных систем применяются проблесковые (мигающие) сигналы. Их рекомендуется сопровождать одновременно и звуковыми сигналами. Наиболее важные сигнализаторы следует располагать отдельно.

Применяются и главные сигнальные огни, которые включаются при наличии любого аварийного или предупредительного сигнала. Звуковая сигнализация позволяет несколько разгрузить зрительный анализатор летчика: при подаче звукового сигнала летчик может выполнять основную работу, не поворачиваясь в сторону источника этого сигнала.

В кабине самолета имеются разнообразные средства управления — ручки, рычаги управления, тумблеры, кнопки, переключатели и другие. Одни из них используются в течение всего полета: ручка управления самолетом, рычаг управления двигателем, педали, другие — только на отдельных этапах полета (взлете, посадке), третьи являются вспомогательными и используются на земле при подготовке к полетам. Основные органы управления самолетом обычно располагаются на легко достигаемом для летчика расстоянии и хорошо видны. Желательно, чтобы расположение было стандартным на различных типах самолетов, иначе при переучивании у летчиков могут возникнуть трудности и ошибочные действия.

Движения рычагами должны быть простыми, удобными и осуществляться без больших усилий. Ручки и рычаги должны иметь достаточную величину и удобную для охвата форму. Если рукоятками пользуются эпизодически, рекомендуется делать их различной величины и формы, что позволяет летчику узнавать их наощупь. В качестве различительного признака используют цвет и расположение.

Для облегчения выработки навыков по управлению самолетом и сведения к минимуму ошибочных действий необходимо определенное соответствие между направлением движения органов управления и самолета, а также ожидаемыми изменениями показаний приборов. При этом следует ориентироваться на естественные рефлексy человека. Такое соответствие в некоторых случаях имеется. Например, при нажатии на правую педаль самолет отклоняется «вправо», а при нажатии на левую — «влево». Перемещение ручки управления самолетом «от себя» ведет к снижению самолета, а перемещение «на себя» — к набору высоты. Однако достижение такого соответствия применительно ко всем элементам управления — задача в достаточной мере сложная.

Знание устройства и оборудования рабочего места летчика позволяет авиационному врачу лучше изучить характер деятельности летчика, понять сложность летного труда, разобраться в причинах некоторых ошибочных действий, связанных с психофизиологическими факторами. На основании своих наблюдений и бесед с летчиками врач может сделать ценные предложения по регулированию микроклиматических условий в кабине самолета, устранению недостатков, выявляемых в процессе эксплуатации самолета, а также предложения по более рациональному устройству и оборудованию кабины самолета.

ГЛАВА 21. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЛЕТЧИКА В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО И ЖАРКОГО КЛИМАТА. ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОЛЕТНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

Погода — состояние атмосферы в рассматриваемом месте в определенный момент или за ограниченный промежуток времени (день, месяц). Определяется метеорологическими элементами: температурой, давлением и влажностью воздуха, ветром, облачностью, осадками, температурой и состоянием почвы или снежного покрова и др.

Климат — статистический многолетний режим погоды, одна из основных географических характеристик конкретной местности, к числу которых относятся широта и высота местности, близость к морю, особенности почвы и растительного покрова, наличие льда и снега, уровень солнечной радиации, циркуляция воздушных масс. Характеристики среды, в которой находится человек, обычно являются производными следующих составляющих: микроклимата одежды, микроклимата жилых и служебных помещений, географического микроклимата.

Микроклимат — климатические условия в ограниченном пространстве, созданные искусственно или обусловленные природными особенностями. Искусственный микроклимат создается для обеспечения наиболее благоприятных условий работающих людей. Среди всех факторов климата и микроклимата первостепенную физиологическую роль играют те, которые оказывают прямое влияние на интенсивность теплового обмена между поверхностью тела (обнаженной или закрытой одеждой) и окружающей средой. К ним относятся температура и влажность воздуха, скорость ветра, атмосферное давление. На микроклимат кабины ЛА, помимо климата окружающей среды, влияют работающее электрооборудование, кинетическое поверхностное трение, солнечная радиация, а при отказе системы кондиционирования также сильно нагретый воздух и газы от двигателей, избыток выдыхаемого человеком углекислого газа.

Летный и ИТС выполняют свои профессиональные обязанности в самых различных климатогеографических регионах. Многие из этих регионов относятся к неблагоприятным, особенно для людей, прибывших из других регионов. В их числе Арктика, высокогорье, аридная и юмидная зоны.

Арктика — обширная область северного полушария Земли. К арктическим районам относят сектор Северного Ледовитого океана с окраинными морями, многочисленные острова и архипелаги, прибрежную полосу континентальной части Евразийского материка, называемые Крайним Севером, Заполярьем или «высокими широтами». Неблагоприятное влияние климата Арктики на организм человека определяется, в основном, длительной и суровой зимой, коротким летом, выраженной неустойчивостью и изменчивостью погоды, резким нарушением обычной для умеренного климата фотопериодичности (с чем неизбежно связано появление «светового голодания» во время полярной ночи и «светового излишества» во время полярного дня), повышенной геомагнитной активностью, пустынностью и однообразием ландшафта, бедностью флоры и фауны. Количество тепла, получаемого за счет солнечной радиации, в высоких широтах по

сравнению с умеренно теплыми зонами меньше почти в 5 раз. Вследствие холодного климата абсолютная влажность снижена, а относительная во все время года достаточно высока, составляя 65–95 %. Характерные для Арктики движения вихревых течений циклонов и антициклонов сопровождаются резкими и частыми колебаниями атмосферного давления, перепадами температуры и влажности. Весьма специфичны для высоких широт геомагнитные возмущения. Это связано с особенностями строения магнитной сферы Земли, в результате чего в Арктике и Антарктиде влияние на организм человека космических и солнечных факторов значительно больше, чем в средних широтах.

Выделяют два основных типа жаркого климата: сухой (аридная зона) и влажный (юмидная зона).

Аридная зона включает области степей и пустынь с небольшим количеством осадков и высокой температурой в летние и отчасти весенне-осенние месяцы. По данным ЮНЕСКО пустыни составляют около 23 % площади всех континентов. На территории СНГ пустыни и полупустыни образуют широкий пояс между 36° и 46° с. ш. и 48° и 82° в. д. Для этих областей характерны высокие температуры воздуха и почвы, малая относительная влажность воздуха, высокая прямая и отраженная солнечная радиация. В некоторых районах аридной зоны температура воздуха в тени летом не опускается ниже +30 °С, температура почвы днем достигает +70 °С, количество осадков не превышает 30 мм в год. Относительная влажность воздуха в дневное время колеблется в пределах 5–20 %, повышаясь ночью до 20–60 %. Еще одной особенностью аридных зон являются выраженные суточные колебания температуры воздуха и почвы. В пустынях к перечисленным факторам добавляется ветер с пылью, нередко переходящий в пыльные бури.

Юмидная зона характеризуется относительно постоянной температурой среды в течение суток и года, очень высокой абсолютной и относительной влажностью. Наиболее характерны особенности тропического климата для джунглей. Среднемесячные температуры составляют здесь +24–29 °С, колебания их в течение года не превышают 1–6 °С. Годовая сумма солнечной радиации достигает 80–100 ккал/см², что почти в два раза больше, чем в средней полосе. Обильные осадки способствуют поддержанию высокой относительной влажности воздуха (80–90 %).

Высокогорье — часть суши, возвышающаяся над уровнем моря более чем на 2500 м. Наиболее значимыми для человека климатогеографическими особенностями высокогорья являются низкое атмосферное давление (и связанное с этим сниженное парциальное давление кислорода) и температура. При подъеме в горы температура воздуха обычно уменьшается на 0,5 °С на каждые 100 м. Вместе с тем характерны большая солнечная радиация днем, сухость воздуха, резкие перепады температуры в течение суток, сильные ветры.

Помимо климатогеографических условий регионов базирования неблагоприятное действие на организм летчика могут оказывать факторы, непосредственно связанные с выполнением профессиональной деятельности. Например, воздействие низких температур на организм летчика, в основном, происходит при катапультировании на больших высотах и аварийном погружении в холод-

ную воду. В практике летной работы известны также случаи, когда при отказах системы кондиционирования температура воздуха в кабине ЛА снижалась до -25 °С. Значительные тепловые нагрузки летчики испытывают перед взлетом, находясь в кабине ЛА при пониженной циркуляции воздуха и дополнительном выделении тепла оборудованием. В полетах на малых высотах за счет аэродинамического нагрева температура элементов внешней конструкции самолета достигает $+120$ – 150 °С, что может привести к прогреванию воздуха в кабине до $+40$ °С и даже $+50$ °С. На ЛА с большой площадью остекления (истребители, истребители-бомбардировщики) температура воздуха в кабине повышается вследствие действия солнечной радиации. Ухудшение конвективной теплоотдачи и адсорбция радиационного тепла возникают у летчиков также из-за использования влагонепроницающего или водоотталкивающего защитного снаряжения.

Таким образом, климатогеографические условия базирования и специфика профессиональной деятельности летного состава предъявляют высокие требования к функциональному и, прежде всего, тепловому состоянию организма. В связи с этим целесообразно рассмотреть основные механизмы и эффективность терморегуляции организма человека.

21.1. МЕХАНИЗМЫ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ ЧЕЛОВЕКА

У человека температура «ядра» тела как при физической нагрузке, так и в состоянии покоя отличается удивительным постоянством при разной температуре среды. В зоне температурного комфорта система терморегуляции человека допускает отклонения температуры мозга не более, чем на $0,05$ – $0,08$ °С. Главным условием поддержания постоянства температуры тела человека является устойчивый баланс между теплопродукцией (теплообразованием) и теплоотдачей. Неспособность системы терморегуляции поддерживать этот баланс приводит к переохлаждению (гипотермии) или перегреванию (гипертермии) человека.

Уровень теплообразования в организме зависит от величины основного обмена, «специфического динамического действия» принимаемой пищи, мышечной активности (сократительный термогенез) и интенсивности метаболизма внутренних органов (несократительный термогенез). Отдача тепла организмом в окружающую среду осуществляется путем излучения (радиации), кондукции (теплопроводения), конвекции (перенос тепла при обтеканием газом или жидкостью) и испарения.

Количество тепла, отдаваемого путем излучения инфракрасных волн, пропорционально площади поверхности излучения и разности температур кожи и среды. Чем больше эта разность, тем интенсивней идет излучение. При одинаковой температуре кожи и окружающей среды излучение прекращается, а если температура окружающей среды больше температуры кожи тело поглощает инфракрасные лучи из внешней среды.

Отдача тепла путем кондукции возникает при соприкосновении тела человека с другими физическими телами. Количество тепла, отдаваемого этим способом, пропорционально разнице температур контактирующих тел, теплопроводности и площади контактирующих тел, времени контакта. Сухой воздух и жировая ткань имеют низкую теплопроводность и являются теплоизоляторами, а

влажный воздух характеризуется высокой теплопроводностью. Поэтому пребывание при низкой температуре в среде с высокой влажностью (в т. ч. во влажной одежде) сопровождается усилением теплопотерь организма.

Перенос тепла движущимися частицами газов и жидкостей (воздуха, воды, крови) называется конвекцией. Чем ниже температура воздуха, тем выше скорость его движения, тем больше теплоотдача организма. Отдача тепла путем излучения, кондукции и конвекции становится неэффективной при выравнивании средних температур тела и окружающей среды. Если внешняя температура превышает среднее значение температуры кожи, организм начинает поглощать тепло извне, и единственным способом теплоотдачи становится испарение влаги с поверхности тела. Эффективность испарения уменьшается при повышении влажности воздуха и уменьшении скорости его движения. В условиях температурного комфорта (температура воздуха в кабине ЛА в пределах $15-20 \pm 5$ °С) при теплопродукции $50-85$ Вт/м² организм летчика теряет путем излучения $40-55$ % тепла, конвекции — $15-30$ %, испарения — $20-25$ %, кондукции — $2-5$ %.

Существует два основных физиологических механизма защиты от холода: уменьшение теплоотдачи (увеличение теплоизоляции) и повышение теплопродукции. Уменьшение теплоотдачи происходит за счет сужения поверхностных сосудов и минимизации потоотделения. При дальнейшем снижении температуры тела активируются механизмы теплопродукции: повышается тонус скелетных мышц, развивается холодовая дрожь, стимулируется липолиз в жировой ткани. В чрезвычайных обстоятельствах максимальная теплопродукция организма человека не более чем в $3-4$ раза превышает теплопродукцию при основном обмене, т. е. возрастает от $4,17$ до $12,51$ кДж/ч на 1 кг массы тела. Теплоотдача при низких температурах воздуха осуществляется, в основном, посредством излучения и конвекции. Чем больше разница между температурами поверхности тела и среды, тем интенсивней охлаждение тела.

Температура поверхности тела определяется двумя «эндогенными» факторами: теплопроводением из внутренних органов к поверхности кожи («внутренняя» кондукция) и переносом теплоты кровью («внутренняя» конвекция). Передача теплоты при «внутренней» кондукции зависит от теплопроводности тканей, площади поверхности, отдающей тепло, толщины слоя тканей, отделяющего внутреннюю среду организма от поверхности кожи, разности температур между последними. Теплопроводность живых тканей не изменяется и не регулируется. Площадь тела человека и толщина тканей относительно постоянные. Следовательно, для конкретного человека потеря тепла посредством «внутренней» кондукции обусловлена только разностью температур внутренних областей тела и поверхности кожи.

При угрозе переохлаждения кровообращение в коже становится минимальным, и ее температура целиком определяется теплопроводностью ткани. Объем минимального кровотока равен примерно $0,08-0,09$ л/мин крови на всю площадь поверхности кожи. Такое изменение кожного кровотока по эффективности защиты от холода можно сравнить с теплой хлопчатобумажной рубашкой. Основной причиной гибели клетки при охлаждении является нарушение механизма активного транспорта ионов и уменьшение трансмембранного потенциала.

Наибольшим изменениям подвергается содержание ионов кальция. При уменьшении температуры клетки с 37 °С до 20 °С внутриклеточная концентрация ионов кальция увеличивается более чем на два порядка, что приводит к запуску ферментных механизмов, разрушающих клетку.

В целом, физиологически человек защищен от холода слабо и вынужден в условиях холодного климата использовать естественные и искусственные средства защиты: одежду, жилища, естественные укрытия от действия ветра, соответствующую позу (поза «калачиком» позволяет уменьшить площадь теплоотдачи), обогревающие устройства и др.

Физиологическая защита организма человека от перегревания реализуется посредством отдачи тепла путем излучения, кондукции, конвекции, испарения. При повышении температуры окружающей среды до 33 °С содержание теплового баланса осуществляется за счет повышенной отдачи теплоты кровью, теплоотдача путем излучения, кондукции и конвекции оказывается практически закрытой. Приток крови от внутренних органов к коже повышает температуру кожи с 32–34 °С до 35–36 °С, что существенно усиливает выведение теплоты. Для усиления теплоотдачи от кожи используются кожные артериовенозные анастомозы. Они расположены в коже на расстоянии около 1 мм от поверхности тела. Диаметр анастомозов (50–200 мкм) значительно превышает диаметр капилляров и наиболее выгоден для теплоотдачи. Вместимость анастомозов намного больше объема капилляров. Поэтому кровоток и теплоотдача в анастомозах намного выше. Кроме того, суммарное сопротивление капилляров кровотоку значительно больше, чем таковое в артериовенозных анастомозах. Следовательно, терморегуляционные сосудистые реакции при перегревании обеспечивают быструю отдачу теплоты и уменьшение нагрузки на сердце.

Когда температура среды выше температуры крови, единственным способом теплоотдачи является потоотделение. При испарении 1 г воды с поверхности кожи, имеющей температуру 34–35 °С, элиминируется около 2,37 кДж (570 кал) теплоты. Испарение пота позволяет отдавать теплоту внутренней среды организма благодаря «внутренней» кондукции и тепломассопереносу с кровью. Поэтому для терморегуляции в условиях жаркой среды очень важно сохранение сосудистых реакций. При температуре внешней среды выше 37 °С в условиях 100 % влажности испарение пота становится малоэффективным и вероятность развития перегревания резко увеличивается.

Система терморегуляции человека чрезвычайно чувствительна к действию различных факторов. Терморегуляция быстро нарушается при гиперкапнии и гипоксии. При гипоксии угнетается функция нейронов центра терморегуляции гипоталамуса и уменьшается теплопродукция организма.

21.2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЛЕТЧИКА

Функциональное состояние и работоспособность человека при неблагоприятном действии климатогеографических факторов во многом определяются степенью приспособления к ним функций и структур органов и систем как меры соответствия организма внешним условиям. Основными формами приспособления организма человека к изменившимся условиям являются поведенческая и

физиологическая адаптация, в основном, проявляется при чрезмерной силе воздействующего фактора и ограниченности функциональных резервов организма. Например, в условиях высокой внешней температуры, помимо уменьшения объема движений, возникают реакции выбора оптимальных условий, выражающиеся в предпочтении пребывания в тени, прохладном помещении, использование подходящей одежды. При действии низкой температуры человек стремится избежать охлаждения и сохранить тепло, используя одежду, помещение, огонь и другие средства защиты. Специфической чертой поведенческой адаптации является ее активная направленность.

Физиологическая адаптация проявляется изменением функций органов и систем организма в новых условиях среды. Изменения функций неразрывно связаны с морфологическими перестройками в органах и тканях.

Условия высоких широт. *Адаптивные изменения функций организма.* Наиболее выраженные изменения функций организма человека происходят в начальный период приспособления к условиям высоких широт, длительность которого составляет от 4–6 мес. до 2–3 лет. В этот период возможны депрессивные и невротические тенденции, усиление агрессивности или, напротив, социальной зависимости, снижение фрустрационной толерантности, общего тонуса ЦНС, о чем свидетельствует относительно большой прирост латентного периода реакций на сильные раздражители по сравнению с реакциями на слабые стимулы. В целом, суровые природно-климатические условия изменяют психофизиологический статус у многих людей, что создает благоприятную основу для негативного действия на организм социальных и профессиональных факторов. Снижаются физическая и операторская работоспособность.

В начальный период адаптации к условиям Крайнего Севера повышается активность симпатoadреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем. Усиливается секреция тиреотропного гормона и функция щитовидной железы. Возрастает основной обмен, увеличивается образование тепла. Вследствие реципрокных отношений между тиреотропной и антидиуретической функциями при действии холода снижается продукция антидиуретического гормона, что сопровождается возникновением так называемого «холодового диуреза»: выделением большого количества воды, натрия, хлоридов, снижением удельного веса мочи. Возникают жажда, сухость кожи и слизистых, гемоконцентрация. Дегидратации способствует сухость воздуха, который при поступлении в легкие поглощает значительное количество влаги. Обезвоживание тканей снижает их теплопроводность и отдачу тепла организмом. Кортикостероиды, стимулируя глюконеогенез и повышая содержание глюкозы в крови, мобилизуют энергоресурсы организма. Калоригенный эффект катехоламинов и тироксина реализуется через активацию синтеза белка и нуклеиновых кислот в мышечной и бурой жировой тканях, что приводит в последующем к увеличению в них мощности митохондрий, потребления и эффективности использования кислорода.

Изменения показателей кардиореспираторной системы в начальный период приспособления к условиям высоких широт характеризуются увеличением ЧСС, АД, периферического сосудистого сопротивления и линейной скорости кровотока. В этот период происходит уменьшение резервных объемов легких и увеличе-

ние остаточного объема, что способствует согреванию холодного вдыхаемого воздуха и уменьшению его действия на слизистую верхних дыхательных путей. Вследствие действия холодного воздуха происходит рефлекторное сужение гладкомышечного каркаса бронхов и констрикция мелких сосудов легких. Эти изменения приводят к неустойчивости вентиляционно-перфузионных отношений по зонам легких, регионарной гипоксии легочной ткани и проявляются так называемой «полярной одышкой». Спазм легочных сосудов ведет к увеличению систолического давления в легочных артериях. Так как легкие наряду с кожей являются основными структурами теплоотдачи, перечисленные изменения в системе внешнего дыхания способствуют уменьшению теплопотерь. В дальнейшем ЧСС и признаки дыхательной недостаточности уменьшаются, но АД и периферическое сопротивление остаются повышенными.

Недостаточность функциональных резервов резистентности организма в начальный период адаптации к условиям высоких широт сопровождается увеличением заболеваемости, которая в 4–5 раз выше, чем в последующие годы. В механизмах неблагоприятных изменений защитных функций организма в этот период ведущее значение имеют метаболические изменения внутриклеточных процессов и нарушения фагоцитарной и бактерицидной функции полиморфно-ядерных лейкоцитов и мононуклеарной фагоцитирующей системы. Через год пребывания в Арктике заметно снижаются и гуморальные факторы защиты.

Показатели кислотно-основного обмена в условиях Крайнего Севера отражают две разнонаправленные метаболические тенденции организма. С одной стороны, гипервентиляция способствует развитию дыхательного алкалоза. Вместе с тем, увеличение основного обмена, активация гликолиза и липолиза инициируют развитие метаболического ацидоза. В большинстве случаев преобладают проявления дыхательного алкалоза, которые после 2 и более лет пребывания в Заполярье уменьшаются. Кроме того, отмечается большая артериовенозная разница по кислороду, обусловленная избыточным его потреблением вследствие активации теплопродукции.

В целом, в процессе адаптации к экстремальным условиям Арктики в среднем через 3–4 года после прибытия человека из средних широт формируется новый уровень функционирования физиологических систем организма. При этом одни показатели могут достигать первоначальных значений, а другие существенно от них отличаться. Такое состояние обозначают как «арктический адаптивный тип».

Действие низких температур. Первыми проявлениями действия низких температур на организм человека являются ощущение озноба или острой боли в пораженных участках тела (руки, ноги, щеки, нос), что наблюдается при температуре кожи 5–15 °С. В этот период отмечают скованность конечностей, онемение мышц, потеря тактильной чувствительности, замедление управляющих и нарушение координированных движений при управлении ЛА. С уменьшением температуры воздуха в кабине самолета время сохранения работоспособности летчика прогрессивно падает (табл. 21.1). Охлаждение кожи ниже 0 °С может привести к отморожению. При этом снижение температуры тела нередко отсутствует. Дальнейшее охлаждение, когда температура тела снижается до 35 °С,

сопровождается интенсивной мышечной дрожью, развитием общей слабости, замедлением мышления, затруднением речи, увеличением числа ошибочных действий. При температуре тела 32,2–30 °С дрожь исчезает, сменяясь ригидностью мышц, активное дыхание и кровообращение сохраняются. Когда температура тела снижается до 29–27,2 °С, угнетаются сознание, пульс и дыхание. При 26,6–25 °С нередко полностью угасает сознание, однако при активном согревании все эти явления быстро исчезают. Дальнейшее охлаждение приводит к развитию комы (температура тела 24–23 °С). Гибель наступает при температуре тела 20–17 °С. Однако в литературе отмечены случаи спасения людей при более низких температурах тела.

Таблица 21.1

Время сохранения работоспособности летчиков при выполнении полетного задания в условиях действия низких температур

Микроклиматическая зона	Эффективная температура, °С	Время, мин
Допустимая	+14,9...	60–120
Предельно допустимая	+5,0–4,9...	30–60
Предельно переносимая	–4,9–4,8	10–30
Опасная	...–14,9 и ниже	5–10

Следует учитывать, что с увеличением влажности и скорости движения воздуха при температуре воздуха ниже +15 °С усиливаются эффекты, связанные с избыточной теплоотдачей. Американский исследователь Пол Сэйпл разработал так называемый ветрохолодовой индекс (табл. 21.2), позволяющий оценить охлаждающий эффект ветра. Например, влияние температуры воздуха 0 °С при ветре 11–12 м/с соответствует эффективной температуре –17 °С.

Таблица 21.2

Ветрохолодовой индекс (охлаждающий эффект ветра, воздействующего на ткани организма)

Скорость ветра, м/с	Фактические показания термометра, °С												
	10	5	0	–5	–10	–15	–20	–25	–30	–35	–40	–45	–50
Эквивалентная температура, °С													
Штиль	10	5	0	–5	–10	–15	–20	–25	–30	–35	–40	–45	–50
2–3	9	3	–2	–7	–12	–17,5	–23	–28	–33	–38	–44	–49	–54
4–5	4	–2	–8	–14	–21	–27	–34	–38	–44	–51	–57	–63	–69
6–7	2	–5	–12	–19	–25,5	–32	–39	–44	–51	–58	–65	–72	–80
8–9	0	–7	–14	–22	–29	–35,5	–43	–49	–56	–64	–71	–78	–85,5
10	–1	–7,5	–15,5	–23	–30,5	–36,5	–44,5	–50,5	–58	–65,5	–74	–80	–88
11–12	–1,5	–8	–17	–24	–32	–38	–46	–52	–60	–67	–75,5	–83	–90,5
13–14	–2	–10	–18	–26	–34	–40	–49	–54	–63	–70,5	–78	–87	–94
15–16	–3	–11	–19	–27	–35	–42	–50,5	–57	–64	–73	–81	–89	–97
17–18	–3,5	–12	–20	–28	–36	–43	–52	–58	–68	–74	–82	–90,5	–99
Свыше 18 м/с охлаждающий эффект ветра незначителен	Умеренная зона				Зона нарастающей опасности				Опасная зона				

При исследовании функционального состояния человека в условиях автономного существования в районах Крайнего Севера установлено, что в течение

14 суток физическая работоспособность и масса тела снижается в среднем на 25 и 8 % соответственно. Даже легкая физическая работа сопровождается выраженной тахикардией и одышкой. Средневзвешенная температура кожи за это время уменьшается на 2–3 °С и составляет в покое $29,9 \pm 0,4$ °С при входном уровне 33,1 °С. Максимальное уменьшение температуры зафиксировано на коже кистей и стоп на 8,3 °С и 3,2 °С соответственно. Энергетическая цена работы возрастает на 30–50 %. Динамика психического состояния характеризуется ухудшением самочувствия, активности, настроения, повышением уровня ситуационной тревожности, возникновением страха и немотивированной агрессивности.

Жизнедеятельность человека в холодной воде определяется скоростью снижения температуры тела. Теплопроводность воды в 26 раз больше, чем воздуха, поэтому отдача организмом тепла в воде происходит интенсивней. Время выживания легко одетых людей при температуре воды от +5 до +15 °С составляет 1,5–3 ч. В воде при снижении температуры тела ниже 36,6 °С нарушается способность к принятию решений и выполнению сложных видов деятельности. При температуре тела ниже 35,5 °С нарастает двигательная заторможенность, апатия, психическое состояние в целом не отвечает требованиям к действиям по спасению. Снижение температуры тела ниже 32 °С приводит, как правило, к потере сознания и сопровождается высокой летальностью. При остром охлаждении в воде теплопродукция осуществляется, в основном, за счет мышечной активности и несократительного термогенеза. Поэтому время выживания определяется сроком, в течение которого сохраняются произвольные мышечные движения и сознание. В целом, ухудшение функционального состояния человека при нахождении в холодной воде обусловлено быстрым нарастанием гипоксических изменений в «оболочке» тела, повышенной типизацией энергетических субстратов, нарастанием содержания недоокисленных продуктов.

Условия низких широт. *Адаптивные изменения функций организма.* Реакции организма человека в жаркой среде обитания во многом зависят от температуры и влажности среды, а также интенсивности физических и нервно-эмоциональных нагрузок, поскольку последние сопровождаются эндогенной гиперпродукцией тепла. Процесс адаптации организма человека к условиям низких широт связан, прежде всего, с оптимизацией функций сердечно-сосудистой и потовыделительной систем. Устойчивая тепловая акклиматизация наступает через 2–6 недель непрерывного или периодического теплового воздействия. В начальный период адаптации активация симпатoadреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем приводит к усилению гликолиза и глюконеогенеза. Изменения вегетативной регуляции сопровождаются расширением сосудов кожи и слизистых верхних дыхательных путей, сужением сосудов желудочно-кишечного тракта, печени, почек, раскрытием артериовенозных анастомозов. Увеличение сердечного выброса (в основном, за счет роста ЧСС) и перераспределение тонуса сосудов обеспечивают усиление кожного кровотока.

В связи с тем, что скорость движения крови в периферических сосудах в 5–20 раз медленней, чем в магистральных венах, снижается эффективный объем циркулирующей крови. Компенсация относительной гиповолемии достигается за счет перемещения внеклеточной жидкости в сосудистое русло. Увеличивается

объем плазмы, уменьшаются систолическое и диастолическое артериальное давление, гематокрит. Усиление потоотделения достигается вследствие роста кожного кровотока. Уменьшение почечного кровотока и скорости клубочковой фильтрации возникает из-за сужения почечных сосудов и повышения секреции вазопрессина и альдостерона. Следствием уменьшения кровотока в почках является снижение их выделительной функции. Легочная вентиляция увеличивается, в основном, за счет глубины дыхания.

Гипокапния и дыхательный алкалоз являются постоянными признаками перегревания организма человека. Секреторная, всасывательная и моторная функции желудочно-кишечного тракта снижаются. Уменьшение кровотока во внутренних органах и мышцах приводит к несоответствию между доставкой кислорода и его потреблением, развитию вторичной тканевой гипоксии с активацией анаэробного гликолиза и накоплением недоокисленных продуктов обмена. Вторичная тканевая гипоксия способствует повышению проницаемости лизосомальных мембран клеток внутренних органов и мышц, выходу лизосомальных протеиназ в кровь.

Ведущими физиологическими показателями, отражающими степень влияния внешней тепловой нагрузки на тепловое состояние организма, являются: температура тела, ЧСС, тонус и кровенаполнение сосудов, теплонакопление и влагопотери. Критерием переносимости тепловой нагрузки обычно служит температура тела. Предельно допустимая температура (под языком) у испытуемых в условиях натурального эксперимента в пустыне составляла 38,9 °С (В. Г. Волович, 1989). По данным отечественных и зарубежных авторов, критическая температура для организма человека (по результатам измерения ректальной температуры) составляет 38,5–39,4 °С, а ЧСС — от 120 до 160 уд/мин. Допустимый избыток накопления тепла, отнесенный к поверхности тела человека, при различных уровнях физической активности в условиях предельной гипертермии составляет от 75 до 120 ккал/м².

Адаптированность организма человека к условиям низких широт характеризуется совершенствованием механизмов регуляции теплообразования и теплоотдачи. Перестройка физической терморегуляции проявляется в усилении потоотделения и кровоснабжения кожи, снижении кровоснабжения внутренних органов и мышц. Изменения процессов химической терморегуляции осуществляются за счет снижения интенсивности окислительных процессов, уменьшения теплопродукции внутренних органов. Признаками адаптированности организма человека к условиям жаркого климата являются уменьшение активности коры надпочечников и щитовидной железы, замедление глюконеогенеза и гликолиза, восстановление запасов гликогена в печени и скелетных мышцах, лейкопения и лимфоцитоз, уменьшение уровня эритропоэтина и количества эритроцитов, повышение содержания гемоглобина крови, низкий основной обмен. Интегральным показателем тепловой адаптации следует считать расширение границ оптимального теплоощущения — зоны комфорта.

При выполнении профессиональных обязанностей в условиях жаркого климата возникает конфликт между эволюционно обусловленным типом адаптационного реагирования организма на высокую температуру (потребность в

покое) и социально обусловленными нормами поведения (необходимость осуществления профессиональной деятельности). Физическая нагрузка в условиях значительного внешнего теплового воздействия (температура воздуха 33 °С и выше, высокая влажность) выполняется с нарастанием доли анаэробного метаболизма во внутренних органах, истощением запасов гликогена и быстрым накоплением молочной кислоты. В этих условиях практически единственным путем теплоотдачи становится потоотделение. Потери воды с потом при температуре внешней среды 37,8 °С достигают 300 г/ч. При тяжелой физической работе в этих условиях общие потери жидкости за сутки могут превысить 8–12 л. Дефицит жидкости в организме уменьшает его устойчивость к физическим нагрузкам в жаркой среде обитания. Дегидратация сопровождается истощением солевого запаса организма. В умеренном климате из организма человека в течение суток выводится 12–15 г хлоридов натрия и калия почками и теряется с потом 2–6 г. В условиях пустыни только с потом выводится до 20–40 г солей. В результате может возникнуть дефицит электролитов — калия, натрия, хлора и др. Потери 3–4 % воды от массы тела переносятся большинством людей удовлетворительно и проявляются жаждой, отсутствием аппетита, покраснением кожи, учащением сердечных сокращений, тошнотой. Дегидратация в пределах 5–9 % от массы тела должна расцениваться как предельно допустимая для выживания.

Существует ряд информативных признаков обезвоживания. В их числе выраженная жажда, появление темной мочи с суточным объемом диуреза менее 500 мл, головная боль и тошнота. Тяжелая дегидратация (более 10 % от массы тела) вызывает у человека физические и психические нарушения: нарушаются зрение, слух, глотание, затрудняется речь, возможно нарушение сознания. При этом требуются срочные врачебные меры: внутривенное введение изотонического раствора хлорида натрия (до 1 л/ч в начале лечения, но не более 4 л/сут), 5 % раствора глюкозы. При температуре воздуха свыше 30 °С смертельным является обезвоживание в пределах 15 % от массы тела. Признаками солевого истощения служат сильные желудочные спазмы, рвота, слабость, апатия, ортостатический обморок, нередко сильные судороги вследствие снижения содержания хлоридов в плазме крови. При этом жажда незначительная. Обильное питье подсоленной воды (5 г на 1 л) дает быстрый положительный эффект.

Действие высоких температур. В жарком климате возможны следующие виды тепловых поражений. Острые тепловые поражения: перегревание I–III степени, тепловой и солнечный удар, тепловой обморок. Подострые поражения: тепловое истощение вследствие обезвоживания и потери организмом солей, тепловые судороги. Хронические поражения: неврастенический, анемический, сердечно-сосудистый, желудочно-кишечный синдромы. Наиболее характерными тепловыми поражениями является перегревание организма I–III степени. I степень перегревания сопровождается гиперемией и влажностью кожных покровов, тепловым дискомфортом, оцениваемым субъективно как «тепло». II степень перегревания характеризуется обильным потоотделением, резкой гиперемией кожных покровов и склер, головной болью, пульсацией в висках, тепловым дискомфортом, оцениваемым субъективно как «жарко». III степень перегревания проявляется обильным потоотделением, усиленным сердцебиением, тошнотой,

головокружением, тепловым дискомфортом, оцениваемым субъективно как «очень жарко».

Чем выше температура и влажность среды, тем быстрее наступают изменения физической и умственной работоспособности летчиков (табл. 21.3). При незначительном повышении температуры тела возникает некоторая эйфория, неосознанное завышение своих психофизиологических возможностей, происходит ускорение устного счета и решения арифметических задач, уменьшение времени простой сенсомоторной реакции. Эффективность деятельности при этом может даже несколько повышаться. Так, деятельность летчиков при кратковременном (несколько минут) повышении температуры воздуха в кабине самолета до 30–40 °С иногда бывает более эффективной, чем при комфортных температурах. Вероятным объяснением данного феномена является возрастание активности ЦНС, обеспечивающей оптимальный уровень работоспособности. При длительной гипертермии (часы, сутки) вследствие экзогенной тепловой нагрузки, когда температура тела превышает 38 °С, ухудшаются показатели простой сенсомоторной реакции и реакции с выбором, внимания, качество управления в режиме слежения, раньше развивается утомление, снижается интерес к работе, могут возникать угнетение сознания или пароксизмы агрессивности. В этих условиях даже высокая мотивация человека на выполнение работы не улучшает результаты деятельности. Признаком предельно допустимой физической нагрузки в условиях жаркой среды является увеличение ЧСС до 160–170 уд/мин и ректальной температуры до 39,5 °С.

Таблица 21.3

Время сохранения работоспособности летчиков при выполнении полетного задания в условиях действия высоких температур

Микроклиматическая зона	Эффективная температура, °С	Время, мин
Допустимая	+21,7–27	30–60
Предельно допустимая	+27,1–32	20–30
Предельно переносимая	+32,1–38	10–20
Опасная	Выше +38,1	5–10

Изменения состояния организма летчика в условиях жаркого климата приводят к снижению переносимости пилотажных перегрузок, статокINETических воздействий, шума и вибрации, уменьшению ортостатической устойчивости и усилению токсического действия многих химических веществ (бензина, окиси углерода, бензола, свинца). Причинами снижения переносимости действия указанных факторов являются: перераспределение крови в организме вследствие изменения сосудистого тонуса, дегидратация, нарушение функциональной системности анализаторов. Вместе с тем, известно, что разрежение воздуха облегчает переносимость высоких температур благодаря увеличению теплоотдачи испарением и уменьшению теплопродукции (снижение окислительных процессов в организме).

Исследование физической работоспособности человека в условиях автономного существования в пустыне показало, что к концу вторых суток она снижается на 23–38 %, потеря массы тела составляет 6,5 %. Эти данные свидетельствуют о критическом ухудшении состояния организма человека уже на вторые

сутки пребывания в пустыне. Днем в пустыне (температура воздуха 46–48 °С, влажность 15–30 %, скорость ветра 10–15 м/с, водопотребление до 1,5 л/сут) ЧСС у испытуемых в покое составляет 102–145 уд/мин, ректальная температура — $39,2 \pm 0,2$ °С, венозное давление уменьшается с 5–10 до 2–5 мм рт. ст., снижается ортостатическая устойчивость. Эмоциональное состояние в этих условиях характеризуется нарастающей апатией, потерей волевых качеств, развитием тревожно-депрессивной симптоматики, появлением галлюцинаций, связанных с водой. В целом, лимитирующими факторами деятельности летчика в условиях жаркого климата являются тепловая и физическая нагрузка, ограниченное водопотребление, негативные эмоциональные состояния.

Условия высокогорья. *Адаптивные изменения функций организма.* Адаптация организма человека к условиям высокогорья формируется при пребывании на высотах более 2500 м над уровнем моря и обусловлена действием комплекса факторов, среди которых ведущими являются низкие парциальное давление кислорода и температура. Период срочной адаптации (в среднем 2–4 недели) характеризуется активацией многих систем организма, направленной на «борьбу за кислород». В последующем эти «аварийные» реакции сглаживаются и сменяются энергетически более выгодными морфофункциональными перестройками организма. Период стабильной адаптации формируется в течение 4–6 недель пребывания в условиях высокогорья и характеризуется динамической устойчивостью физиологических показателей, повышением эффективности метаболизма в органах и тканях.

В период срочной адаптации происходит активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и симпатoadреналовой систем, которые усиливают функции физиологических систем организма и обеспечивают мобилизацию энергетических ресурсов в целях адекватного обеспечения тканей кислородом. Гликогенолитическое действие катехоламинов и глюкагона способствует использованию углеводного депо печени. Гиперсекреция глюкокортикоидов обеспечивает усиление энергообеспечения тканей за счет преобразования структурных резервов организма (аминокислот и жиров) в энергетические (глюкоза), а гиперфункция щитовидной железы обеспечивает увеличение основного обмена. С увеличением высоты и активацией механизмов терморегуляции вследствие уменьшения температуры воздуха энерготраты возрастают. На высотах 2500–3800 м расход энергии за переход составляет 3840–4140 ккал, а с увеличением высоты до 4000–5000 м — 6000–6500 ккал. Усиление одышки и чувства саднения в горле сопровождаются появлением kloкочущего дыхания, выделением пенисто-кровянистой мокроты, загрудинными болями, бледностью кожи, холодным потом.

Острый горный отек головного мозга может развиваться после быстрого подъема на высоты 4000–4500 м. В связи с тем, что синдром часто возникает на фоне острой горной болезни, отека легких или почечной недостаточности, летальность при его развитии достигает 20 %. Наиболее характерны мучительные головные боли, тошнота, рвота и нарушения поведения — от астено-депрессивных проявлений до бурных истерических вспышек и галлюцинаций. Грозными предшественниками потери сознания и судорог являются двигательные и речевые расстройства, дезориентация, диплопия, расширение вен глазного дна и отек

соска зрительного нерва, брадикардия. Смерть наступает от паралича жизненно важных регулирующих центров головного мозга.

После длительного проживания в условиях высокогорья (месяцы и годы) возможно развитие хронической горной болезни (болезнь Монге), патогенез которой объясняют повышением порогов периферических хеморецепторов и последующим снижением роли гипервентиляции в процессах высокогорной адаптации. При этом отмечается неадекватная оценка ситуаций, ослабление памяти и мотиваций, неустойчивость внимания, возрастание эмоциональной реактивности, снижение концентрации гемоглобина в крови, полицитемия.

21.3. СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Исходя из особенностей адаптивных реакций человека в различных климатогеографических регионах, целесообразно выделить следующие направления защиты летного и ИТС от неблагоприятного действия факторов климата и микроклимата.

Профилактика дезадаптивных проявлений. Осуществляется перед перебазированием в регион с неблагоприятными климатогеографическими условиями. Направлена на предотвращение патологических проявлений акклиматизации и повышение функциональных резервов организма человека. К мероприятиям этого направления относятся: отбор лиц, имеющих противопоказания по состоянию здоровья к работе в конкретных климатогеографических регионах, санация очагов хронической инфекции, психофизиологическая подготовка, неспецифическая и специфическая тренировки.

Психофизиологическая подготовка предусматривает моделирование профессиональной деятельности в неблагоприятных условиях региона предстоящего базирования. Она может осуществляться на тренажерах, в климатических комплексах и др. Психофизиологическая подготовка должна включать проведение инструктивно-методических занятий по характеристике климатогеографических факторов района базирования, признакам дезадаптации организма человека, средствам и методам повышения адаптивных возможностей организма к действию факторов холодного, жаркого и горного климата, способам восстановления работоспособности летчиков после полетов в неблагоприятных климатогеографических условиях.

Неспецифическая тренировка направлена на гомеостатические механизмы различными методами неспецифической профилактики. К ним относятся: физическая подготовка, УФ-облучение, дополнительная витаминизация, закаливание, нормо- и гипобарическая гипоксия и др. Повышение общей выносливости и функциональных резервов организма может достигаться с помощью бега, плавания, лыжной ходьбы. При этом используется интервальная методика физической тренировки, направленная на увеличение ударного объема сердца. Тренировка выполняется 5–7 раз, продолжительность каждого повторения — 2–3 мин. При этом в течение 1–2 мин отдыха после каждого цикла тренировки ЧСС должна уменьшаться от 125–135 до 95–105 уд/мин, увеличение ЧСС более 140 уд/мин свидетельствует о передозировке нагрузки. В результате неспецифической тре-

нировки возникает перекрестная адаптация — повышенная устойчивость к одному фактору среды после действия на организм другого.

Специфическая тренировка обеспечивает повышение устойчивости организма после дозированного контролируемого действия специфического для региона предстоящего базирования моделируемого неблагоприятного фактора среды. Существует две группы методик превентивной специфической тренировки: методики «гладкой» и «дробной» адаптации. «Гладкая» адаптация предусматривает периодическое продолжительное (часы) воздействие на организм тренирующего фактора умеренной интенсивности, приводящее к постепенному вовлечению в ответную реакцию систем гомеостаза. Доза воздействия от сеанса к сеансу может не изменяться или постепенно возрастать («ступенчатая» адаптация) за счет увеличения продолжительности действия или интенсивности фактора. Например, повышение устойчивости организма человека к условиям высокогорья может быть достигнуто в результате ежедневного 30-минутного пребывания в условиях гипобарической гипоксии (в барокамере) в течение 10–30 дней. Первый подъем в барокамере выполняется до высоты 1500 м. Высота увеличивается на 500 м в последние 10 мин каждого сеанса. Во время 5-го и последующих сеансов осуществляется подъем на высоту 3000–3500 м.

«Дробная» адаптация предполагает непродолжительное (минуты) применение тренирующего фактора большой интенсивности, вызывающего выраженное напряжение гомеостатических механизмов. Например, одна из методик экспресс-адаптации летчиков к условиям жаркого климата состоит в ежедневных (на протяжении 4–7 дней) контрастно-температурных воздействиях, проводимых в сауне. Контрастно-температурное воздействие заключается в трехкратном, по 10 мин каждое, пребывании в термокамере при температуре воздуха $+90 \pm 5$ °С, относительной влажности 10–15 %, скорости движения воздуха 0,1–0,2 м/с. В течение 1–2 мин 10-минутных перерывов между тепловыми воздействиями проводятся водные процедуры (душ, бассейн, ванна) с температурой воды 15–17 °С. ЧСС на любом этапе методики не должна превышать 130 уд/мин, ректальная температура — 39 °С, общая потеря массы тела — 1–1,5 кг. Специфическая тренировка холодовой устойчивости может достигаться путем регулярного обливания прохладной (21–33 °С) и холодной (ниже 20 °С) водой, использования холодного душа, а устойчивости к факторам высокогорья — интервальным или периодическим применением гипоксических газовых смесей в нормобарических условиях.

Оптимизация физиологической адаптации. Проводится в течение первых месяцев пребывания в новом регионе и направлена на снижение неблагоприятного влияния экологических факторов на функциональное состояние и работоспособность летчиков. Включает рационализацию режима труда, отдыха, питания и водообеспечения, ослабление неблагоприятного воздействия факторов среды, использование средств повышения неспецифической резистентности организма и фармакологической коррекции.

Рационализация режима труда и отдыха. В период срочной адаптации время отдыха должно быть увеличено, а физические и умственные нагрузки уменьшены. Профессиональные нагрузки целесообразно увеличивать постепен-

но в течение 1–2 мес., в горах на высотах более 3500 м, в Заполярье — в течение 4–6 мес. Желательно ограничивать профессиональную деятельность в период максимальной интенсивности действия факторов среды. Например, при температуре воздуха в тени свыше +21–25 °С целесообразно планировать полеты в утренние и вечерние часы. При температуре воздуха свыше +35 °С необходимо ограничивать количество вылетов и стартовое время до 5 ч. В горах на высотах более 2500 м значительную физическую работу следует выполнять в несколько приемов с перерывами на отдых. При эффективных температурах ниже минус 3–5 °С обязательны регулярные перерывы для согревания. Необходимо помнить, что основными критериями переносимости нагрузок должны быть показатели температурного гомеостаза, сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Не следует забывать о возможности нормализации процессов адаптации с помощью дополнительного профилактического отдыха.

Изменение режима и характера питания и водопотребления. В условиях высоких широт необходимы 4-кратное обеспечение летчиков горячей пищей, постоянное потребление горячих напитков, увеличение в рационе содержания растительных и животных жиров. В регионах с жарким климатом следует употреблять углеводную и углеводно-белковую пищу, достаточное количество охлажденной воды и солей, снижать калорийность обеда и увеличивать калорийность ужина и завтрака. Не следует забывать, что кофеин способствует обезвоживанию организма и поэтому необходимо ограничить потребление кофе. В горах пища должна быть преимущественно белково-углеводной с увеличенным содержанием витаминов А, С, группы В.

Ослабление действующих на организм человека неблагоприятных факторов среды обеспечивает сохранение функциональных резервов организма и предупреждает развитие дезадаптивных нарушений. Уменьшение тепловой нагрузки осуществляют с помощью вентилируемых помещений, тентов, навесов, головных уборов, обмундирования, охлаждающих душей, кондиционеров, солнцезащитных козырьков, жалюзи, дополнительной вентиляции автотранспорта для перевозки летчиков и кабин ЛА. К специальным средствам защиты летчиков относятся вентилирующие костюмы, системы вентиляции ВКК и МСК.

Для защиты от действия неблагоприятных факторов Крайнего Севера и гор используют ветрозащитные и обогреваемые помещения, имеющие температуру не ниже +20–23 °С, летно-техническое обмундирование, вентилирующее снаряжение. Морские спасательные комплекты защищают от действия низких температур как в кабине самолета, так и в воде. Профилактика снежной офтальмии достигается ношением очков с желтыми или светло-зелеными стеклами.

Фармакологическая коррекция адаптивных процессов. Используются адаптогены, актопротекторы, витамины, стимуляторы, транквилизаторы, цитомедины и другие фармакологические средства, ускоряющие развитие устойчивых форм адаптации. Кроме того, для повышения неспецифической резистентности организма можно применять УФ-облучение, закаливание, эпизодическое дыхание кислородом и др.

ГЛАВА 22. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛЕТНОГО СОСТАВА

22.1. Пути сохранения и повышения работоспособности

Профессиональная деятельность летчика современной авиации связана с потенцированием неблагоприятного действия факторов полета и окружающей среды. Установлено, что первые субъективные признаки ухудшения функционального состояния отмечаются через 3 мес., снижение профессиональной надежности (по показателю налета на одно ошибочное действие) происходит через 6–9 мес., существенное снижение физической работоспособности — через 9–12 мес. после очередного отпуска. Следовательно, разработка средств и методов повышения, сохранения и восстановления работоспособности летного состава является в настоящее время актуальной задачей ФЛТ.

Работоспособность — это способность летчика при достаточном уровне мотиваций, обученности и состояния здоровья выполнять профессиональную деятельность с заданной эффективностью.

К основным путям повышения, сохранения и восстановления работоспособности летного состава относятся: развитие профессионально важных качеств в процессе обучения и психофизиологической подготовки; регламентация режима труда, отдыха и питания; минимизация неблагоприятного действия факторов летного труда; неспецифические и специфические воздействия на гомеостатические механизмы; фармакологическая коррекция.

Развитие профессионально важных качеств в процессе обучения и психофизиологической подготовки осуществляется в процессе теоретического обучения летчиков, наземной и летной подготовки, в результате которых достигается необходимый уровень знаний, умений и навыков. Одним из видов профессиональной подготовки летного состава, направленной на повышение функциональной надежности деятельности в экстремальных условиях летного труда, является психофизиологическая подготовка (использование авиационных тренажеров, тренировочных катапультирований, методов психической саморегуляции, идеомоторных тренировок, парашютных прыжков, специальных физических упражнений и др.).

Регламентация режима труда, отдыха и питания. При планировании летной нагрузки на смену определяется количество полетов, общий налет в часах, продолжительность перерывов для отдыха, общее время пребывания на аэродроме. Выделяется три степени влияния на организм летной нагрузки: индифферентное, тренирующее и дисгармоничное (Н. И. Фролов, 1986). Индифферентная нагрузка характеризуется хорошим качеством летной работы, небольшим количеством ошибок, умеренной активацией физиологических систем. Тренирующие нагрузки приводят к возникновению начальных признаков утомления при хорошем качестве деятельности. Дисгармоничные нагрузки характеризуются, наряду с выраженными проявлениями утомления, низким качеством летной работы, возрастанием количества ошибок, высокой физиологической «ценой» деятельности. Оптимальной следует считать тренирующую нагрузку,

поскольку такой режим профессиональной деятельности обеспечивает успешное обучение и совершенствование летного мастерства.

Нормы летной нагрузки определяются расчетным и экспериментальным способами. Расчетный способ основан на использовании данных о продолжительности и сложности полетов (визуальные или приборные метеоусловия, время суток и др.), времени отдыха, характере сна, пересечении временных поясов и др. Эти данные получают в результате бесед с летчиками или опроса с помощью специальных анкет. В результате формируются нормативы летной нагрузки (в баллах или относительных единицах), на основании которых определяется время предоставления летчику отдыха. Экспериментальный способ основывается на комплексном анализе показателей качества деятельности (точность пилотирования, количество ошибочных действий, структура управляющих движений и др.), напряжения физиологических систем во время полетов и после них, субъективной оценки летчиком своего состояния. Качество деятельности оценивается с помощью средств объективного контроля. Наиболее простым показателем качества деятельности является количество ошибок, отнесенное к числу вылетов или налету. Используя данные о качестве летной работы за смену или месяц и сопоставляя их с изменениями физиологических функций, определяют время летной нагрузки, в течение которого летчик допускает минимальное количество ошибок при относительно стабильном функционировании физиологических систем организма.

На основании данных об индивидуальном оптимуме летной нагрузки летчику предоставляется профилактический отдых. Известно, что в процессе летной работы возникает, главным образом, умственное и эмоциональное утомление. Поэтому отдых должен быть не менее 8 ч. Целесообразно использовать средства активного отдыха (спортивные игры, плавание, бег, пешеходные и велосипедные прогулки, туризм и др.).

Высокая работоспособность в полете и эффективное восстановление функционального состояния летчика после летной смены во многом определяются качественной и количественной адекватностью потребления белков, жиров, углеводов, витаминов, микроэлементов.

Минимизация неблагоприятного действия факторов летного труда обеспечивается средствами защиты и жизнеобеспечения летчика. В современной авиации используются следующие виды индивидуального и коллективного защитного снаряжения:

- высотное снаряжение (герметические кабины, кислородные маски, ВКК, герметические шлемы, высотные скафандры) обеспечивает защиту от действия пониженных атмосферного давления и парциального давления кислорода;
- противоперегрузочное снаряжение (ППК и ППУ ВКК) повышает устойчивость организма к действию пилотажных ускорений;
- термозащитное снаряжение (полетное обмундирование, вентилирующие костюмы) обеспечивает защиту от температурных воздействий;
- противоударное снаряжение (ЗШ, ГШ) предназначено для защиты головы от ударов;
- водозащитное снаряжение (МСК, ВМСК, плавательные пояса, жилеты, лодки, плоты) обеспечивает защиту и спасение в воде;

– шумовиброзащитное снаряжение (шлемофоны, ГШ, втулки, наушники, демпфирующие пояса и ботинки, шумоотбойные валы, шумозащитные домики) предназначено для защиты от шума и вибрации;

– светозащитное снаряжение (защитные очки, светофильтры) обеспечивает защиту органа зрения.

Кроме того, в неблагоприятных климатогеографических условиях используются различные способы ослабления действия факторов среды: вентилируемые, ветрозащитные и обогреваемые помещения, тенты, навесы, кондиционеры, солнцезащитные козырьки, жалюзи, дополнительная вентиляция или обогрев автотранспорта для перевозки летчиков и кабин ЛА перед вылетом и др. Существенному ослаблению неблагоприятного действия профессиональных факторов способствует комплекс эргономических и инженерно-психологических мероприятий, основной целью которых является согласование эргономических свойств авиационной техники с психофизиологическими особенностями летчика.

Неспецифические и специфические воздействия на гомеостатические механизмы. Неспецифические воздействия обуславливают повышение устойчивости организма к неблагоприятным факторам, расширение физиологических резервов, купирование признаков утомления и, следовательно, повышение и сохранение работоспособности летного состава. Неспецифическое тренирующее и восстанавливающее воздействие оказывает общая физическая подготовка, ультрафиолетовое облучение, витаминизация, закаливание и др. Методика повышения общей устойчивости организма летчика при использовании физических упражнений представлена в табл. 22.1.

Таблица 22.1

Методика повышения общей выносливости летного состава

	Нагрузка	Ориентировочная ЧСС, уд/мин			Длительность нагрузки, мин		
		20–29 лет	30–39 лет	40–49 лет	1-я неделя	2-я неделя	3-я неделя
Понедельник	Легкая	110–120	105–115	100–110	5	8	10
Вторник	Интенсивная	130–140	125–135	120–130	2–3	3–4	6–8
Среда	Субмаксимальная	150–160	140–150	135–145	1–2	2–3	3–4
Четверг	Интенсивная	130–140	125–135	120–130	3–4	4–5	5–6
Пятница	Легкая	110–120	105–115	100–110	8	10	1–5

Высокая устойчивость к конкретному фактору полета может достигаться посредством моделирования его специфического действия в тренирующем режиме. К специфическим видам тренировки относится моделирование действия ускорений, пониженного парциального давления кислорода, избытка или дефицита информации при проведении специальных физических упражнений (на статозергометре, лопинге и др.), парашютных прыжков, обучения на летных и катапультных тренажерах, в барокамерах и т. п. Поскольку в результате специфических воздействий повышается физиологическая и психологическая устойчивость летчика к действию экстремальных факторов полета, их использование можно рассматривать как важное дополнение системы психофизиологической подготовки.

Следует подчеркнуть условность разделения воздействий, обеспечивающих повышение и сохранение работоспособности летчиков, на специфические и не-

специфические. Так, действие тренирующего фактора вызывает ответную реакцию к конкретному раздражителю, но при этом активируются многие системы гомеостаза — нейроэндокринная, сердечно-сосудистая, дыхательная и др. В результате повышается устойчивость как к действию конкретного фактора, так и ко многим другим раздражителям, которые не использовались в качестве тренирующих.

Фармакологическая коррекция широкого применения в авиации не нашла. В *государственной авиации* использование фармакологических средств допускается на этапах обучения летного состава, а также превентивно при подготовке к деятельности в экстремальных условиях (боевые действия, ликвидация последствий аварий и катастроф), когда риск возникновения нервно-эмоциональных расстройств и переутомления особенно высок. Табельными фармакологическими средствами повышения работоспособности и предохранения от развития острого и хронического утомления являются бемитил (предпочтителен при интенсивных физических нагрузках), сиднокарб (применяется непродолжительно для ускорения обучения и выработки новых навыков), пирацетам (показан при переработке большого количества информации и формировании новых сложных навыков и умений). Показаниями к назначению фармакологических средств анксиолитического действия (триоксазин, фенибут, феназепам) и метаболического коктейля Ф (панангин, рибоксин, фенибут, аскорбиновая и лимонная кислота) в экстремальных условиях деятельности являются признаки эмоциональной напряженности и невротических расстройств. В условиях, ведущих к развитию утомления, используют психостимуляторы: сиднокарб, бромантан, смесь бемитила с бромантаном, метаболический коктейль С (панангин, рибоксин, сиднокарб, аскорбиновая и лимонная кислота). Летному составу, которому предполагается назначение фармакологических средств в полете и в процессе предполетной подготовки, необходимо проведение пробы на индивидуальную переносимость (в свободные от полетов дни). Вопрос о применении фармакологических препаратов решается авиационным врачом по согласованию с командиром. В определенные периоды рекомендуется использовать адаптогены, витаминные комплексы.

В *гражданской авиации* допускается медикаментозная коррекция функционального состояния с определенными ограничениями. В основном используются адаптогены, антиоксиданты, витаминные комплексы, ноотропные и психотропные препараты. При этом психотропные препараты не используются в дни проведения полетов.

Важную роль в сохранении и укреплении здоровья играет здоровый образ жизни. Это деятельность человека, направленная на сохранение, улучшение и укрепление здоровья. Классификация групп факторов риска заболеваний представлена в табл. 22.2.

Классификация факторов риска заболеваний (по Ю. П. Лисицыну)

Сфера	Значение для здоровья, примерный уд. вес, %	Группа факторов
Образ жизни	49–53	Курение, употребление табака, несбалансированное, неправильное питание, употребление алкоголя, вредные условия труда, стрессовые ситуации, адинамия, гиподинамия, плохие материально-бытовые условия, потребление наркотиков, злоупотребление медицинскими средствами, непрочность семьи, одиночество, низкие образовательный и культурный уровни, чрезмерно высокий уровень урбанизации
Генетика, биология человека	18–22	Предрасположенность к наследственным болезням, предрасположенность к дегенеративным болезням
Внешняя среда, природно-климатические условия	17–20	Загрязнение воздуха канцерогенами, загрязнение воды канцерогенами, другие загрязнения воздуха, другие загрязнения воды, загрязнение почвы, резкие смены атмосферных явлений, повышенные гелио-космические, магнитные и другие излучения
Здравоохранение	8–10	Неэффективность профилактических мероприятий, низкое качество медицинской помощи, несвоевременность медицинской помощи

22.2. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Методы сохранения и восстановления функционального состояния систем гомеостаза используются на этапе предполетной подготовки, в полете, в меж- и послеполетном периоде как индивидуально, так и организовано, как в условиях авиационной части, так в вне её (профилакторий, санаторий, госпиталь).

Под реабилитацией летного состава понимают комплекс организационных, социальных, профессиональных, психологических, медицинских и других мероприятий по восстановлению профессиональной работоспособности и здоровья летчиков. Проведение реабилитационно-восстановительных мероприятий летного состава в условиях части обеспечивает: ускорение восстановления функционального состояния и работоспособности в меж- и послеполетный период, устранение парциальной недостаточности здоровья, повышение резервных возможностей организма летчиков, имеющих низкий уровень физической подготовленности и отстающих в профессиональном отношении.

Современная концепция реабилитации выделяет неспецифические и специфические методы восстановления работоспособности. Использование неспецифических методов предполагает восстановление функциональных резервов и резистентности организма к действию различных факторов полета и среды. Использование специфических методов направлено на нейтрализацию изменений, возникающих при действии определенного неблагоприятного фактора полета. Например, воздействие больших и длительных пилотажных ускорений может приводить к нарушениям деятельности нервно-мышечной, центральной нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма, а также зрительного анализатора. В этом случае специфические реабилитационные мероприятия направ-

лены на нормализацию рефлекторных реакций со стороны центральной нервной и нервно-мышечной систем, нейтрализацию застойных явлений в нижней половине тела, усиление кровотока в наиболее подверженных действию статических нагрузок мышцах, минимизацию энергозатрат в целях профилактики утомления.

К методам сохранения работоспособности летного состава относятся:

– электрофизиологические — релаксирующий вариант электростимуляции нервно-мышечного аппарата, аксонорефлекторное воздействие на БАТК, импульсная низкочастотная физиотерапия, центральная электроанальгезия, биорезонансная энергоинформационная терапия и др.;

– физические — общая и специальная физическая подготовка, закаливание, ультрафиолетовое облучение, физические упражнения для сохранения высокой подвижности позвоночника и профилактики профессионального остеохондроза, методы реабилитации на тренажерных устройствах, биодинамическая коррекция позвоночного столба, гидростатическое перемещение крови из нижней половины тела в верхнюю, массаж мышц нижних конечностей, НБГ и ГБГ, терморелефлекторное воздействие на стопы, КТВ, массаж БАТК, релаксационно-лечебные упражнения, лечебно-оздоровительные тренировки на статозргометре, дыхательные упражнения и др.;

– психологические — психическая саморегуляция, аутогенная тренировка, полетная психотерапия на авиационном тренажере, рациональная психотерапия, внушение в гипнозе, функциональная музыка и др.

Опыт использования методов сохранения и восстановления работоспособности летного состава показал, что они позволяют обеспечивать быструю нормализацию функционального состояния после напряженной деятельности, в 1,7 раза уменьшить количество ошибочных действий, в 1,5–1,8 раза снизить уровень общей заболеваемости и утомленность летного состава. Применение различных методов сохранения работоспособности требует положительной мотивации летчика к воздействию, восстанавливающему его функциональное состояние, комплексности применения различных методов, простоты и доступности их проведения. Абсолютным противопоказанием для использования любого метода является отрицательное отношение к нему конкретного летчика.

Методы соматической направленности. Физические упражнения для сохранения высокой подвижности позвоночника и профилактики профессионального остеохондроза. Заболевания позвоночного столба являются одной из частых причин снижения работоспособности и дисквалификации летчиков по состоянию здоровья. Разработанные оригинальные комплексы оздоровительных физических упражнений (ОФУ) обеспечивают повышение и поддержание высокого уровня биодинамики позвоночника у летчиков в течение года. Комплексы рекомендуются лицам, имеющим сниженный уровень подвижности, высокие показатели асимметрии или диагноз «остеохондроз в стадии ремиссии». Основу комплексов ОФУ составляют современные тренировочные средства силовых качеств мышц туловища, растягивающие и дыхательные упражнения, самомассаж и др. Кроме того, в ИАиКМ создан специальный стенд для экстензионного вытяжения «Виброгравитон», который достаточно эффективен для снятия перегрузок

с позвоночно-двигательных сегментов, возникающих в процессе профессиональной деятельности летчика.

Физические методики реабилитации на тренажерных устройствах.

От высокого уровня профессионально важных физических качеств зависит устойчивость организма летчика к действию основных факторов полета, а расширение функциональных возможностей способствует увеличению работоспособности, сохранению здоровья, продлению летного долголетия. Поддержание на должном уровне функционального состояния и физической подготовленности возможно лишь при регулярных занятиях физическими упражнениями, в том числе с использованием физкультурно-оздоровительных тренажеров.

Тренажеры дают возможность осуществлять избирательное, целенаправленное воздействие на человека, что позволяет более эффективно проводить физическую подготовку. Циклический характер упражнений на тренажерах создает удобные условия для нормирования длительности, темпа, ритма движений и качества нагрузочных факторов, значительно облегчает подбор и индивидуализацию нагрузки. По тренирующему воздействию тренажерные устройства можно разделить на группы, направленные на развитие выносливости и работоспособности летчика и развитие силовых физических качеств.

Перед занятием на тренажере проводится разминка длительностью 5–7 мин (общие упражнения на гибкость, легкий бег, прыжки). Основная часть (45–50 мин) отводится на выполнение упражнений на тренажерах. Используется метод круговой тренировки на тренажерах без специальных перерывов на отдых. На каждом тренажере выполняется 1–2 упражнения на определенную группу мышц. Вначале проводится тренировка повышения общей выносливости летного состава на велотренажерах, затем выполняются упражнения, направленные на тренировку профессионально важных физических качеств летного состава с учетом рода авиации. Правильно организованная специальная физическая тренировка на тренажерах сопровождается умеренным утомлением, которое проходит через 20–40 мин. В заключительной части занятия (3–5 мин) проводится массаж на автомассажерах или массажерах («Тонус», «Колибри» и др.). Вибромассаж рекомендуется проводить в течение 3–7 мин по 40–60 с на каждую мышечную группу после выполнения физических упражнений на силовых тренажерах.

Повышение двигательной активности. Профессиональная деятельность пилотов и авиадиспетчеров сопряжена с возникновением гипокинезии и гиподинамии. В то же время мышечная деятельность является самым физиологичным методом нормализации функционирования всех систем организма человека. Во время нее возникает состояние гипоксии и происходит напряжение систем организма, что тренирует и совершенствует механизмы регуляции, направленные на поддержание высокого уровня активности и восстановление организма. В результате систематических физических тренировок в организме возникают изменения как на органном и системном уровне (например, гипертрофия мышц, увеличение легочных объемов и т. д.), так и на клеточном уровне (увеличение числа митохондрий, увеличение запасов источников энергии, изменение ферментативной активности и т. д.).

Определение характеристики физических нагрузок, дающих профилактический и лечебный эффект, является главной проблемой тренирующей терапии. Исследования последних десятилетий показали, что оздоровительный эффект физических упражнений связан с уровнем выносливости организма, а не двигательной активности. Выносливость — это способность человека достаточно долго выполнять тяжелую работу. Люди с высоким уровнем выносливости могут выполнять работу большего объема, что сопровождается большим потреблением кислорода. Поэтому об уровне выносливости судят по величине максимального потребления кислорода (МПК). Оздоровительное воздействие оказывают только физические нагрузки, сопровождающиеся увеличением выносливости. Обнаружен пороговый эффект — минимальный объем двигательной активности, начиная с которого проявляется оздоровительное влияние физических упражнений. Эффективность тренирующей терапии определяется следующими факторами: типом, интенсивностью, частотой и продолжительностью нагрузок.

Тип нагрузки. Предпочтение необходимо отдавать динамическим упражнениям, при которых воздействие оказывается на большие группы мышц (бег, плавание, езда на велосипеде, ходьба на лыжах и т. д.). Статические нагрузки увеличивают силу мышц, но не приводят к развитию выносливости.

Интенсивность нагрузки. Многими исследователями было установлено, что только нагрузка, сопровождающаяся увеличением частоты сердечных сокращений до 130 уд./мин и выше, ведет к увеличению МПК, т. е. к повышению выносливости. Для развития выносливости пороговой является работа, соответствующая 50 % от МПК или 65 % от максимальной возрастной ЧСС. Тренировки при ЧСС 65–90 % от максимальной величины вызывают повышение выносливости. Поэтому для индивидуального подбора уровня тренирующей нагрузки можно использовать следующую формулу:

$$\text{ЧСС}_{\text{тренин.}} = \frac{(220 - \text{В}) \cdot \text{Х}}{100} \text{ (уд./мин)},$$

где В — возраст, лет; Х — уровень нагрузки, % от максимальной ЧСС.

Для лиц с низкой физической подготовкой тренировки необходимо начинать с менее интенсивных, но более продолжительных нагрузок. Большее тренирующее воздействие на организм оказывает работа с периодами максимальной мощности. Для этого в программах тренирующей терапии для практически здоровых лиц необходимо учитывать 1–3 пиковые нагрузки, составляющие 90–100 % от максимальной ЧСС.

Частота нагрузки. Для увеличения выносливости необходимы регулярные занятия 3–5 раз в неделю. После достижения желаемого уровня выносливости можно перейти к поддерживающим ее уровням занятий, но не менее 2 раз в неделю. Заниматься более 5 раз в неделю нецелесообразно, т. к. при этом возрастает риск травм опорно-двигательного аппарата.

Продолжительность нагрузки. Этот фактор тесно связан с интенсивностью нагрузок. При работе на уровне 70 % от максимальной ЧСС продолжительность нагрузки без периодов отдыха должна составлять 20 мин. В зависимости от уровня физической подготовки включают периоды отдыха между упражнениями, и продолжительность занятий увеличивают от 20 до 60 мин.

С учетом указанных требований к физическим нагрузкам составляют индивидуальные программы тренирующей терапии. Эти программы включают традиционные и нетрадиционные виды лечебно-оздоровительной физической культуры: лечебную гимнастику, плавание, дозированную ходьбу, бег трусцой, лечебную греблю, спортивно-оздоровительные игры (волейбол, большой и настольный теннис, бадминтон), упражнения «хатха-йоги» и другие.

Биодинамическая коррекция позвоночного столба (ПС). Выполняется врачом либо в варианте самокоррекции при максимальном расслаблении (обычно на выдохе) в анатомо-физиологических пределах движения позвоночного столба до появления характерного суставного щелчка в момент устранения выпячивания дисков и сопутствующего блока позвонков и дугоотростчатых суставов. Осуществляются следующие основные движения: разгибание (вокруг фронтально-поперечной оси), боковое сгибание (вокруг поперечно-сагиттальной оси), диагональное разгибание (вокруг поперечно-диагональной оси), ротация вправо, влево (вокруг продольной оси), осевое вытяжение (тракция).

Допуск летного состава к полетам целесообразно разрешать через 3–5 дней после проведения биодинамической коррекции при отсутствии жалоб на состояние здоровья. Коррекция проводится не чаще 1–2 раз в неделю. У трети летчиков после первой коррекции отмечаются остаточные явления на протяжении 2–4 суток в виде умеренных разлитых болей вдоль ПС, которые легко купируются релаксирующим массажем или различными отвлекающими средствами (перцовым пластырем, горчичниками, мазями и др.). Отсутствие эффекта после проведения 3–4 процедур делает нецелесообразным дальнейшую коррекцию этим способом и свидетельствует о выраженном развитии остеохондроза ПС (3–4 период) или наличии противопоказаний к применению.

Для профилактики остеохондроза достаточно 2–3 процедур биодинамической коррекции на протяжении 2–3 недель, проводимых 1–2 раза в год.

Самокоррекция шейного отдела ПС проводится сидя с упором грудного отдела ПС о спинку стула. Она предусматривает:

- из положения полунаклона головы вперед постепенное разгибание шейного отдела ПС движением головы назад до возможного предела;
- из положения полунаклона головы вперед с поворотом вправо резкое разгибание шейного отдела ПС движением головы назад справа налево, то же слева направо;
- из положения полунаклона головы к правому плечу резкий наклон головы справа налево к левому плечу с последующим движением в обратную сторону;
- разворот головы вокруг вертикальной оси справа налево до возможного предела и затем в обратном направлении.

Коррекция грудного отдела ПС предусматривает:

- из положения сидя на стуле с упором поясничного и грудного отдела ПС о спинку резкое разгибание в грудном отделе ПС спереди назад до возможного предела над верхним краем спинки стула;
- из положения стоя с вытянутыми вперед на уровне плеч руками разгибание в среднегрудном отделе ПС резким забрасыванием рук на уровне плеч назад через стороны до возможного предела;

– из положения стоя с упором сцепленных сзади рук о нижнегрудной отдел ПС разгибание в нижнегрудном отделе ПС назад до возможного предела с одновременным противодвижением рук путем надавливания на ПС вперед;

– из положения стоя с опущенной левой рукой, прижатой к туловищу кистью правой руки вращение в грудном отделе ПС вокруг вертикальной оси слева направо с разгибанием назад до возможного предела. Затем выполняется аналогичное движение в обратную сторону (справа налево), изменив положение рук.

Коррекция поясничного отдела ПС предусматривает:

– из положения полунаклона туловища вперед резкое разгибание поясничного отдела назад до возможного предела надавливанием руками на ПС;

– из положения лежа на спине, на жесткой основе с валиком под поясницей сделать вдох, поднять прямые ноги до угла 90 градусов без отрыва таза от основы, сделать выдох. Движение производится при максимальном расслаблении всех мышц до прекращения характерных суставных щелчков в ПС, свидетельствующих об устранении протрузий дисков.

Каждое движение выполняется по 2–3 раза 1–2 раза в день.

Положительный эффект для биодинамической коррекции ПС оказывает плавание, способствующее разгрузке ПС в условиях гидростатической невесомости и повышению тонуса всей мышечной системы (в первую очередь мышц-разгибателей спины). С этой целью рекомендуется проплывать брассом и на спине 400–600 м за 30–40 мин 2–3 раза в неделю.

Электростимуляция нервно-мышечного аппарата. Метод предназначен для профилактики мышечного дискомфорта, снятия напряжения, устранения сонливости, повышения общей работоспособности. Он основан на общефизиологических принципах воздействия на нервно-мышечный аппарат слабого электрического тока, вызывающего естественное сокращение мышц. Для этого используется серийный малогабаритный двухканальный электростимулятор индивидуального пользования «Миоритм-021», имеющий автономное питание. Форма импульсов тока асимметричная, биполярная с нулевой постоянной составляющей. Продолжительность цикла возбуждение – расслабление — 2, 4 и 8 с, девиация частоты — от 24 до 120 Гц, амплитуда выходного сигнала — от 0 до 100 мА. Пары электродов, предварительно смоченные водой, накладывают на поясницу, ягодичную область, бедра и голени, фиксируют эластичными лентами и соединяют с помощью проводов с аппаратом. Электроды должны плотно прилегать к телу, межэлектродный участок величиной не менее 2 см должен быть сухим.

Применяются два варианта электростимуляции нервно-мышечного аппарата: активирующий и релаксирующий. При активирующем варианте, проводящемся на фоне утомления, назначают через каждые 2 часа полета 10–15-минутные сеансы электростимуляции с продолжительностью цикла возбуждение – расслабление 2 с в надпороговом режиме, определяемом по сокращению мышц. Релаксирующий вариант предназначен для снятия напряжения и предусматривает однократные 1–3-часовые сеансы электростимуляции в подпороговом режиме (на уровне вибромассажа мышц) с продолжительностью цикла возбуждение – расслабление 8 с. Противопоказанием к электростимуляции являются острые инфекционные заболевания и заболевания кожи в местах расположения электродов.

Гидростатическое перемещение крови из нижней половины тела в верхнюю осуществляется двумя способами. Первый реализуется в положении сидя периодическим подниманием и опусканием обеих рук длительностью 8–10 с в каждом положении. В это время происходит перемещение вверх-вниз нулевого уровня гидростатического давления в сердечно-сосудистой системе и связанный с этим прилив-отток определенного количества крови к сосудам головы и, в противофазе, к сосудам ног, что способствует «промыванию» этих органов. После полетов с большими перегрузками летчику следует периодически поднимать вверх обе руки и удерживать их в этом положении в течение 8–10 с. За это время, в среднем, завершается цикл ауторегуляции рефлекса с каротидного синуса на автоматизм сердечного ритма. Более точно длительность цикла можно определить при регистрации ЭКГ в 1-м и 2-м отведениях. Определяют промежуток времени от начала поднимания рук до момента стабилизации сердечного ритма, т. е. длительность цикла ауторегуляции. Сеанс проводится в течение 5–10 мин в зависимости от самочувствия летчика. Рекомендуется сочетать его со средствами психологической разгрузки.

Второй способ осуществляется в положении лежа. Согнутые в коленных суставах под углом 90° ноги поднимаются и опускаются. Время пребывания в позе лежа перед поднятием ног — не менее 5 мин, при поднятых ногах — не более 10 мин, в положении лежа после процедуры — не менее 10 мин. При использовании данного метода происходит перераспределение крови из области нижних конечностей в голову. При этом сужаются внутримозговые сосуды, в них усиливается кровоток и увеличивается кровенаполнение. В положении лежа достигается максимальный эффект расслабления антигравитационных мышц, страдающих от воздействия перегрузки.

Вибромассаж мышц нижних конечностей. Массируются мышцы задней и передней части бедра и задней части голени отдельно для каждой ноги, т. е. за один раз 6 сеансов по 2 мин. Метод способствует восстановлению статической работоспособности мышц нижних конечностей, нейтрализации послеполетного эмоционального возбуждения и перераспределению крови в верхнюю половину тела. Кратковременность процедуры и положительное отношение летного состава делают возможным ее применение в межполетном периоде, а также для снятия физической или эмоциональной напряженности у курсантов и летчиков.

Терморелекторное воздействие на стопы. Осуществляется с помощью специального устройства, представляющего собой металлический ящик. На дне его находится нагревающий элемент, соединенный с источником сети 220 В. Сверху уложены обкатанные камни диаметром 5–8 см типа морской гальки. При помощи терморегулятора температура верхней поверхности камней поддерживается на уровне $+50\text{--}55^\circ\text{C}$. После 15–20-минутного прогрева прибора до указанной температуры прибор отключается, и летчик по команде врача выполняет в носках ходьбу на месте по камням в течение 10 мин. Сразу после процедуры летчик надевает обувь, чтобы избежать переохлаждения. Эффект терморелекторного воздействия обусловлен легкой физической нагрузкой и термомеханическим воздействием на рефлекторные кожные зоны стоп. Это способствует повышению общего тонуса, усилению кровотока и перераспределению крови в

область головы, а также нормализации сдвигов гемодинамики и обменных процессов. В процессе выполнения процедуры может проводиться психологическая разгрузка летчика (например, просмотр видеофильмов).

Аксонорефлекторное воздействие на БАТК. Стимулируются точки, влияющие на сосудистую регуляцию (зона каротидных синусов, гипотензивная бороздка ушной раковины, точки хэ-гу, зона переносицы и наружных углов глаз). Раздражение точек проводится симметрично снизу вверх, начиная с хэ-гу и заканчивая гипотензивной бороздкой. Выполнение воздействия должно строго соответствовать требованиям инструкции по эксплуатации электростимулятора «Аксон-01» или «Аксон-2». Время воздействия — 2–5 мин в зависимости от длительности активации БАТК. Применение этого метода способствует снижению эмоциональной и физической напряженности, снятию болевых ощущений, утомления и нормализации сдвигов обменных процессов.

Нормо- и гипобарическая гипоксия — перспективные методы повышения и восстановления работоспособности, специфической и неспецифической резистентности организма летчика. Производятся путем дозированного воздействия пониженного парциального давления кислорода, создаваемого в стационарных барокамерах или с помощью гипоксикаторов. Показаниями к использованию нормо- и гипобарической гипоксии являются утомление и переутомление, различные заболевания сердечно-сосудистой (циркуляторные дистонии, гипертоническая болезнь 1–2 ст.), дыхательной (бронхиальная астма, хронический бронхит, последствия острых пневмоний и бронхитов), нервной (неврозы, астенические состояния), эндокринной (первичный тиреотоксикоз, сахарный диабет) систем, аллергические заболевания (аллергические артриты, дерматиты), патология системы крови (железодефицитная анемия). Противопоказанием являются острые соматические и инфекционные заболевания, стадия декомпенсации хронической патологии, органические поражения головного мозга, индивидуальная низкая устойчивость к гипоксии.

Метод гипобарической гипоксии проводится с помощью стационарной барокамеры. Основан на периодическом (1 раз в день) воздействии пониженного парциального давления кислорода, соответствующего высотам 1500–3500 м над уровнем моря. Продолжительность курса ГБГ — 10–30 сут. Перед каждым сеансом ГБГ проводится медицинский осмотр пациента в объеме предполетного. Подъем в барокамере осуществляется со скоростью 7–10 м/с, спуск — 5–7 м/с. Первый подъем выполняется до высоты 1500 м. Высота каждого последующего подъема увеличивается на 500 м в последние 10 мин гипобарического воздействия. Подъем на максимальную высоту (3000–3500 м) следует производить на 5-е сутки ГБГ. Продолжительность пребывания на высоте составляет 30 мин.

Метод нормобарической гипоксии предусматривает интервальное воздействие пониженного парциального давления кислорода: дыхание гипоксической газовой смесью 3–5 мин, а затем дыхание атмосферным воздухом в течение 5–7 мин (один цикл). Число циклов за один сеанс может варьировать от 1 до 10 в зависимости от показаний. Концентрация кислорода в газовых смесях — от 10 до 18 %. Продолжительность курса НБГ — 10–20 сут.

Контрастные температурные воздействия. КТВ — температурное воздействие в сауне, при котором сухое тепло с последующим охлаждением и релаксацией оказывает комплексное восстановительное действие. Предназначено для восстановления психофизиологического состояния организма после физических и психических нагрузок, снятия чрезмерного нервно-эмоционального напряжения, ускорения адаптации к условиям жаркого климата. Показанием для назначения КТВ является утомление, астеническое состояние, нарушение сна. Проведение КТВ дозируется индивидуально. Допуск осуществляется врачом на основании результатов медицинского контроля.

Температура воздуха в сауне должна быть в пределах 70–90 °С при влажности 10–15 %. При проведении КТВ совершаются 2–3 посещения сауны продолжительностью 8–10 мин (до появления заметного потоотделения и покраснения кожи). Между посещениями сауны должны быть 5–10-минутные перерывы для приема охлаждающего душа, купания в бассейне, отдыха, массажа.

Проведение КТВ с посещением сауны должно быть не чаще 1–2 раз в неделю. О положительном влиянии КТВ свидетельствует крепкий сон, хороший аппетит, улучшение самочувствия, повышение работоспособности. Напротив, отрицательное воздействие КТВ проявляется бессонницей, вялостью, головной болью. Абсолютным противопоказанием для проведения КТВ является острая стадия или обострение хронического заболевания, а также гипертонические состояния любой этиологии. Относительным противопоказанием могут быть чрезмерные физические и психологические нагрузки, вызывающие переутомление. При передозировке теплового воздействия возможны обмороки и тепловой удар.

Массаж биологически активных точек кожи. Массаж БАТК подошвенной поверхности стоп предназначен для ускорения восстановления функционального состояния и работоспособности летчика, профилактики чрезмерного нервно-эмоционального напряжения и вегетососудистой неустойчивости.

Самомассаж проводится членами экипажа с разрешения командира ВС в среднем через каждые 1,5–2 часа полета. Показаниями к его применению являются усталость, сонливость, мышечный дискомфорт, утомление зрения. Командиру, второму пилоту и штурману необходимо проводить сеансы самомассажа БАТ перед выполнением наиболее ответственных этапов полетного задания.

Основу метода составляет видоизмененный вариант лечебного массажа, в котором выбор способа воздействия и локализации БАТ на функциональное состояние организма состоит в уравнивании основных нервных процессов (возбуждения и торможения), нормализации кровообращения и улучшении деятельности органов зрения и слуха. Воздействие на БАТК, расположенные на тыльной поверхности кисти (зона 1) и в области наружного мыщелка большеберцовой кости (зона 2) оказывает общетонизирующее влияние на организм и способствует снятию сонливости. Массаж области надплечья (зона 3) сопровождается уменьшением головной боли и мышечного дискомфорта, а в области сосцевидного отростка (зона 4) и наружного края брови (зона 5) — уменьшением головной боли и повышением зрительной работоспособности. Продолжительность самомассажа БАТК — 1 мин для каждой зоны. Обучение летного состава (групповое или индивидуальное) проводится под руководством врача, предвари-

тельно освоившего методику самомассажа БАТК и особенности ее применения в летной практике.

Зона 1. Находится на тыльной поверхности кисти в углу, образованном проксимальными концами первой и второй пястных костей. Поиск зоны на правой кисти осуществляется большим пальцем левой руки, затем аналогичная зона находится на левой кисти. самомассаж проводится вращательными движениями большого пальца (1–2 вращения в 1 с) при слабом надавливании на кожу указанной зоны. Критерием правильного воздействия является появление «вызванных ощущений» — чувства тепла в ладонях и ломоты в пальцах.

Зона 2. Располагается в области наружного мыщелка большеберцовой кости, на 3–3,5 см ниже его верхнего края, у наружного края передней большеберцовой мышцы. При поиске зоны необходимо согнуть ногу в коленном суставе, положить ладонь на коленную чашечку, пальцы кисти плотно прижать к большеберцовой кости. При этом кончик третьего пальца указывает зону воздействия. самомассаж проводится одновременно на обеих ногах.

Зона 3. Находится в области надплечья. Для поиска зоны ладони кистей положить на надплечья и с помощью указательных пальцев найти зоны максимальной болезненности, расположенные по верхнему краю трапециевидной мышцы у места ее прикрепления к остистым отросткам шейных позвонков. самомассаж осуществляется вращательными движениями указательных пальцев при сильном (до болевых ощущений) надавливании на указанную зону.

Зона 4. Находится у основания сосцевидного отростка. Поиск зоны и ее самомассаж осуществляются указательными пальцами одновременно с обеих сторон.

Зона 5. Расположена у наружного края брови, где при пальпации определяется углубление. Поиск зоны и воздействие на нее осуществляются указательными пальцами одновременно с обеих сторон.

Следует учесть, что при самомассаже БАТК (за исключением зоны 3) запрещаются сильные воздействия, которые могут вызвать эффект торможения.

Вне полетов для этой цели можно использовать тренажер и массажер типа «Колибри» (беговая дорожка) (массаж БАТК стопы).

Ухорексфлексотерапия. Французский ученый Поль Ножье выдвинул гипотезу, согласно которой ухо по внешнему виду напоминает человеческий эмбрион, находящийся в утробе матери, и определенное воздействие на те или иные части или точки уха рефлекторно стимулирует работу различных органов или частей тела.

Массаж ушных раковин проводится четырьмя приемами. Выполняет их сам пациент.

1. *Загибание вперед ушных раковин.* Быстро загните уши вперед сначала мизинцем, а потом всеми остальными пальцами руки. Прижмите ушные раковины пальцами к голове, затем опустите. Повторите этот прием несколько раз, ощущая в ушах хлопок.

2. *Оттягивание ушных мочек.* Захватите кончиками большого и указательного пальцев рук мочки ушей слева и справа. С силой потяните их вниз, затем отпустите. Повторите упражнение 5–6 раз. Считают, что в ушной мочке расположены рефлекторные зоны миндалин, полости рта, верхней и нижней челюсти.

3. *Массаж козелка.* Введите большой палец руки в наружное ухо, указательным прижмите находящийся спереди выступ ушной раковины. Это и есть козелок. Сдавливайте и поворачивайте его во все стороны в течение 20–30 с. Этот прием стимулирует функцию желез внутренней секреции, укрепляет, закаливает верхние дыхательные пути.

4. *Массаж противозавитка.* Зажмите указательным и большим пальцами руки противозавиток — хрящевой выступ, находящийся сзади наружного слухового прохода. Водите по нему пальцами вверх и вниз. Считают, что в нижней части противозавитка расположена зона шейного отдела позвоночника, а в верхней части — зона поясницы. Такой самомассаж нужно проводить ежедневно.

Релаксационно-лечебные упражнения (РЛУ). К ним относятся специально подобранные позы или лечебные упражнения, направленно действующие на сердечно-сосудистую, дыхательную, нервную, мышечную системы и эмоционально-вегетативные компоненты психической деятельности. РЛУ обладает регулирующим действием на эндокринную и сердечнососудистую системы, устраняя гиперэмоциональные состояния, снижая количество адреналина и норадреналина в крови. Основными показаниями для использования РЛУ являются повышение эмоциональной возбудимости, нарушение сна, вегетососудистая и эмоционально-вегетативная неустойчивость, нейроциркуляторная дистония гипо- и гипертонического типа.

Для летного состава противопоказаний к РЛУ нет. При освоении комплекса РЛУ и последующих тренировках занятия необходимо проводить в хорошо проветренном и звукоизолированном помещении, упражнения выполнять не ранее чем через 2 ч после приема пищи, входение в каждую позу проводить медленно, концентрируя внимание на ее выполнении, упражнения постепенно усложнять, контролировать самочувствие. Запрещается выполнять РЛУ непосредственно после физической нагрузки. Законом релаксации является выполнение упражнений до тех пор, пока приятно. Во время занятий тренирующийся должен предоставлять максимальную свободу своему телу. Время фиксации каждой позы на первой неделе занятий не должно превышать 10 с. Затем постепенно оно увеличивается. Время выполнения некоторых упражнений может достигать 7–10 мин.

Импульсная низкочастотная физиотерапия (ИНЧФ). Генерируемое специальным устройством импульсное низкочастотное электромагнитное поле действует на рефлексогенные зоны черепно-мозговых нервов, расположенные в области лица и шеи. Данные зоны связаны с подкорковыми и стволовыми структурами лимбической системы (гипофиз, гипоталамус, ретикулярная формация), участвующими в регуляции эмоциогенных и вегетативных проявлений. Кумулирующееся импульсное раздражение этих зон стимулирует восстановление метаболических нейродинамических нарушений, которые лежат в основе дезинтеграции регуляторной деятельности ЦНС при функциональных расстройствах. Преимуществом данного метода по сравнению с иглорефлексотерапией и центральной электроанальгезией является бесконтактный способ применения. Для генерации ИНЧ-поля используется импульсный низкочастотный физиотерапевтический аппарат (ИНФИТА). Показаниями к применению ИНЧФ являются: переутомление с нарушением сна, эмоционально-вегетативный и вегетативно-

сосудистый синдром, гипертензивный синдром, гипертоническая болезнь 1–2А стадии, нейроциркулярная дистония кардиального типа. Противопоказаний для применения ИНЧФ летному составу нет. Курс ИНЧФ составляет 10–20 процедур (по одной в день). Длительность процедуры возрастает от 1–2 мин в начале до 15 мин к середине курса с уменьшением до 3–5 мин в конце. Рекомендуемые частоты — 15–65 Гц.

Тренировки на статозргометре. Предназначены для коррекции у летчиков вегетативно-сосудистой неустойчивости, нейроциркуляторной дистонии различных видов в условиях госпиталей, имеющих отделения лечебной физкультуры. Проводятся на специальном стенде-статозргометре под руководством инструктора-методиста по лечебной физкультуре. Допускается проведение летчиком самостоятельных тренировок в соответствии с индивидуальным планом при условии соответствующего медицинского контроля.

Методика тренировки. Летчик самостоятельно садится в кресло и фиксирует себя привязными ремнями. С помощью угломера и кнопки движения педалей устанавливается угол в коленных суставах 120° при создании мышечных усилий 80–100 кгс. Затем создается серия нарастающих усилий от 80 до 280 кгс по 15 с каждое; разница между усилиями — 20–40 кгс, интервалы — 10–15 с. В процессе одной тренировки проводится 6–10 серий по 4–5 однократных усилий в каждой, нарастающего характера в первой половине и убывающего — во второй половине тренировки. Интенсивность режима первой тренировки назначает врач в соответствии с результатами оценки переносимости предшествующей ступенчатой статозргометрической пробы. После завершения цикла тренировки летчику повторно проводят двухступенчатую пробу. Эффектность тренировки оценивают по данным таблицы, вычисляя разницу между результатами, полученными до и после тренировки.

Противопоказаниями к проведению тренировок являются острые заболевания, период реконвалесценции после острых заболеваний, жалобы на плохое самочувствие или плохой сон накануне обследования, синусовая тахикардия более 90 ударов в минуту, уровень систолического АД более 150 и менее 95 мм рт. ст., диастолического — более 90 и менее 60 мм рт. ст., нарушения сердечного ритма, АД > 220/120 мм рт. ст., тахикардия > 55 % ее максимума по номограмме Шепарда, неисправность стенда. Тренировки прекращают немедленно при появлении болевых ощущений, слабости, головокружения, головной боли, выраженного утомления.

22.3. МЕТОДЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Электротранквилизация центральной нервной системы (центральная электроанальгезия) предназначена для воздействия на ЦНС импульсными токами с помощью серийного прибора «Ленар». При этом в лобных долях головного мозга создаются участки депрессии, что способствует уменьшению возбудимости эмоциогенных зон гипоталамуса и снижению притока нервных импульсов к периферии. Метод применяется для ускорения восстановления функционального состояния и работоспособности, профилактики нервно-эмоционального перенапряжения, явлений десинхроноза и вегетососудистой неустойчивости. Метод

используется как самостоятельно, так и в сочетании с гипнозом, аутогенной тренировкой, психической саморегуляцией.

Методика проведения электротранквилизации. После включения аппарата плавно увеличивается выходное напряжение до появления у пациента пороговых ощущений в точках наложения электродов. Через 10–15 мин после адаптации пациента к импульсному току и ослабления пороговых ощущений выходное напряжение увеличивается до достижения среднего значения тока 0,8–1 мА. Во время профилактических и лечебных режимов электротранквилизации не рекомендуется использовать среднее значение тока свыше 1,2 мА.

Категорически запрещается накладывать электроды на область затылка, каротидных зон шеи, глаза. Об отсутствии должного контакта электродов с кожей пациента или плохом смачивании прокладок свидетельствует появление жжения под электродами. Критериями эффективности электротранквилизации являются уменьшение эмоционального напряжения и болевых ощущений пациента, появление чувства тепла в области головы и шеи, порозовение кожных покровов, расслабление мышц, нормализация ЧСС и уровня АД. В отдельных случаях может наступать дремотное состояние или сон. Прекращение электротранквилизации осуществляется через 40–50 мин путем плавного уменьшения амплитуды выходного напряжения до нуля с последующим отключением аппарата и установкой всех регуляторов в крайнее левое положение. Только после этого электроды снимают с головы пациента. Процедуру электротранквилизации не следует комбинировать с другими методами электротерапии, оказывающими влияние на ЦНС.

Противопоказаниями к проведению электротранквилизации являются воспалительные, травматические и органические нарушения ЦНС, повреждение органа зрения, повышенная индивидуальная чувствительность к электрическому току, соматические заболевания внутренних органов в стадии реконвалесценции, психические заболевания и психотические расстройства, выраженное депрессивное состояние при психастении и наличие стойких головных болей.

Биорезонансная энергоинформационная терапия. Перспективным методом восстановления функционального состояния летчиков, имеющих парциальную недостаточность здоровья, в частности нарушения функций, сердечно-сосудистой и нервной систем, является использование слабых электромагнитных полей (ЭМП). Специфическое биологическое действие слабых ЭМП объясняется частотно-зависимым резонансным эффектом от их взаимодействия с тканями организма. Наиболее восприимчивым к влиянию ЭМП являются нейроны мозга.

Для проведения биорезонансной энергоинформационной терапии рекомендуется аппарат «СЭМ-02», относящийся к группе технических средств краниальной и корпоральной электростимуляции. В отличие от других аппаратов частотные характеристики «СЭМ-02» синхронизированы с характеристиками естественных биоритмов ЦНС. Таким образом, воздействуя на подкорковые структуры мозга в диапазоне 0,5–35 Гц, реализуется биорезонансный эффект и осуществляется воздействие на центральные этиопатогенетические звенья развития функциональных расстройств. Проведенные исследования показали достаточную эффективность использования «СЭМ-02» для коррекции функционального состояния лиц, имеющих в анамнезе нейроциркуляторную дистонию,

гипертоническую болезнь 1–2 степени, мигренеподобные головные боли, проявления астеноневротического синдрома.

Методика биорезонансной энергоинформационной терапии осуществляется в соответствии с «Методическими рекомендациями и инструкцией по эксплуатации аппарата СЭМ-02». Для коррекции приведенных нарушений сеансы проводятся ежедневно. Первый цикл состоит из 5–10 сеансов (в зависимости от достигаемого эффекта). Затем рекомендуется сделать перерыв в течение 1–2 нед. Второй цикл включает 5 сеансов, перерыв после него составляет 2–3 нед. Третий цикл также включает 5 сеансов, перерыв после третьего цикла рекомендуется не менее 4–6 нед. При благоприятном результате после окончания трех циклов терапии повторение сеансов рекомендуется проводить не ранее чем через 6–8 мес.

Для проведения сеансов терапии рекомендуется использовать краниальное электродное устройство «КЭУ-6». Каждый сеанс состоит из двух частей по 15–20 мин каждая. В течение первой части процедуры воздействие осуществляется вдоль полушарий мозга, во второй — создается «перекрестье» сигналов, идущих по каналам «А» и «Б» над уровнем темени. При проведении каждого последующего сеанса рекомендуется менять стороны подключения каналов «А» и «Б» так, чтобы каналы первой части воздействия попеременно находились на правой и левой половине головы. Принцип переключения проводов во второй части процедуры остается прежним. Усиление на выходе каналов «А» и «Б» подбирается по индивидуальным ощущениям пациента.

Эффект метода оценивается по субъективным признакам и данным объективного медицинского обследования, проводимого для указанных нозологических форм (например, аппаратно-программным комплексом «Ритм-экспресс»). Результаты исследований, проведенных по оценке эффективности использования аппарата «СЭМ-02» (в том числе в полевых условиях), свидетельствуют о стойком снижении АД, уменьшении интенсивности или исчезновении головных болей, улучшении качества ночного сна, снижении уровня внутреннего дискомфорта и тревожности.

Психическая саморегуляция (ПСР) используется для восстановления функционального состояния летного состава при наличии умеренно выраженной психоневрологической симптоматики (нарушение сна, высокий уровень тревожности, раздражительность и др.), а также для оперативного (за 20–30 мин) снятия утомления, эмоционального напряжения, повышения работоспособности в сложных условиях деятельности на период до 7 ч. Применение ПСР повышает устойчивость летчика к действию стресс-факторов, активизирует выработку навыков управления вниманием, оперирования чувственными образами, регуляции мышечного тонуса и ритма дыхания, а также словесными внушениями. Способность длительно удерживать внимание на предмете собственной деятельности особенно важна для летчика в длительных полетах, при однообразии рабочих движений и окружающей обстановки.

Тренировки внимания следует начинать с концентрации его на реальных монотонно движущихся объектах (секундная, потом минутная стрелки часов), затем на простейших, «неинтересных» предметах с переходом к сосредоточению внимания на характере и частоте собственного дыхания, ощущениях в какой-

либо части тела. Тренировки требуется повторять несколько раз в день, начиная с 1 мин, с последующим их удлинением до 4–5 мин.

Выработку навыков оперирования чувственными образами начинают с того, что реальные предметы, используемые в первом упражнении, заменяются воображаемыми. От простых чувственных образов переходят к более сложным. Причем эти представления должны быть почерпнуты из действительно пережитого жизненного опыта, а не из абстрактных построений. Реальными зрительными образами могут быть: летний день с зеленой лесной лужайкой, берег моря с ритмичным шумом волн, голубое небо с парящей чайкой и другие, сочетающиеся с соответствующими физическими ощущениями тепла, освежающего ветерка и внутренним состоянием расслабленности, безмятежности, покоя. Затем отрабатываются навыки реализации представлений тяжести и тепла, распространяющихся с отдельных участков (рук, ног) на все тело.

Произвольное повышение тонуса мышц не требует выработки специальных навыков, так как эта функция достаточно развита и подконтрольна у человека. Отработка же навыков релаксации требует специальной тренировки, которую следует начинать с расслабления мышц лица и правой руки, играющих ведущую роль в формировании общего мышечного тонуса. Для расслабления мышц лица внимание вначале сосредотачивается на мышцах лба. Брови при этом принимают нейтральное положение, верхние веки спокойно опускаются вниз, а глазные яблоки слегка поворачиваются кверху, так что внутренний взор оказывается сосредоточенным в бесконечность в области переносицы. Язык при этом должен быть мягким, а его кончик находится у основания верхних зубов. Губы полуоткрыты, зубы не соприкасаются друг с другом. Данную релаксацию необходимо научиться делать в любой обстановке и поддерживать в течение 3–5 мин. В дальнейшем легко вырабатывается навык расслабления мышц всего тела. Релаксация, проводимая под непрерывным контролем мысленного взора, обычно начинается с правой руки (для правшей), затем продолжается в таком порядке: левая рука – правая нога – левая нога – туловище.

При управлении ритмом дыхания используются некоторые закономерности воздействия дыхания на уровень психической активности. Во время вдоха происходит активация психических функций, а при выдохе наступает торможение. Произвольно устанавливая ритм дыхания, можно добиться оптимального психического состояния. Тип дыхания, включающий более длительную фазу вдоха с некоторой задержкой дыхания на вдохе и относительно короткую фазу выдоха, приводит к повышению активности психофизиологических функций организма.

Благоприятные для словесных внушений периоды возникают перед засыпанием и сразу после пробуждения, а также в состоянии полной мышечной расслабленности. Мысленно произносимые в это время слова включаются в функциональную систему программирующего аппарата мозга и вызывают соответствующие изменения в организме, существенно улучшая состояние и самочувствие в последующий период бодрствования. Формулировки мысленных словесных внушений всегда строятся в виде утверждений. Они должны быть предельно простыми и краткими (не более 2 слов). При вдохе произносится одно слово, при выдохе — другое, если фраза самовнушения состоит из двух слов, и

только на выдохе, если фраза состоит из одного слова. Каждая фраза может быть повторена 2–3 раза и более. Организующее влияние словесных самовнушений эффективно используется и в процессе проведения аутогенных тренировок.

Биологическая обратная связь (БОС) предназначена для сохранения работоспособности и нормализации функционального состояния человека-оператора. Метод может осуществляться с помощью аппарата «Ритм». Механизм действия основан на индивидуально адаптируемом, программно-импульсном, аудиовизуальном воздействии на человека-оператора с использованием биологической обратной связи по частоте дыхания и параметрам выдоха. Использование данного метода приводит к повышению качества деятельности на 15–25 % в обычных условиях и до 50 % в усложненных, оказывает положительное влияние на объем внимания, оперативную память, оперирование пространственными представлениями, эмоциональную устойчивость и процессы мышления, снижает АД, ЧСС, оптимизирует значения показателей функционирования зрительного анализатора, увеличивает адаптивные возможности организма и замедляет развитие процесса утомления, улучшает субъективные оценки самочувствия, активности и настроения.

Дыхательные упражнения. Установлено, что функционирование организма характеризуется двумя различными типами дыхания — дневным и вечерним. В дневном дыхании фаза вдоха по длительности преобладает над фазой выдоха, что стимулирует возбуждающие процессы. Вечернему дыханию свойственна противоположная зависимость, способствующая нарастанию в ЦНС процессов торможения. Отмеченные закономерности положены в основу комплекса дыхательных упражнений, целенаправленно изменяющих состояние и работоспособность летчика.

Полное дыхание. Упражнение предназначено для выработки навыков гармоничного полного дыхания. При таком типе дыхания уравниваются нервные процессы возбуждения и торможения, нормализуются обменные и энергетические процессы. Упражнение используется для нормализации функционального состояния в меж- и послеполетном периодах. Упражнение включает три вида (фазы) дыхания: нижнее (брюшное или диафрагмальное), среднее (реберное) и верхнее (ключичное). Полное дыхание является комбинацией этих трех видов.

Переменное ритмическое дыхание. Упражнение направлено на выработку навыков экономного использования кислорода организмом и формирует способность произвольно регулировать систему дыхания, обеспечивая тем самым надежную работу и постоянство основных физиологических функций организма.

Мобилизующее дыхание. Упражнение предназначено для быстрого повышения тонуса организма в отличие от обычного процесса дыхания, при котором вдох совершается активно, а выдох пассивно, в мобилизующем варианте вдох менее активный, а выдох осуществляется активно и достаточно резко, с искусственно создаваемым затруднением.

Аутогенная тренировка (АТ) — метод саморегуляции функционального состояния организма. При его использовании вначале достигается состояние аутогенной релаксации, а затем на ее фоне проводится самовнушение, направленное на те или иные функции организма. Положительный эффект основан на

действию как аутогенной релаксации, так и целенаправленных самовнушений. Основным показанием к проведению АТ являются нейровегетативные и нейросоматические синдромы (особенно в случае преобладания симпатического тонуса), нарушение сна, состояние напряженности, тревоги и страха, нерезко выраженные фобии. Противопоказания — острые психотические состояния. Во время проведения АТ запрещается внушать себе резкие замедления сердечной деятельности, не рекомендуется использовать самовнушение тепла в эпигастральной области летчикам с гиперацидными формами гастрита.

Общая часть АТ является основой самокоррекции функционального состояния организма. Основное назначение общей части заключается в выработке навыков управления вниманием (сосредоточение, концентрация и переключение), свободного оперирования чувственными образами (тяжесть, тепло и др.), произвольной регуляции мышечного тонуса и дыхания, т. е. навыков быстрого аутогенного погружения и выхода из этого состояния. Упражнения общей части имеют самостоятельное лечебное и психологическое значения. Они способствуют уменьшению тревоги, нормализуют процессы возбуждения и торможения, улучшают сон. Общая АТ включает 8 упражнений. В первом и втором достигается состояние мышечной релаксации посредством образного представления ощущения тяжести (в первом — рук, во втором — ног и туловища). Третье и четвертое упражнения предназначены для выработки навыков произвольного расширения кровеносных сосудов посредством образного представления ощущения тепла в последовательности, аналогичной первому и второму упражнениям. Пятое — предусматривает совершенствование навыков произвольного управления дыханием. Шестое упражнение развивает навыки произвольного расширения кровеносных сосудов в области солнечного сплетения и брюшной полости посредством образного представления ощущения тепла в данных областях. Седьмое — преследует цель обучения произвольной регуляции ритма сердечных сокращений. Восьмое упражнение предназначено для выработки навыков по управлению сосудистыми реакциями в области головы. Последовательность отработки упражнений предусматривает переход уже усвоенной (акцентированной) части предыдущего упражнения во вспомогательную, а основой становится новая часть, обусловленная целью последующего упражнения. Занятия проводятся под руководством и наблюдением врача, освоившего методику АТ и особенности ее использования. На освоение общей АТ отводится 16–17 занятий, по одному ежедневно. Продолжительность одного занятия 20–25 мин. Кроме того, проводятся самостоятельные тренировки, на которых летчики закрепляют навыки, полученные при изучении того или иного упражнения. Большинство лиц приобретает навыки аутогенного погружения после освоения первых четырех упражнений. В этой связи формулы самовнушения специальной части могут вводиться в самостоятельные тренировки, начиная с пятого урока. При необходимости может быть использован ускоренный вариант общей АТ из четырех упражнений.

Специальная АТ представляет собой комплекс формул самовнушения, позволяющих осуществлять целенаправленную коррекцию функционального состояния организма. Тренировки с использованием специальных формул самовнушения начинаются после освоения общей АТ. К началу применения специ-

альной АТ летчики систематически отбирают наиболее подходящие для себя формулы, обеспечивающие быстрое аутогенное погружение.

Полетная психотерапия на авиационном тренажере. Опыт применения тренажеров показывает, что при правильном их использовании у летчиков формируются не только соответствующие профессиональные навыки, но значимые психофизиологические и эмоционально-волевые качества. Авиационный тренажер в системе реабилитации летчиков с функциональными заболеваниями нервной и сердечно-сосудистой систем должен использоваться в комплексе с другими восстановительными мероприятиями, прежде всего, психотерапевтическими. С этой целью летчики выполняют специальную реабилитационную программу на пилотажном тренажере. Она должна рассматриваться как подготовительный этап к системе профессиональной реабилитации, направленной на освоение летчиками реальных полетов. Положительные эмоциональные реакции при достижении успехов в сложных ситуациях способствуют формированию у летчиков качеств психофизиологической устойчивости, уверенности, снижению нервно-эмоционального напряжения при выполнении профессиональных задач. Таким образом, создаются предпосылки к разрешению невротического конфликта, обусловленного профессиональными затруднениями, уменьшению психопатологических проявлений, тревожности и фобий. Результативность применения тренажеров как профессиональной нагрузки при реабилитации летчиков в значительной степени зависит от соблюдения реабилитационных принципов апелляции к личности летчика, которая предусматривает формирование положительной летной направленности, высокой личной заинтересованности в проведении необходимых реабилитационных мероприятий и достижении максимальной эффективности выполнения профессиональных задач.

Показаниями к проведению полетной психотерапии на авиационном тренажере являются:

- пониженная переносимость профессиональных нагрузочных проб при диагностическом обследовании на пилотажном тренажере;
- профессиональные затруднения в деятельности, систематические ошибки в полетах, предпосылки к АП, напряженность в полетах и др.;
- наличие симптомов неуверенности, тревожности, элементов фобий, связанных с летной деятельностью.

Противопоказания:

- наличие жалоб на состояние здоровья или плохой отдых накануне проведения полетной психотерапии;
- период реконвалесценции после острых или обострения хронических заболеваний;
- выполнение в этот день других нагрузочных упражнений на центрифуге, в барокамере, при дыхании кислородом под избыточным давлением и др.;
- проведение в день психотерапии на тренажере специальных физиотерапевтических и лечебных процедур.

22.4. МЕТОДЫ ЛИЧНОСТНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Рациональная психотерапия (РП) — метод, на основании которого формируются новые взгляды на окружающую среду, оценку травмирующих психику событий, развиваются и укрепляются новые, полезные для здоровья представления или тормозятся старые, вырабатываются установки на будущее. Основным показанием для проведения РП является наличие у летчика измененной системы отношений к своему собственному состоянию либо психотравмирующая ситуация. РП эффективна при различных ипохондрических состояниях, страхах, фобиях.

В процессе РП осуществляется:

- глубокое и всестороннее изучение личности летчика, особенностей его эмоционального реагирования, мотивации, специфики формирования, структуры и функционирования его системы отношений;
- выявление и изучение механизмов, способствующих возникновению и сохранению невротического состояния;
- достижение у летчика осознания и понимания причинно-следственной связи между особенностями его системы отношений и состоянием;
- помощь летчику в разумном разрешении психотравмирующей ситуации, изменении при необходимости его объективного положения и отношения к нему окружающих;
- изменение системы отношений летчика, коррекция неадекватных реакций и форм поведения.

Методика РП реализуется в виде бесед с летчиком. В ходе беседы врач объясняет летчику причины развития его состояния и наличие симптомов, заставляет его активно участвовать в процессе психотерапии. Формулировки должны быть просты и доходчивы. Основой воздействия при проведении РП являются логические доказательства и доводы врача. Беседа между врачом и летчиком должна проходить без присутствия третьих лиц. Необходимо дать летчику возможность высказаться в полной мере, не прерывать его. Во время беседы врач должен обратить внимание летчика на его положительные личностные качества, с помощью которых возможно преодоление болезненных нарушений, тем более что они носят функциональный, обратимый характер.

Внушение в гипнозе. Метод психического воздействия врача-психотерапевта на летчика, находящегося в гипнотическом состоянии, с помощью словесного внушения. Применительно к летному составу и задачам его профессионального восстановления основными показаниями для использования гипнотического внушения являются: невроз навязчивых состояний и неврастения, нейровегетативные, тревожные и депрессивные симптомы. Противопоказания: наличие выраженных психотических расстройств с явлениями бреда, галлюцинаций, истерий с гипоманиакальными устремлениями.

Гипнотерапию должен проводить врач, прошедший соответствующую подготовку. Техника гипнотизации и характеристика лечебных внушений детально описаны в литературе. Внушение в гипнозе проводится, как правило, индивидуально. Продолжительность одного сеанса — 25–30 мин. Курс гипнотерапии может составлять около двух недель с частотой проведения внушений 2–3 раза в неделю. Внушение в гипнозе должно строиться таким образом, чтобы наряду с

формулами внушающего характера в ней присутствовали формулы, активирующие «Я» летчика на борьбу со своим состоянием. С точки зрения детерминирующего влияния слова на состояние человека, внушение в гипнозе направлено на реализацию одной из конкретных программ психофизиологического поведения, которая может реализовываться и в постгипнотическом периоде.

На основе постгипнотического формирования сознательно-волевого типа управления функциями организма разработан метод программируемой психической саморегуляции (ППСР), обеспечивающий относительную стабильность эмоционально-волевых компонентов поведенческих реакций в экстремальных условиях деятельности. Применение метода ППСР у летного состава может быть целесообразно в целях профилактики нервно-психических расстройств непосредственно перед выполнением профессиональных задач, связанных со значительными нервно-эмоциональными нагрузками и угрозой для жизни, т. е. преимущественно в боевых и чрезвычайных условиях деятельности.

22.5. КОРРИГИРУЮЩИЕ МЕТОДИКИ, ЗАМЕДЛЯЮЩИЕ СТАРЕНИЕ

Возможности увеличения профессионального долголетия летного состава взаимосвязаны с замедлением темпом старения организма. Наиболее приемлемые для применения у авиационных специалистов методы продления жизни представлены в табл. 22.3.

Таблица 22.3

Корректирующие методики, замедляющие старение и продлевающие жизнь

Тип воздействия	Возможный механизм и особенности действия
Ограничение калорийности диеты	Замедление роста, развития, снижение массы тела, температуры, активация гипоталамических центров регуляции. Эффективна до и после прекращения роста. Замедляет все процессы старения
Повышение двигательной активности	Активирующее действие на центры регуляции, особенно на сердечно-сосудистую систему. В основном снижает заболеваемость
Антиоксиданты	Снижение повреждений ДНК и других макромолекул. Влияние собственно на старение не доказано
Энтеросорбция	Адсорбция «кишечных токсинов», стабилизация гомеостаза путем создания депо для многих лекарственных веществ в кишечнике. Эффективна в старших возрастных группах в отличие от многих других методов
Умеренные стрессы	Активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. Сильные стрессы сокращают жизнь
Комплекс витаминов	Стимуляция обмена веществ. Эффективен лишь комплекс, лучше с микроэлементами
Ионы цинка	В культуре активируют иммунитет, активируя Т-хелперные регуляторные лимфоциты
Аэроионизация	Стабилизация белково-коллоидных комплексов в клетках и тканях организма
Рефлексотерапия	Улучшение нейроэндокринной регуляции органов
Адаптогены	Увеличение функциональных резервов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы
Активационная терапия	Улучшение функционального состояния организма с помощью развития антистрессорных реакций спокойной и повышенной активации.
Аудиовизуальная стимуляция	Управление биоэлектрической активностью головного мозга, активизация восстановительных процессов в нейронах

ГЛАВА 23. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ЛЕТНОГО СОСТАВА

23.1. Задачи, принципы и методы психофизиологической подготовки

Психофизиологическая подготовка — один из видов профессиональной подготовки летного состава, направленный на повышение функциональной и профессиональной надежности деятельности в экстремальных условиях летного труда. Стойкость, выносливость, надежность летчика в экстремальных условиях вырабатывается формированием профессионально важных психологических качеств и психических состояний, необходимых для успешного выполнения полетных заданий.

Задачи психофизиологической подготовки:

- формирование высокой устойчивости организма летчика к воздействию различных факторов полета;
- развитие профессионально важных для летной деятельности психологических качеств личности;
- повышение надежности деятельности в аварийных ситуациях и других усложненных условиях полета;
- снижение нервно-эмоционального напряжения в полете;
- коррекция функционального состояния организма;
- медицинская реабилитация летного состава и восстановление работоспособности.

Проведение психофизиологической подготовки способствует решению задач других видов подготовки летчиков, формированию профессиональной направленности, высокой мотивации, установки на выполнение конкретных полетных заданий, продлению летного долголетия, укреплению состояния здоровья, профилактике функциональных нарушений.

Организует психофизиологическую подготовку летного состава командир авиационной части. Выполнение соответствующих разделов плана этого вида подготовки осуществляется специалистами по конкретным вопросам. Тренажерную подготовку проводят методисты-инструкторы практического обучения на тренажерах, обучение эффективному использованию средств спасения осуществляет начальник парашютно-десантной службы, общую и специальную физическую подготовку проводит начальник физической подготовки и спорта. Важную роль в проведении психофизиологической подготовки играет медицинская служба. Авиационные врачи проводят занятия с летным составом по ФЛТ, знакомят с психофизиологическими особенностями деятельности при выполнении различных видов полетов, с воздействием на организм неблагоприятных факторов полета и способами защиты от них, осуществляют специальные тренировки летного состава, выполняют ряд других мероприятий.

Решение задач психофизиологической подготовки летного состава предусматривает:

- обучение летного состава основам ФЛТ с характеристикой психофизиологических особенностей различных видов полетов и полетных заданий;

– моделирование экстремальных факторов, действующих на летчика в полете, с проведением специальных тренировок, направленных на развитие профессионально значимых психофизиологических качеств;

– совершенствование знаний, умений и навыков использования летчиками защитного снаряжения;

– рационализацию летной подготовки с учетом специфики летной профессии.

Принципы психофизиологической подготовки:

1. Направленность на летную деятельность. Определяет взаимосвязь эффективности обучения и мотивационной сферы летчика. Профессиональное обучение летного состава должно предусматривать, чтобы его содержание, методика и организация способствовали формированию положительных мотивов и обуславливали совершенствование летного мастерства. Проявлением направленности на летную деятельность может быть активность летчика в процессе психофизиологических тренировок.

2. Комплексное применение психофизиологических методов. При этом системообразующим фактором является деятельность летчика применительно к конкретному виду полетов.

3. Адекватность реальным условиям полета. Предполагает использование в психофизиологической подготовке летного состава к различным видам полетов моделей, адекватных реальным условиям. Для этого используются специальные упражнения на тренажерах, различные технические средства, позволяющие формировать те профессионально важные психофизиологические качества и развивать адаптационные механизмы, которые в наибольшей степени необходимы для успешного выполнения полетного задания.

4. Сочетание с профессиональной подготовкой. Предусматривает тренировку летчиков к перенесению различных факторов полета, обучение правилам эксплуатации защитного снаряжения, развития физической выносливости и др.

5. Индивидуальный подход. В основе лежит постоянное изучение личности летчика в процессе динамического врачебного наблюдения. Полученные данные являются исходными для определения оптимальной величины летной нагрузки, количества тренировок и их периодичности.

Методы психофизиологической подготовки подразделяются на общие и специальные. Общие методы применяются для психофизиологической подготовки летчиков независимо от вида авиации. К ним относятся: тренировки на тренажерах к действиям в особых случаях в полете, формирование образов пространственных перемещений, идеомоторные тренировки, психическая саморегуляция, парашютно-десантная подготовка и тренировки к действиям после аварийного приземления в безлюдной местности или приводнения, общая и специальная физическая подготовка и др. Специальные методы предназначены для психофизиологической подготовки летного состава к конкретным видам полетов или отдельным элементам профессиональной деятельности. К ним относятся: психофизиологическая подготовка летчика к различным видам полетов, моделирование на тренажере предстоящего полетного задания, тренировки к перенесению пилотажных перегрузок большой величины и продолжительности, трени-

ровки дыхания и речи под избыточным давлением, вестибулярные тренировки, формирование готовности к катапультированию и др.

23.2. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА К РАЗЛИЧНЫМ ВИДАМ ПОЛЕТОВ

Высотные полеты. Высотными называются полеты, совершаемые на высотах более 4 км. В этих условиях на организм человека оказывает неблагоприятное влияние ряд факторов, наиболее значимые среди которых — пониженное барометрическое давление и пониженное парциальное давление кислорода. Важной особенностью высотного полета является обязательное использование технических средств защиты, к которым относятся герметическая кабина и комплекты кислородного оборудования. Одной из причин снижения работоспособности летчика в полете могут стать нарушения эксплуатации кислородно-дыхательной аппаратуры: вылет с плохо фиксированной на лице кислородной маской, открытым щитком гермошлема, снятие кислородной маски в полете, использование высотного снаряжения, не соответствующего характеру полетного задания и др. При выполнении высотного полета без средств защиты у летчика могут развиваться высотная болезнь, высотные декомпрессионные расстройства.

В случаях разгерметизации кабины самолета на больших высотах летчик может подвергнуться действию быстрого изменения барометрического давления — взрывной декомпрессии. Разгерметизация сопровождается звуковым эффектом типа сильного хлопка или взрыва. В кабине появляется бело-голубой туман, мешающий разглядеть даже близко находящиеся предметы. Летчик ощущает удар в грудь и бросок тела. Эти явления в первый момент могут восприниматься экипажем как разрушение самолета, а поступление кислорода в легкие под избыточным давлением и наполнение пневмосистемы ВКК как неожиданное явление. В первые секунды, даже при осознании необходимости доклада руководителю полетов о случившемся, некоторые летчики не могут этого сделать из-за затруднения дыхания и речи. Продолжительность первичной реакции составляет 3–5 с. Анализ деятельности летчиков при аварийной разгерметизации кабины по типу взрывной декомпрессии свидетельствует о кратковременном нарушении работоспособности с возможным нарушением безопасности полета. Отсюда следует необходимость формирования у летного состава психофизиологической готовности к случаям разгерметизации кабины на больших высотах и продолжению полета в этих условиях.

При нарушении герметичности кабины на высотах более 12 км комплекты кислородного оборудования автоматически подают в дыхательные пути летчика кислород под избыточным давлением. Дыхание под избыточным давлением приводит к закономерным изменениям дыхания и кровообращения. Наблюдающиеся сдвиги обусловлены как непосредственным действием механических сил, так и рефлекторными реакциями, возникающими в ответ на воздействие избыточного давления. В функции ЦНС отмечается повышение порогов чувствительности и увеличение времени латентного периода на внешние раздражители, замедление скорости протекания нервных процессов. Существенно ухудшается острота зрения, возрастает время зрительного восприятия, слабеет пространственное и цветное зрение, уменьшаются поля зрения, нарушается речь.

Дыхание под избыточным давлением приводит к нарушению качества пилотирования. При полетах на тренажере в условиях дыхания под избыточным давлением 1600–1800 мм вод. ст. ухудшение качества пилотирования на 1 балл наблюдается по оценке инструктора примерно у 70 % летчиков. Наибольшее количество ошибок пилотирования летчики допускают в первые минуты дыхания под избыточным давлением. Следует отметить, что повторные полеты на тренажере при имитации разгерметизации кабины дают положительный эффект. Основной причиной ухудшения качества пилотирования на летном тренажере в условиях дыхания под избыточным давлением является изменение структуры деятельности летчика. Наиболее типичными ошибками являются: уменьшение числа фиксации глаз на приборах и движений ручкой управления, увеличение амплитуды движений ручкой управления в большей степени по тангажу. В структуре управляющих движений отмечается уменьшение количества более мелких корректирующих движений. В основе изменений структуры деятельности летчика и снижения качества пилотирования при дыхании под избыточным давлением лежат механический фактор и нарушение функций ЦНС. Использование высотного снаряжения при создании в пневмосистеме избыточного давления ограничивает подвижность верхних и нижних конечностей. При избыточном давлении 2000 мм вод. ст. на долю механического фактора приходится до 60–65 % нарушений структуры деятельности летчика.

Таким образом, выполнение высотных полетов связано с потенциальной опасностью воздействия на организм летчика высотных факторов и необходимостью эксплуатации средств защиты. Это обуславливает специфику подготовки летного состава.

Психофизиологическая подготовка летного состава к высотным полетам предусматривает:

- теоретическую подготовку с ознакомлением действия на организм высотной гипоксии;
- практическое освоение работы кислородно-дыхательной аппаратуры и высотного снаряжения;
- ознакомление с условиями управления ЛА при имитации разгерметизации кабины на высотах более 12 км.

В процессе теоретической подготовки должно быть изучено влияние пониженного барометрического давления и парциального давления кислорода на функции организма; дано физиологическое обоснование применения кислородно-дыхательной аппаратуры в высотном полете и принципы его работы на различных высотах и при парашютировании; рассмотрены возможные причины и характерные признаки медленно и быстро протекающей разгерметизации кабины, правила предполетной проверки исправности кислородно-дыхательной аппаратуры и защитного снаряжения, действия летчика при возможных отказах кислородно-дыхательной аппаратуры и защитного снаряжения.

Ознакомление летного состава с действием на организм высотной гипоксии умеренной и выраженной степени осуществляется в процессе барокамерных подъемов на высоты 5–6 км. Плановые барокамерные подъемы проводятся курсантам военных авиационных училищ летчиков перед допуском к учебно-

тренировочным полетам, а также летчикам и штурманам авиационных частей один раз в два года при очередном освидетельствовании врачебно-летной комиссией. Целью барокамерных подъемов является ознакомление летного состава с действием гипоксии умеренной и выраженной степени, обучение действиям по устранению кислородного голодания в случае его развития в полете, определение индивидуальных реакций организма на гипоксию, переносимости кратковременного кислородного голодания и колебаний барометрического давления, а также выявление скрытых форм заболеваний и нарушений функционального состояния, снижающих устойчивость организма к высотным факторам.

Практическое освоение работы кислородно-дыхательной аппаратуры и высотного снаряжения, а также ознакомление с условиями управления самолетом в разгерметизированной кабине на высотах более 12 км осуществляются в процессе тренировки дыхания и речи под избыточным давлением. Она проводится курсантам летных училищ и летному составу, выполняющим полеты на высотах более 12 км на самолетах, оборудованных кислородными приборами для дыхания под избыточным давлением. Процесс освоения предусматривает три этапа. Целью лабораторного этапа является обучение летного состава правильному дыханию и речи в снаряжении под избыточным давлением, определение индивидуальной устойчивости к дыханию под избыточным давлением, проверка качества подгонки высотного снаряжения. Барокамерный этап предназначен для ознакомления летного состава с условиями работы в снаряжении под избыточным давлением на высотах более 12 км и защитными свойствами высотных средств жизнеобеспечения. Тренажерный этап предусматривает ознакомление летного состава с особенностями пилотирования самолета в снаряжении под избыточным давлением в процессе выполнения на пилотажном тренажере одного из упражнений курса тренировочной подготовки. В результате его проведения у летчика должна окончательно сформироваться психофизиологическая готовность к правильным действиям в случаях разгерметизации кабины на больших высотах, базирующаяся на уверенности в защитных свойствах защитного снаряжения, знания своих физиологических резервов и возможности выполнения необходимых операций для выхода из возникшей ситуации или продолжения выполнения задания.

Кроме специальных методов психофизиологическая подготовка летного состава к высотным полетам предусматривает использование общих мероприятий, направленных прежде всего на повышение устойчивости организма к гипоксии и эффективности деятельности летчиков в стратосфере при разгерметизации кабины самолета. К ним относятся правильная организация режима труда, отдыха и питания, специальная физическая подготовка, качественная подгонка высотного снаряжения, повторные сеансы дыхания под избыточным давлением и др.

Полеты на высокоманевренных самолетах. Одним из факторов авиационного полета, оказывающих существенное влияние на функциональное состояние и работоспособность летчика, являются пилотажные перегрузки. К ним относятся перегрузки, возникающие при полетах, связанных с изменением направления и скорости ЛА. Чаще всего пилотажные перегрузки имеют место при интенсивном маневрировании во время ведения воздушного боя, при перехвате цели, при выполнении фигур высшего пилотажа.

Современные самолеты-истребители имеют большую энерговооруженность и высокие прочностные характеристики. Это дает летчику возможность во время полета выполнять маневры, связанные с воздействием перегрузок, быстро изменяющихся по величине, а также направлению по векторам z , y , x . На высокоманевренных самолетах перегрузки по величине могут достигать до $+10 \text{ Gz}$ при большом градиенте нарастания и длительностью до $10\text{--}15 \text{ с}$. По степени воздействия на организм такие перегрузки приближаются к пределу психофизиологических возможностей человека.

Воздействие пилотажных перегрузок вызывает изменения функций различных органов и систем организма, среди которых важное значение имеют смещение и деформация тканей, перераспределение крови и жидких сред по вектору действия перегрузки, изменения со стороны вегетативной и ЦНС, анализаторов, эндокринных органов, снижение работоспособности летчика.

Уровень работоспособности летчика при полетах на высокоманевренных самолетах зависит от его индивидуальных и психофизиологических возможностей, профессиональной подготовки, физических характеристик перегрузки. Здоровый человек в обычной рабочей позе переносит перегрузку до 5 ед. Применение существующих противоперегрузочных средств защиты позволяет повысить устойчивость к перегрузке примерно в 2 раза. В исследованиях, посвященных изучению предела переносимости быстро нарастающих перегрузок, было установлено, что при градиенте $1 \text{ G} \cdot \text{с}^{-1}$ потеря сознания наблюдается в 6 % случаев, градиенте $2,5 \text{ G} \cdot \text{с}^{-1}$ — в 39 %, градиенте $6 \text{ G} \cdot \text{с}^{-1}$ — в 55 %. После потери сознания время полной утраты работоспособности при прекращении действия перегрузки составляет $15\text{--}17 \text{ с}$.

В нарушении работоспособности летчика ведущее значение при действии физиологически переносимых перегрузок имеют действие механических сил, изменение функции ЦНС и анализаторов. Действие механических сил значительно затрудняет работу опорно-мышечного аппарата. Ухудшение качества пилотирования самолета наблюдается уже при перегрузке $+2\text{Gz}$. При этом в большей степени страдают тонко координированные регуляторные движения ручкой управления самолетом. При перегрузке около $+8\text{Gz}$ летчик лишается возможности совершать движения верхними и нижними конечностями. Во время действия перегрузки у летчика могут нарушаться процессы восприятия и переработки информации, ухудшаться оперативная память. Значительно страдает функция зрительного анализатора вследствие сужения полей зрения, ухудшения глубинного зрения и цветовосприятия, нарушения контрастности зрения, появления (при положительных перегрузках) серой и далее черной пелены как предвестника потери сознания.

Важным компонентом полетов на высокоманевренных самолетах является высокое нервно-эмоциональное напряжение, обусловленное экстремальностью условий деятельности и дефицитом времени для принятия решений.

Таким образом, полеты на высокоманевренных самолетах, характеризующиеся воздействием на организм летчика значительных по величине и динамично меняющихся по направлению перегрузок, высоким нервно-эмоциональным

напряжением, требуют обязательного применения средств противоперегрузочной защиты и специальной психофизиологической подготовки летного состава.

Психофизиологическая подготовка летного состава к полетам на высокоманевренных самолетах включает:

- теоретическую подготовку по особенностям деятельности летчика в условиях воздействия пилотажных перегрузок;
- изучение принципов работы и правил эксплуатации штатного противоперегрузочного снаряжения;
- обучение специальным приемам, повышающим устойчивость организма к воздействию длительных значительных по величине и градиенту нарастания перегрузок;
- проведение общей и специальной физической тренировки;
- специальную наземную и воздушную подготовку.

В процессе теоретической подготовки должны быть изучены: физиологические особенности воздействия на организм пилотажных перегрузок при полетах на высокоманевренных самолетах, физиологическое обоснование применения средств противоперегрузочной защиты, принципы работы и правила эксплуатации противоперегрузочного снаряжения.

На практических занятиях, проводимых начальником медицинской службы совместно со специалистами по обслуживанию высотного снаряжения, рассматриваются особенности применения противоперегрузочного снаряжения (ППК-3 и ППУ ВКК-15 с автоматом давления АД-5). Обращается внимание, что защитный эффект ППК во многом зависит от качества подгонки манжет, особенно в области живота. После выбора и подгонки противоперегрузочного снаряжения летный состав осуществляет тренировки с избыточным давлением в камерах ППК. Во время тренировок проверяется качество подгонки противоперегрузочного снаряжения и устраняются выявленные недостатки, проводится обучение специальным защитным мышечным и дыхательным противоперегрузочным приемам. Следует отметить, что защитные приемы являются сложно координированными двигательными актами, которые выполняются на фоне пилотирования самолета. Поэтому на первых занятиях летчики изучают методику выполнения защитных мышечных и дыхательных приемов, а затем проводятся тренировки. Тренированные летчики, освоившие и активно использующие защитные мышечные и дыхательные противоперегрузочные приемы, могут повысить свою устойчивость к перегрузкам на 3 ед. и более.

Общая физическая подготовка должна быть направлена на увеличение силы, выносливости и устойчивости организма к действию перегрузок. Особое внимание обращается на развитие таких физических качеств, как увеличение силы брюшных мышц, мышц шеи, спины, ног, увеличение статической выносливости. Специальная физическая тренировка проводится на статозргометре, лопинге, батуте, перекладине, шведской стенке.

Специальная наземная тренировка включает подготовку на центрифуге и идеомоторные тренировки. Тренировочные вращения на центрифуге позволяют воспроизвести перегрузки, по своим характеристикам не отличающиеся от реальных. При систематических тренировках на центрифуге можно повысить

устойчивость организма к перегрузкам в 2–3 раза. Кроме этого, такие тренировки имеют и высокое психологическое значение для снижения нервно-эмоционального напряжения. Вместе с тем следует отметить, что проведение подобных тренировок в частях — пока только перспектива. В настоящее время они осуществляются лишь в специальных центрах. Идеомоторные тренировки целесообразно проводить в перерывах между полетами с большими пилотажными перегрузками. Они должны включать в себя проигрывание управляющих действий, характерных для маневров с большими перегрузками, и выполнение при этом защитных мышечных и дыхательных противоперегрузочных приемов.

Наиболее эффективным способом формирования психофизиологической готовности к полетам с перегрузками является летная подготовка. При освоении таких полетов необходимо постепенное увеличение перегрузок, предоставление отдыха, достаточного для восстановления физиологических функций, периодичность полетов, позволяющая поддерживать устойчивость к перегрузкам. Для сохранения достигнутого уровня устойчивости к перегрузкам необходимо выполнять каждый месяц не менее 4–5 полетов с перегрузками более 7 ед. и длительностью 15 с. Подготовленным летчикам следует планировать в летную смену не более 2 полетов с перегрузкой до 9 ед. и длительностью 15–20 с. Перерывы между такими полетами должны быть не менее 1 часа, а между летными сменами не менее 2 дней.

В процессе психофизиологической подготовки летчик должен знать, что для мобилизации физиологических резервов перед выполнением интенсивных маневров целесообразно выполнить несколько фигур с перегрузкой 4–5 ед. В процессе воздействия перегрузок необходимо осуществлять самоконтроль за функциональным состоянием. Появление перед глазами серой и особенно черной пелены является критерием опасных состояний и требует уменьшения величины перегрузки. Во время действия перегрузки летчику рекомендуется зафиксировать шею и плечевой пояс, голову прижать к заголовнику. Движение головой нужно осуществлять плавно. Эти меры способствуют лучшему кровоснабжению головного мозга. В перерывах между перегрузками мышцы шеи следует расслабить и совершить несколько наклонных движений.

Летчики, выполняющие систематические полеты с перегрузками более 7 ед., требуют особого медицинского контроля. Для оценки степени утомления летчика, выполнившего полет с перегрузкой более 7 ед. и длительностью более 10 с, следует дополнительно к объему послеполетного медицинского осмотра использовать методику САН, провести пробу Генче и трехступенчатую статозргометрическую пробу. При проведении периодических медицинских осмотров летному составу проводятся проба Генче, спирометрия, анкетирование по методике САН, электрокардиография, анализы крови и мочи, статозргометрическая проба в полном объеме.

Полеты в приборных метеорологических условиях. Полеты в ПМУ характеризуются пилотированием самолета вне видимости естественного горизонта и земных ориентиров. К ним относятся: полеты в облаках, между облаками, за облаками при облачности 7 баллов и более; полеты под облаками при малой высоте нижней границы облачности и плохой полетной видимости. Эти параметры

различны в зависимости от типа ЛА. Кроме этого, к полетам в ПМУ относятся полеты над водным пространством вне визуальной видимости береговой черты, а также полеты в стратосфере.

Полеты в ПМУ характеризуются рядом психофизиологических особенностей. Во время полета летчик определяет положение самолета в пространстве не по визуальным ориентирам, а по показаниям приборов, то есть опосредованно. Необычность пространственной ориентировки, воздействие воздушной среды и факторов полета могут способствовать появлению у летчиков иллюзий. Опосредованность пространственной ориентировки связана с напряженной умственной деятельностью. Для представления пространственного положения самолета летчик должен воспринимать показания приборов, анализировать информацию, обобщать ее и мысленно воспроизводить в зрительное представление о положении ЛА.

Одним из наиболее сложных этапов полета в ПМУ является заход на посадку в условиях посадочного минимума погоды. Различают минимум погоды самолета, аэродрома и командира экипажа. Минимум погоды самолета — это минимально допустимые значения нижней границы облаков, видимости на взлетно-посадочной полосе и полетной видимости, при которых летно-технические данные самолета в сочетании с наземной посадочной системой аэродрома позволяют безопасно произвести взлет и посадку. Минимум погоды аэродрома характеризуется теми же показателями, при которых в зависимости от рельефа местности, препятствий на ней, посадочных систем, типа и оборудования самолетов обеспечивается безопасность их взлета, захода на посадку и посадки на данном аэродроме. Минимум погоды экипажа определяется минимально допустимыми значениями высоты облачности и полетной видимости, при которых командиру экипажа разрешается выполнять полетное задание на самолете данного типа. Деятельность летчика при заходе на посадку в условиях минимума погоды характеризуется большой информационной загруженностью летчика, жестким дефицитом времени для принятия решений, высоким нервно-эмоциональным напряжением, обусловленным ожиданием выхода из облаков и стремлением в наиболее ранние сроки визуально обнаружить взлетно-посадочную полосу. Для этого этапа полета характерен попеременный переход от ориентирования по приборам к визуальному и наоборот.

Психофизиологическая подготовка летного состава к полетам в ПМУ включает:

- теоретическую подготовку;
- общую и специальную физическую подготовку;
- специальную наземную и воздушную подготовку.

Во время теоретической подготовки изучаются психофизиологические особенности деятельности летчиков при полетах в ПМУ, особенности пространственной ориентировки летчика в полете, причины возникновения и правила преодоления иллюзий. В период теоретической подготовки летного состава важно разъяснить механизм формирования иллюзий в полете и обучить летчиков приемам преодоления иллюзий. К простейшим из них относятся: переключение внимания на другую задачу; ведение радиообмена с руководителем полетов;

массаж БАТК, стимулирующих работоспособность; изменение рабочей позы; напряжение мышц конечностей и туловища; энергичные движения головой и др. Летчик должен знать, что при возникновении иллюзий, несмотря на субъективные ощущения, он может осуществлять полет, исходя из показаний приборов.

Физическая подготовка летного состава должна быть направлена на тренировку вестибулярного аппарата. Она включает пассивные и активные тренировки. К пассивным относятся тренировки на качелях и вращающихся креслах. Активные тренировки подразумевают выполнение специальных упражнений: акробатических, на батуте, специальных снарядах, подвижные спортивные игры, плавание и др.

Специальная наземная и летная подготовка направлена на обучение летного состава умению формировать наглядный образ пространственного положения самолета, основанного на показаниях приборов, отработку навыков попеременного контроля приборов и внекабинного пространства, отработку быстрого распознавания и принятия правильного решения при отказе навигационных систем и систем автоматического управления ЛА. Во время тренировок на тренажере летный состав отрабатывает высокую точность выхода в створ взлетно-посадочной полосы при ограниченной навигационной и пилотажной информации, также навыки действий при отказах навигационных и пилотажных приборов. Обязательным элементом наземной подготовки являются тренажеры самолета по отработке действий с органами управления автоматических систем и при нештатных ситуациях в полете.

Летная подготовка к полетам в ПМУ проводится в несколько этапов. Полеты в ВМУ с использованием системы автоматического управления позволяют сформировать у летчика уверенность в надежности автоматических и навигационных систем ЛА. Полеты под шторкой предназначены для отработки навыков определения положения самолета в пространстве, исходя из показаний приборов в различных режимах управления. Один из этапов летной подготовки посвящается ознакомлению летчиков с признаками отказов навигационных и автоматических систем управления, приобретению навыков их обнаружения и использования дублирующих приборов и резервных органов управления. Заключительным этапом летной подготовки являются полеты с инструктором на учебно-тренировочных самолетах в реальных ПМУ.

Важным мероприятием, проводимым медицинской службой, является контроль за состоянием здоровья летного состава и допуск их к полетам в ПМУ. Особое внимание должно быть сосредоточено на летчиках с повышенной возбудимостью вестибулярного аппарата, а также на лицах, допускаемых к полетам после перенесенных острых заболеваний.

ГЛАВА 24. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРИЕНТИРОВКА ЛЕТЧИКА. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ИЛЛЮЗИЙ И МЕТОДЫ ИХ ПРОФИЛАКТИКИ

Пространственная ориентировка (ПО) летчика — сложный психофизиологический процесс, который осуществляется благодаря интегративной деятельности органов чувств и обработке поступающей от них информации в ЦНС.

В формировании в мозге летчика представления о положении в пространстве играют роль врожденные и приобретенные механизмы, основывающиеся на опыте летного обучения и профессиональной деятельности. Немаловажное значение при этом имеет функциональное состояние ЦНС, интеллектуальный и психологический компоненты ПО.

Практическая значимость ПО летчика исключительно велика, так как среди причин АП потеря ПО составляют 5–12 %, а среди причин авиационных катастроф — до 20 %. Причем борьба с нарушениями ПО летчика, как показывает опыт, является одной из наиболее трудных проблем медицинского обеспечения безопасности полета.

Нарушения ПО чаще всего возникают в ПМУ, в облаках, ночью, при полетах на одноместных высокоманевренных самолетах. Нарушения ПО и иллюзии пространственного положения испытывают не только молодые и малоопытные летчики, но и летчики высокой квалификации. Наибольшее число нарушений ПО в гражданской авиации отмечается на этапах захода на посадку и во время посадки, а в военной — во время выполнения маневров, связанных с боевым применением.

24.1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ И ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТИРОВКИ В ПОЛЕТЕ

Необходимо учитывать, что наиболее значимыми для ПО летчика являются зрительный, вестибулярный, проприоцептивный анализаторы, а наиболее уязвимыми в критических стрессовых условиях являются более эволюционно более молодые анализаторы (слуховой, зрительный, вестибулярный). Отмечена также способность ЦНС перестраивать координацию функций анализаторов, адаптироваться к изменяющимся условиям, корректировать и компенсировать функции нарушенных анализаторов другими анализаторами, обеспечивая таким образом верное отражение в сознании пространственного положения.

ПО летчика в полете имеет ряд отличительных особенностей:

1) в полете она осуществляется в трехмерном пространстве в отличие от двухмерного на поверхности Земли;

2) в полете на человека воздействуют ускорения, которые действуют в течение более длительных отрезков времени, чем на это рассчитаны физиологические характеристики вестибулярного аппарата;

3) вестибулярный аппарат и механизмы ориентировки в пространстве биологически предназначены, прежде всего, для обеспечения равновесия и быстрого рефлекторного возвращения в положение теменем кверху, а не для доведения до сознания положения тела в пространстве, что необходимо в ПО летчика;

4) ПО летчика относительно Земли затрудняется тем, что органы чувств не различают воздействие гравитационной или инерционной силы, а воспринимают только результирующую, которая субъективно воспринимается как направление вектора гравитации;

5) ПО в полете осложняется тем, что летчик оценивает не просто свое положение в пространстве, но положение самолета и свое положение относительно самолета, что в ряде случаев создает дополнительные трудности;

б) для осуществления ПО летчик интегрирует два совершенно разнородных вида информации: непосредственную чувственную (первосигнальную) о положении в пространстве и опосредованную приборную (второсигнальную).

Наконец, ПО летчика осложняется неустойчивостью опоры и недостатком неподвижных зрительных ориентиров, в том числе и горизонта, который не всегда просматривается.

24.2. ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ НАРУШЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТИРОВКИ, ИЛЛЮЗИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ

Причины нарушений ПО летчика и возникновение иллюзий ПП можно подразделить на следующие группы:

1) отсутствие, недостаточность или искажение информации о положении в пространстве (ПМУ, темнота, неисправные пилотажно-навигационные приборы);

2) неверное восприятие органами чувств имеющейся информации, что может быть обусловлено либо ее несоответствием нормальным физиологическим характеристикам органов чувств, либо необычным их функциональным состоянием (например, в результате ослепления ярким светом, действия ускорений, появления выраженного нистагма и др.);

3) неправильная обработка в ЦНС информации, поступающей от органов чувств.

Как известно, иллюзии при определенных условиях полета и на отдельных этапах летного обучения испытывают все летчики. В дальнейшем многие из иллюзий исчезают, летчики привыкают их подавлять, игнорировать. В процессе летного обучения летчик начинает верно оценивать относительную роль отдельных видов информации о положении в пространстве, корректировать одни из них с помощью других, полагаться на приборную информацию и относиться критически к иллюзиям.

Обычно летчик, испытывая в полете какую-либо иллюзию пространственного положения, относится к ней критически, поддерживает в своем сознании верную модель пространственного положения за счет доминанты приборной информации. Однако в определенных условиях полета (иногда внезапно) иллюзия начинает преобладать, и даже опытный летчик совершает роковую ошибку. Исход борьбы между истинной и ложной информацией зависит от недостаточности или неясности приборной и вообще зрительной информации, от интенсивности ложных сигналов, от психоэмоционального состояния летчика (утомление, перевозбуждение или недостаточный тонус ЦНС), когда интеллектуальный и волевой механизм ПО уступает место эволюционно более старым рефлексам и механизмам равновесия, второсигнальная информация о пространственном положении уступает первосигнальной (Г. Л. Комендантов, 1983).

Не останавливаясь на достаточно понятной первой группе причин нарушений ПО, связанных с недостатком или неверностью информации, поступающей летчику, рассмотрим вторую группу причин, обусловленных физиологическими характеристиками и состоянием органов чувств (анализаторов), а также третью группу причин, зависящих от ЦНС.

Вторую группу причин и механизмов нарушений ПО можно условно разбить на следующие подгруппы: восприятие углового движения; восприятие вертикали; зрительное восприятие.

Восприятие углового движения. Специфическими физиологическими датчиками углового движения, углового ускорения являются рецепторы полукружных каналов, обладающие определенным порогом чувствительности. Полукружные каналы обеспечивают верную информацию о поворотах и наклонах головы общей продолжительностью до нескольких секунд. Ощущение углового движения испытывается лишь в начале времени вращения и при его остановке (противовращение). При продолжающемся равномерном вращении, а также через некоторое время после остановки вращения купула возвращается в исходное положение и прекращает сигнализацию в ЦНС о вращательном движении.

Одной из типичных причин иллюзий ПП является угловое движение самолета, которое по своей скорости ниже порога чувствительности купулярного аппарата (порядка одного градуса в секунду). В этом случае летчик не ощущает даже начала вращения (например, крена или рысканья самолета) и будет воспринимать движение самолета в плоскости горизонта по прямой, хотя на самом деле самолет может быть в положении крена и (или) лететь по кривой.

Ускорения Кориолиса. Едва ли не самое большое значение для провоцирования иллюзий ПП, нарушений ПО летчика и вызываемых тем самым происшествий имеют воздействия на летчика ускорений Кориолиса. Ускорения Кориолиса возникают тогда, когда на фоне вращательного движения в одной плоскости совершаются движения в какой-либо другой, несовпадающей с ней плоскости. Например, если при выполнении виража или поворота самолета летчик быстро наклонит голову (чтобы подстроить радиостанцию), то могут возникнуть сильное головокружение, соответствующие вегетативные реакции и иллюзии ПП. Поэтому во время вращательных и криволинейных движений самолета летчики, как правило, избегают движений головой.

Воздействие на человека угловых ускорений, как известно, вызывает дистагмические движения глазных яблок. Биологический и физиологический смысл нистагма заключается в фиксации на сетчатке глаза изображения окружающих предметов (вестибулоокулярный механизм стабилизации изображения). Поскольку в полете положение приборной доски остается фактически неизменным по отношению к летчику, возникновение нистагма затрудняет считывание показаний приборов и способствует иллюзии ПП.

Окулогиральная (оптогиральная) иллюзия. Если испытуемый, вращаясь в темноте, смотрит на светящуюся точку, то при остановке вращения точка видится расплывчатой и движущейся в сторону, противоположную направлению вращения; затем через несколько секунд она воспринимается отчетливо неподвижной по отношению к испытуемому, но смещенной в сторону вращения. При этом если испытуемый ощущает, что он вращается, то ему кажется, что и точка вращается вместе с ним. Этот феномен носит название «окулогиральной, или оптогиральной, иллюзии» и может играть определенную роль в иллюзиях ПП в темное время суток. Например, после окончания вывода из крена летчик может испытать иллюзию своего вращения, а также вращения окружающего зритель-

ного поля: внутрикабинного и внекабинного (в том числе звезд на небе и огней на Земле). Однако эта иллюзия не возникает и быстро прекращается, если зрительные ориентиры видны отчетливо и хорошо знакомы летчику.

Восприятие вертикали. Если купулярные рецепторы полукружных каналов являются своего рода физиологическими датчиками угловых ускорений, то макулярные рецепторы (отолитовые органы) эллиптического и сферического мешочков выполняют роль датчиков линейных ускорений (динамический фактор) и вектора гравитации (статический фактор).

Рецепторы вектора гравитации (статического положения) адаптируются к раздражителю гораздо медленнее, чем рецепторы купулярного аппарата: за первые 30 с их биоэлектрическая реакция снижается на 40 %, а затем сохраняется в течение 20 мин (А. Г. Вепзоп, 1965).

При отсутствии визуального контроля человек способен определять направление вертикали (т. е. положение своего тела относительно вертикали) с точностью до нескольких градусов. Точность определения зависит от положения тела в пространстве, жесткости сиденья, продолжительности пребывания в наклонном положении и других факторов.

Иллюзия горизонтального полета при выполнении виража. Как уже отмечалось выше, организм не отличает гравитационной силы от инерционной, возникающей во время ускорения. Поэтому при выполнении виража, т. е. разворота самолета с соответствующим креном, когда результирующая двух сил направлена перпендикулярно полу кабины, летчик при недостаточном опыте может ощущать себя летящим горизонтально и не воспринимать крена.

Окулогравическая иллюзия имеет тот же механизм, как и описанная выше. Если испытуемый вращается на центрифуге, то он принимает за вертикаль результирующую двух сил, которая проходит наклонно (сверху вниз и от центра вращения кнаружи). Поэтому вертикально расположенные в помещении предметы воспринимаются им наклонными кнаружи.

Иллюзии кабрирования и пикирования при действии ускорений «спина – грудь» и «грудь – спина». Эта группа иллюзий играет серьезную роль в возникновении многих летных происшествий и катастроф. При действии ускорения «спина – грудь», в частности во время разгона и взлета, результирующая вектора гравитации и силы, вызывающей ускорение, отклонена назад по отношению к истинной вертикали. При отсутствии или недостаточности зрительных внекабинных ориентиров (например, взлет в ночных условиях) это вызывает иллюзию кабрирования. Подчиняясь этой иллюзии, летчик иногда опускает нос самолета, и самолет врезается в землю. Аналогично, но с противоположным знаком, обстоит дело при действии ускорений «грудь – спина» (например, при торможении самолета в полете). У летчика возникает иллюзия пикирования, которая может вынудить его поднять нос самолета. Эта иллюзия может иметь серьезное значение, в частности, для палубной авиации, где осуществляется катапультируемый взлет и специальное торможение самолета. Описанная иллюзия, очевидно, имеет глубокие биологические и физиологические корни. В экспериментах аквариум с рыбами помещался на борт самолета. Когда на взлете действовали ускорения от хвоста самолета к носу, все рыбы поворачивались головами ко дну аквариума

(как бы пытаюсь компенсировать кажущееся им «кабрирование»), а при торможении в полете — головами к поверхности воды. Наконец, действие ускорений может не только отклонить направление воспринимаемой вертикали, но и нейтрализовать гравитационную силу (динамическая невесомость при полете самолета по параболе Кеплера) или изменить ее направление на 180° , вызывая ощущение перевернутого полета.

Несмотря на описанные выше погрешности, сигнализация вестибулярного аппарата о кратковременных воздействиях ускорений и о движениях головы обеспечивает относительную фиксацию изображения на сетчатке глаза, возможность контролировать показания приборов, осуществлять визуальную ориентировку и сравнительно быстро адаптироваться к измененным гравитационным условиям.

Обследуя летчиков, подверженных иллюзиям ПП, исследователи пришли к заключению, что их вестибулярная чувствительность мало отличается от чувствительности успешно летающих летчиков, а также людей нелетных профессий (А. Г. Вепзол, 1965)

В процессе подготовки и тренировки летного состава происходит адекватная перестройка вестибулярной чувствительности. Очевидно, здесь имеет место не простое изменение чувствительности рецепторов, а перестройка всей функциональной системы и образование новых условнорефлекторных связей в коре головного мозга.

Возникновение иллюзий, в частности, можно считать проявлением незавершенности образования новых связей, растормаживанием старых координаций. К сожалению, указанная целесообразная перестройка и формирование новых координаций после тренировочных вестибулярных воздействий полетов довольно кратковременны. Поэтому важно соблюдать принцип регулярности тренировок и не допускать перерывов в полетах. Кроме того, ознакомление летчика на специальных тренажерах и в полете с основными гравитационными условиями, вызывающими иллюзии ПП, обычно дает ограниченный результат: ознакомившись с одним видом гравитационных и инерционных воздействий, летчик может быть неподготовленным к несколько измененным условиям. Создание подвижных тренажеров, максимально имитирующих многие гравитационные условия, является технически сложным делом, и сами методы тренировки летного состава для лучшего восприятия пространственных координат требуют постоянного совершенствования.

Лифтовая иллюзия — одна из разновидностей иллюзии кабрирования-пикирования. В этом случае направление смещения отолитовых мембран вестибулярного аппарата попеременно изменяется относительно их рецепторных оснований с увеличением и уменьшением силы G_z . Когда перегрузка направлена вниз ($+G_z$), как происходит в движущемся вниз лифте, то может возникать ощущение ложного «воспарения» и наклона назад. В полете такая иллюзия возникает в тех случаях, когда самолет выравнивается (переходит в горизонтальный полет) после стойкого снижения. Это временное увеличение погрузки $+G_z$ может вызвать у летчика чувство ложного движения самолета «носом вверх» и подъем вертикально вверх, если обозрение внешнего пространства ограничено занято-

стью технической работой в кабине в наклоненном положении головой вниз. В этом случае данная иллюзия может понуждать летчика невольно переводить самолет в снижение и, таким образом, опасно расходовать высотный буфер, защищающий самолет от столкновения с землей.

Иллюзия перевернутого полета — это ощущение инверсии самолета в полете, т. е. ложного положения вниз головой, когда вектор результирующей гравитоинерциальной силы направлен больше вверх, а не к поверхности земли. Это может происходить, если круто набирающий высоту высокоманевренный самолет более или менее резко переходит в горизонтальный полет.

Иллюзии противовращения возникают вследствие того, что биомеханические характеристики полукружных каналов не позволяют им точно регистрировать резкое прекращение вращения или длительное вращение с постоянной скоростью или малым ускорением.

Ситуация, порождающая ощущение ложного вращения, которая возникает при преднамеренном или неумышленном вводе летчиком самолета во вращение (например, влево) относительно вертикальной оси по снижающейся траектории без крена, может приводить к смертельному штопору. Чем дольше продолжается вращение с постоянной скоростью, тем слабее становится ощущение вращения влево в полукружных каналах. При попытке прекратить длительное вращение самолета с постоянной скоростью (в результате чего это вращение перестает восприниматься полукружными каналами в соответствии с их биомеханическими характеристиками) влево, угловое замедление с надпороговой скоростью порождает у летчика ощущение ложного вращения вправо (выраженность которого пропорциональна интенсивности торможения), хотя единственным действительно реальным результатом этого действия является продолжение вращения влево с дальнейшим падением высоты.

24.3. ЗРИТЕЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ. ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ НА НЕГО ВЛИЯНИЕ

В пространственной ориентировке летчика зрение обеспечивает более 80 % необходимой информации. Кроме того, зрение играет роль своего рода физиологического демпфера и корректировщика ложных сигналов вестибулярного аппарата (Г. Т. Береговой и др., 1970).

Отсутствие визуального контроля летчика даже на короткий промежуток времени (несколько десятков секунд) может привести к тяжелым последствиям. Оно может быть вызвано яркой вспышкой, взглядом на Солнце или ярко освещенную блестящую поверхность, действием ускорений и вибраций. Для восстановления зрительной пространственной ориентировки после временного выключения зрения важнейшую роль играет наличие отчетливых зрительных ориентиров (в частности, внекабинных).

Пространственная ориентировка складывается не только из непосредственных зрительных функций, но также на основе психических процессов анализа и синтеза информации о видимых ориентирах. При этом большую роль играет предшествующий опыт и навыки летчика. Описано довольно много иллюзий зрительного происхождения, испытываемых летчиками в определенных услови-

ях. Правда, среди причин потери ПО летчика ложные зрительные восприятия (иллюзии) составляют не более 5 %.

Иллюзии линии горизонта. Края облаков в большинстве случаев располагаются горизонтально. Встречая на своем пути облака, расположенные наклонно, летчик может принять их направление за горизонтальное. Аналогично этому в ночном полете, косая линия огней (например, по краю залива или бухты) может быть ошибочно принята за горизонтальную линию. Пролетая через облака, подсвеченные сбоку солнцем, летчик часто принимает более светлую сторону облаков за «верх», а темную за «низ». На большой высоте, взглянув через боковое остекление, летчик увидит горизонт (в силу кривизны поверхности Земли) гораздо ниже горизонтальной линии, проходящей через плоскости самолета (4° на высоте 15 000 м). В ночном полете в таких условиях летчик может увидеть звезды и Луну ниже кажущейся ему горизонтальной линии, что может привести его к ложному заключению о крене или полете в перевернутом положении. Попытки выправить положение самолета по зрительным восприятиям могут иметь тяжелые последствия.

Иллюзии крена могут также возникать вследствие дезориентирующих эффектов северного сияния и воздушных сигнальных ракет, создающих ложные сигналы вертикальности в периферических полях зрения летчика.

Аутокинетическая иллюзия. В ночных полетах недостаток зрительных ориентиров нередко приводит к иллюзии движения отдельных звезд или неподвижных наземных огней. Летчик может их принять за огни самолета, за которым он следует. Это явление называется аутокинетической иллюзией, и возникает оно, когда в темноте пристально рассматривается малый источник света.

Иллюзия относительного движения. Значительные трудности представляет зрительная оценка относительного движения наблюдателя (летчика) и наблюдаемого объекта, особенно при отсутствии земных ориентиров. Это обстоятельство затрудняет полеты ночью, в том числе строем. Концентрация внимания на огнях ведущего самолета отвлекает летчика от непрерывной ПО и способствует возникновению иллюзии, а при полете в строю у летчика мало времени для приборного контроля. Существенно осложняет ориентировку в этих условиях вестибулярные раздражения. Еще один пример. При посадке вертолета на палубу в условиях беспокойного моря летчик сначала наблюдает качающуюся палубу. Однако с приближением к палубе, когда она занимает значительную часть поля зрения, летчик воспринимает палубу неподвижной, а свой ЛА качающимся.

Иллюзии при посадке. Особенно трудна ПО на посадке. Летчик должен контролировать курс, скорость самолета, угол снижения (угол глиссады $2,5-3^\circ$) и своевременно перейти от приборного контроля к зрительному, а также не упускать из виду точку на полосе, где самолет должен коснуться земли.

Надо отметить, что реальные возможности зрительно оценивать высоту самолета над землей открываются лишь с высоты 60–30 м, причем механизм бинокулярной оценки расстояния вступает в действие лишь на высоте около 10 м. Существенное влияние оказывает освещенность посадочной полосы, ее цвет, угол наклона, рельефность рисунка. Замечено, что после первого снега летчики высоко выравнивают самолет над полосой. Туман, дождь, мгла и сумерки при-

водят к завышенной оценке высоты и расстояния. Ярко освещенная полоса, напротив, ведет к недооценке расстояния, и летчик может зайти на посадку слишком высоко. Перцептивная задача становится еще более трудной, когда заход на посадку выполняется над водой или неосвещенной землей. При таких обстоятельствах расстояния обычно переоцениваются, и поэтому летчики совершают низкий заход на посадку. Если летчик в темноте подлетает к одиночным источникам света и не знает угла тангажа своего самолета, то при положительном угле (нос самолета направлен вверх) он обычно переоценивает высоту над землей, при отрицательном угле — недооценивает (O. Bealy, 1969).

Большое значение в оценке летчиком высоты над землей имеет наклон полосы. Когда полоса имеет подъем от точки касания к ее дальнему концу, летчик чаще всего завышает оценку своей высоты над полосой и расстояние до точки касания, в результате чего совершает низкий заход с тенденцией к недолету. Полоса, наклоненная вперед, обуславливает противоположную ошибку. Если полоса, к которой приближается самолет, необычно широка, то у летчиков отмечается тенденция недооценивать расстояние. Они совершают низкий заход и раннее касание. В случае узкой и длинной полосы наблюдается противоположная картина. Существует много других условий и факторов, которые влияют на характер зрительных иллюзий, на субъективную оценку летчиком наблюдаемой зрительной картины.

24.4. РОЛЬ ЦЕНТРАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТИРОВКИ ЛЕТЧИКА В ПОЛЕТЕ

Для успешной ПО летчика большое значение имеет оптимальный уровень активности его ЦНС. ПО затруднена в полудремотном состоянии, при утомлении, заболевании, а также при эмоциональном стрессе или перевозбуждении летчика. В таких условиях внимание рассеивается, теряется целостное восприятие приборной информации. Иногда потеря ПО наступает и без предвестников, в спокойном горизонтальном полете, в визуальных метеоусловиях.

Описан так называемый феномен отрыва (чувство оторванности от земли), испытываемый летчиком при выполнении длительного высотного полета за облаками на одноместном самолете, когда он к тому же не слишком загружен задачами пилотирования. У некоторых летчиков это состояние сопровождается эйфорией, у других — тревогой и беспокойством. Зарубежные авторы (А. Вепзоп, 1973) считают, что феномен отрыва испытывают 35 % летчиков, совершающих высотные полеты. При возвращении на меньшую высоту, присоединении к группе других самолетов или при переходе к активной деятельности описанные явления быстро проходят.

Одним из существенных факторов, способствующих нарушениям ПО летчика, являются переходы от приборного полета к непосредственному визуальному и от визуального к приборному. Для таких переходов нужно определенное время, чтобы мозг летчика, интегрируя показания всех приборов, построил модель ПП («собрать стрелки воедино», как говорят летчики). В некоторых случаях, особенно в условиях эмоционального стресса, это бывает довольно трудно.

Поэтому так важно для летчика строго соблюдать рекомендации о ведении приборного или визуального контроля в соответствии с метеоусловиями, этапом полета и др.

Некоторые специалисты в генезе иллюзий ПП определенное значение придают асимметрии чувствительности вестибулярного аппарата, которая в обычных условиях, будучи компенсированной, не проявляется, а обнаруживается лишь в полете. Так, среди летчиков, испытывающих иллюзии пространственного положения и нарушения пространственной ориентировки, число лиц с вестибулярной асимметрией выше, чем среди успешно летающих летчиков.

Статистически выявлено, что в процессе летного обучения и деятельности удельный вес левшей и амбидекстеров (одинаково владеющих обеими руками) уменьшается, т. е. они не приживаются в авиации. Поэтому некоторые авиакомпании избегают принимать в летное обучение левшей и амбидекстеров.

Для ПО очень важно состояние ретикулярной формации ствола головного мозга, а также мозжечка.

Активный контроль сознания над восприятием информации о положении в пространстве представляет для летчика довольно трудную задачу. Поэтому в интересах лучшей ПО целесообразно, чтобы разнообразная информация о ПП представлялась летчику в наглядном виде. Речь идет о важнейшем эргономическом принципе системы отображения информации о параметрах полета самолета (типы оформления шкал приборов, их компоновка, выбор важнейших параметров, их интеграция в обобщенные показатели и т. п.).

Давно уже дискутируется вопрос о том, что должен показывать прибор авиагоризонт: вид «с самолета на землю» или «с земли на самолет» (в первом случае подвижная линия прибора показывает положение горизонта, а во втором — положение самолета относительно горизонта). В СССР был принят второй тип авиагоризонта, в то время как в ряде стран, например в США, — первый тип. При переходе на другой тип авиагоризонта в экстремальной ситуации у летчика может наступить нарушение ПО.

24.5. ПРОФИЛАКТИКА НАРУШЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТИРОВКИ ЛЕТЧИКА

Некоторые летчики в условиях конфликта между показаниями приборов и иллюзорными ощущениями, чтобы преодолеть последние, предпринимают ряд простых отвлекающих действий (движения корпуса, напряжение отдельных групп мышц или просто встряхивание головы) и, конечно, стремятся не двигать головой во время виража, чтобы ускорения Кориолиса не ухудшили положение.

Летчики должны быть знакомы со следующими основными ситуациями и факторами, способствующими возникновению иллюзий и нарушений ПО: переход от визуального полета к приборному контролю, особенно после выполнения фигур пилотажа и при полете строем; попытка визуального полета в условиях, когда следует пилотировать по приборам (большая высота, сложные метеоусловия, низкая освещенность и т. д.); выполнение фигур пилотажа, связанных с длительными вращательными движениями самолета вокруг его осей; движения головой во время выполнения разворотов, виражей и при отсутствии зрительных

ориентиров; полет после принятия алкоголя и ряда лекарств; перерывы в полетах длительностью в 1–2 нед.; общее утомление и состояние стресса.

Специальные исследования показали, что уже ничтожные дозы алкоголя ухудшают способность летчика к ПО. Довольно долго после принятия алкоголя, когда уже никакими методами не отмечается повышенного содержания алкоголя в крови, способность к ПО оказывается существенно сниженной.

Почти все летчики испытывают в своей практике те или иные нарушения ПО и иллюзии ПП. Они далеко не всегда признаются в этом, так как, не зная физиологической природы указанных явлений, полагают, что признание дискредитирует их в глазах летных начальников и окружающих. Поэтому авиационный врач часто сталкивается с фактами потери ПО лишь после АП, когда это становится достоянием гласности, или после повторных нарушений ПО у одного и того же лица.

Описана **иллюзия углового движения самолета** (крена, рысканья), вращения окружающих предметов, смазанности зрительного изображения и ощущение головокружения в периоды перепадов барометрического давления (при наборе высоты и снижении). Объясняется она затруднением движения воздуха по слуховой трубе, разнице давления в барабанной полости и окружающей среде, вероятно, вызывает раздражение полукружных каналов и обуславливает соответствующую картину ощущений. Явления эти часто начинаются с ощущения щелчка в ухе, продолжаются 15–20 с и быстро проходят. Отдифференцировать их от истинных иллюзий вестибулярного происхождения не представляет большого труда. Случаи головокружения вне полета почти всегда указывают на патологию. В 89 % их причиной являются поражения лабиринтного аппарата, в 7 % — ЦНС, в 4 % — другие факторы (А. Г. Вепзоп, 1965). Лиц с повторяющимися нарушениями ПО и иллюзиями в полете обследуют и направляют к специалистам (оториноларингологу, невропатологу) для выявления происхождения нарушений.

В большинстве случаев у летчиков, теряющих ПО, не удается обнаружить симптомов органического заболевания. Нарушение способности к ориентировке может быть обусловлено, например, комбинацией невротических реакций с имеющейся небольшой вестибулярной асимметрией. Поэтому лечение должно быть, прежде всего, психотерапевтическим и направленным на выявление и устранение основного фактора, вызывающего нарушение. Чаще всего им является стресс, связанный с полетом. Не всегда нужно полностью отстранять такого летчика от полета. Нарушение ПО может вызывать лишь какой-то определенный вид полета (например, высотный полет на одноместном самолете), какой-то определенный тип самолета. В их основе может лежать сложная ситуация в жизни летчика. Специальные исследования показали, что индивидуальная подверженность нарушениям ПО и иллюзиям ПП мало коррелирует с укачиваемостью. Более четкая корреляция отмечается между подверженностью нарушениям ПО и признаками невроза у летчика, а также общей астенизацией. Очевидно, предрасположенность к нарушениям ПО определяется как органическими и физиологическими, так и индивидуальными психологическими особенностями человека, особенностями его нервно-психического состояния.

Как уже отмечалось выше, важнейшим методом профилактики нарушений ПО является регулярность полетов и тренировок на динамических стендах, ко-

которые поддерживают у летчика навыки ПО. Надо только иметь в виду, что перемены в полетах и тренировках сказываются на разных летчиках по-разному в зависимости от их индивидуальных особенностей.

Если обследование не обнаружит органических заболеваний, то усилия врача должны быть направлены на разъяснение в доступной форме физиологических механизмов ПО и иллюзий ПП, на убеждение летчика в том, что у него нет тяжелой болезни, т. е. на психотерапию в сочетании с тренировками. Необходимо осторожно включать его в полеты с тем, чтобы восстановить уверенность в своих силах и разорвать порочный круг, поддерживающий механизм повторяющихся нарушений ПО. Большую помощь в этом окажет тесный контакт врача с непосредственными командирами и товарищами летчика, с членами его семьи.

При возникновении в полете иллюзии рекомендуется:

- не изменять сразу же пространственное положение самолета в соответствии со своими ощущениями;
- максимально отвлечься от собственных ощущений о пространственном положении, сосредоточив все внимание на проверке параметров полета по основным и дублирующим приборам;
- убедиться в правильности показаний приборов при эволюции самолета (например, при иллюзии крена создать небольшой противоположный крен);
- не переводить взгляд во внекабинное пространство, периодически кратковременно фиксируя его на мелких деталях арматуры кабины;
- напрячь мышцы тела: при иллюзии крена наклоняться в сторону, противоположную кажущемуся наклону тела; при других видах иллюзий создавать напряжение симметричных мышечных групп верхнего плечевого пояса; использовать ведение радиообмена и другие известные из летной практики приемы подавления иллюзорных ощущений (встряхивание головой, создание отвлекающих легких болевых ощущений и т. п.);
- произвести массаж БАТ, мобилизующее дыхание.

ГЛАВА 25. МЕДИЦИНСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ ЛЕТНОГО СОСТАВА. ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ЗДОРОВЬЕ ЛЕТНОГО СОСТАВА

25.1. МЕДИЦИНСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ ЛЕТНОГО СОСТАВА ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВИАЦИИ

Медицинское обеспечение полетов государственной авиации при подготовке к полетам включает:

- медицинский контроль летного состава при подготовке к полетам;
- специальные исследования и тренировки;
- профилактику авиационных событий, связанных с недостатками и нарушениями в медицинском обеспечении полетов;
- восстановление функционального состояния и работоспособности летного состава;
- подготовку летного состава по авиационной медицине и санитарно-просветительную работу;

- предполетный медицинский осмотр (опрос) авиационного персонала.

Медицинский контроль летного состава при подготовке к полетам включает медицинский контроль:

- общий;
- за состоянием физической подготовки;
- при проведении тренировочных катапультирований и прыжков с парашютом;
- за состоянием защитного снаряжения и полетного обмундирования;
- за организацией питания;
- при проведении тренировок на авиационных тренажерах;
- средств жизнеобеспечения.

Одним из важнейших компонентов медицинского обеспечения полетов авиации является медицинский контроль за состоянием здоровья летного состава. Медицинский контроль представляет собой комплекс специальных методов оценки влияния на организм человека условий летного труда. При этом решаются следующие задачи: раннее выявление изменений в состоянии здоровья и работоспособности; установление связи этих изменений с профессиональной деятельностью; выявление и изучение факторов, оказывающих неблагоприятные воздействия на состояния здоровья и работоспособность летных экипажей, изучение индивидуальных психологических особенностей летчиков; изучение переносимости различных полетов и оценка последствий летной нагрузки, определение рационального режима труда, отдыха и др.

Медицинский контроль осуществляется авиационными врачами в интересах сохранения здоровья и безопасности полетов. Он тесно связан со всеми видами санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических и других мероприятий, проводимых медицинской службой.

Эффективность медицинского контроля основывается на его непрерывности, преемственности и индивидуальном подходе. Эти принципы обеспечивают динамическое наблюдение за летным составом с начала его обучения и до окончания летной работы.

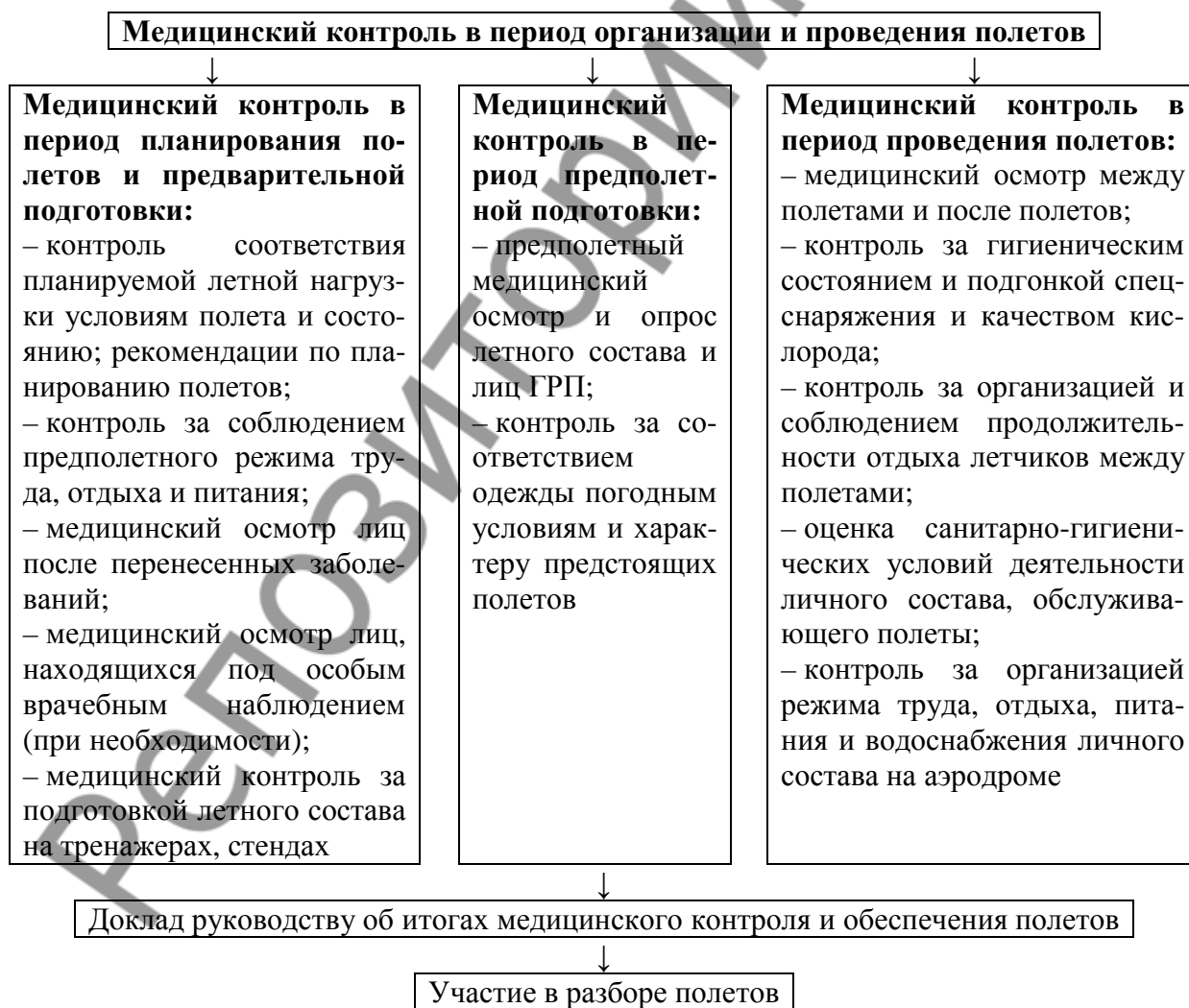
Медицинский контроль в авиации начинается с отбора кандидатов, годных по состоянию здоровья и психофизиологическим особенностям к летному обучению. Он включает в себя ежегодные очередные и внеочередные освидетельствования в ВЛК, периодические медицинские осмотры (здоровых — один раз в 3 мес., имеющих заболевания — ежемесячно), через полгода после проведения ВЛК — углубленный медицинский осмотр, предполетные медицинские осмотры (обязательно), меж- и послеполетные медицинские осмотры (по показаниям). Лица, осуществляющие руководство и управление полетами, проходят медицинский контроль в объеме, предусмотренном для летного состава. Такая организация медицинского контроля отражает профилактический принцип нашего здравоохранения.

Долгосрочное прогнозирование осуществляется на основе ВЛК, оперативное — на основе динамического врачебного наблюдения и врачебного осмотра летчика перед полетами.

Медицинский контроль проходит весь летный состав. Характер и содержание медицинского контроля зависит от периода подготовки или проведения полетов. Организационно медицинский контроль можно разделить на три этапа: первый этап — контроль в период планирования полетов и предварительной подготовки; второй этап — во время предполетной подготовки, третий — в процессе выполнения полетов.

Медицинский контроль летного состава в период подготовки и проведения полетов является составной частью системы динамического врачебного наблюдения за летным составом, которое проводится на всем протяжении летной работы, т. е. с начала обучения в авиационном училище и до окончания летной службы.

Медицинский отбор кандидатов для летного обучения, очередные и внеочередные освидетельствования врачебно-летными комиссиями, периодические медицинские осмотры, а также контроль лицами, допущенными к летной работе при наличии отклонений в состоянии здоровья и перенесшими острые заболевания или травмы, проводятся в соответствии с Положением о медицинском освидетельствовании летного состава авиации.



Медицинский контроль проводится поэтапно: в период общей подготовки, предварительной подготовки и предполетной подготовки.

Общая подготовка проводится в конце каждого месяца, как правило, в течение 2 дней. Она включает доведение задач летной подготовки на предстоящий месяц до летного состава, изучение условий выполнения курсов боевой подготовки родов авиации и новых полетных заданий, проведение теоретических занятий в интересах планируемых полетов и др.

В период общей подготовки начальник медицинской службы обязан:

- изучить особенности предстоящих задач летной подготовки, условия выполнения и учесть их при планировании работы по медицинскому обеспечению на месяц;

- проводить занятия с летным составом по вопросам авиационной медицины соответственно задачам предстоящих полетов.

В период предварительной подготовки к полетам (ее продолжительность определяет командир воинской части) начальник медицинской службы обязан:

- выявлять лиц летного состава, которые по состоянию здоровья не могут быть запланированы на полеты, и докладывать об этом командиру воинской части;

- принимать участие в составлении рационального распорядка дня предварительной подготовки и летного дня (ночи);

- при составлении плановой таблицы полетов определять соответствие планируемой летной нагрузки состоянию здоровья и физической выносливости лиц летного состава;

- вести наблюдение за летным составом и при необходимости проводить опрос или медицинский осмотр лиц, у которых отмечаются отклонения в поведении или во внешнем виде;

- определять лиц, подлежащих межполетному и послеполетному осмотру;

- проверять соответствие меню-раскладки характеру предстоящих полетов, контролировать режим и качество питания;

- проверять наличие необходимых санитарно-гигиенических условий для питания и отдыха летного состава на аэродроме и принимать меры к устранению обнаруженных недостатков;

- участвовать в контроле соблюдения летным составом предполетного режима отдыха и соответствия его продолжительности требованиям авиационных правил;

- периодически проводить индивидуальные или групповые беседы с летным составом о физиолого-гигиенических особенностях предстоящих полетов;

- проверять укомплектованность самолетных аптек и наличие средств само- и взаимопомощи в неприкосновенном авиационном запасе, принимать меры к их пополнению;

- осуществлять контроль качества подгонки защитного снаряжения и его гигиенического состояния;

- проверять гигиеническое состояние средств заправки самолетов кислородом, органолептическое качество кислорода и соответствие его паспорта требованиям, установленным санитарными нормами и правилами.

При подготовке и проведении полетов начальник медицинской службы осуществляет предполетный, межполетный и послеполетный контроль за летным составом. Для успешного проведения такого контроля он должен знать о каждом лице летного состава следующее:

- состояние здоровья в прошлом и в настоящее время, постановление и рекомендации освидетельствования врачебно-летной комиссии (ВЛК);
- индивидуальные величины основных физиологических показателей;
- уровень летной подготовленности;
- работоспособность и переносимость различных видов полетов, характер психофизиологических реакций на тот или иной вид полета или наземной тренировки;
- уровень физической подготовки и степень физического развития;
- бытовые условия и привычки, которые могут влиять на работоспособность и нервно-эмоциональное состояние.

При осуществлении медицинского контроля летного состава начальник медицинской службы должен быть всегда принципиальным и строить свои взаимоотношения с летным составом на основе взаимного доверия и уважения, такта, строгого соблюдения врачебной этики.

Начальник медицинского пункта докладывает начальнику медицинской службы обо всех случаях обращения лиц летного состава и членов их семей за медицинской помощью и о принятых мерах лечения.

Предполетный медицинский контроль летного состава включает:

- контроль состояния здоровья и работоспособности во время подготовки к полетам;
- контроль режима труда, отдыха и питания;
- предполетный осмотр (опрос) летного состава.

Целью предполетного медицинского контроля является своевременное выявление и отстранение от полетов лиц с начальными формами заболеваний или с пониженной работоспособностью, возникшей вследствие недостаточного сна, чрезмерной физической или общей рабочей нагрузки, нервно-эмоциональных нарушений и других причин.

Начальник медицинской службы должен контролировать, чтобы перед дневными и ночными полетами, перед заступлением на боевое дежурство и после него, а также перед длительными полетами и после их выполнения продолжительность отдыха летного состава соответствовала требованиям авиационных правил.

Предполетный медицинский осмотр проходят все летчики, штурманы экипажей, руководители полетов. Остальные члены летного экипажа, парашютно-десантная группа, лица ИТС, обеспечивающие подготовку авиационной техники к полетам, а также лица ГРП подвергаются индивидуальному опросу (при необходимости осмотру).

Перед заступлением на боевое дежурство летчики, штурманы и лица ГРП проходят медицинский осмотр в объеме предполетного осмотра. Режим труда, отдыха и питания летного состава перед заступлением на дежурство должен быть таким же, как и перед полетами.

Предполетный медицинский осмотр проводит начальник медицинской службы или лицо, его замещающее, совместно с фельдшером (медицинской сестрой) в специальной комнате. Проводить опрос или внешний осмотр в строю запрещается.

Перед осмотром фельдшер (медицинская сестра) измеряет температуру тела обследуемых, затем в комнате врача проводятся опрос и врачебный осмотр каждого в отдельности. Предполетный медицинский осмотр включает:

- индивидуальный опрос о самочувствии, предшествующем отдыхе (сне) и питании;
- выявление выраженных отклонений в эмоциональном состоянии (по внешнему виду и поведению);
- осмотр зева, проверку носового дыхания и речевой функции;
- исследование пульса;
- измерение артериального давления.

В случае необходимости проводится более углубленный осмотр с применением различных проб, в том числе пробы для индикации алкоголя.

При объявлении боевой тревоги, необходимости срочного вылета для оказания помощи экипажам, терпящим бедствие, и в других случаях, требующих немедленного вылета, когда провести предполетный осмотр в полном объеме не представляется возможным, врач может ограничиваться опросом и внешним осмотром, а при наличии времени и подсчетом пульса.

Лица летного и ИТС, ГРП, предъявившие какие-либо жалобы во время предполетного осмотра (опроса) или нарушившие предполетный режим, а также лица, у которых обнаружены отклонения в состоянии здоровья или снижение работоспособности по другим причинам, к полетам (руководству полетами, подготовке авиационной техники к вылету) не допускаются. По окончании предполетного осмотра всего летного состава они обследуются более тщательно с применением всех методов исследования, а при необходимости направляются в лечебные учреждения для стационарного обследования и лечения.

Заключение о допуске летного состава к полетам выносит начальник медицинской службы или лицо, его замещающее, на основании результатов предполетного медицинского осмотра. При этом также учитываются: данные периодических медицинских осмотров, постановление ВЛК, переносимость летной нагрузки в предыдущие дни.

Результаты предполетного медицинского осмотра и заключение о допуске к полетам фиксируются в специальном журнале или индивидуальной карте предполетного, послеполетного и межполетного осмотров.

Во время предполетного медицинского осмотра начальник медицинской службы особое внимание должен уделять лицам, допущенным к летной работе при наличии отклонений в состоянии здоровья; экипажам, выполняющим перелет; летчикам, недавно прибывшим в воинскую часть, и летчикам, предполетный режим которых не контролируется.

О результатах предполетного медицинского осмотра начальник медицинской службы докладывает командиру воинской части и руководителю полетов. В плановой таблице полетов против фамилии лица, подлежащего отстранению

от полетов, он делает запись: «Подлежит отстранению (освобождению) от полетов» и расписывается.

Все члены перелетающих экипажей, не ранее чем за 2 часа до вылета, проходят предполетный медицинский осмотр у начальника медицинской службы или у дежурного врача по медицинскому пункту гарнизона с обязательной отметкой в листе контроля готовности к перелету. Время и результаты осмотра заносятся в «Журнал учета медицинских осмотров перелетающих экипажей».

Каждый член экипажа, участвующий в перелете, должен иметь справку, в которой указывается дата освидетельствования, периодических медицинских осмотров, диагноз, постановление о годности к летной работе, фоновые данные частоты пульса и величины артериального давления в соответствии с заключением ВЛК.

Все лица летного состава, не прошедшие предполетный медицинский осмотр, к полетам не допускаются независимо от занимаемой ими должности и характера предстоящих полетов.

В период полетов начальник медицинской службы или врач, его замещающий, должен поддерживать постоянную связь с командиром воинской части, руководителем полетов и летным составом. При этом он обязан:

- наблюдать за ходом выполнения полетов и в необходимых случаях через руководителя полетов выяснять самочувствие экипажей, находящихся в воздухе;
- осуществлять выборочный контроль самочувствия и работоспособности летного состава после выполнения полетных заданий, а также переносимости различных видов полетов путем наблюдения, опроса или осмотра отдельных лиц;
- докладывать командиру воинской части (руководителю полетов) об изменениях состояния здоровья или работоспособности отдельных лиц летного состава для своевременного освобождения их от выполнения последующих полетов;
- выяснить причины ухудшения самочувствия и снижения работоспособности лиц летного состава во время полетов для принятия необходимых мер;
- контролировать среду обитания и условия пребывания летного состава на аэродроме в период между вылетами или при ожидании вылета (оборудование мест для межполетного отдыха, наличие укрытий от погодных факторов, обеспеченность питьевой водой и т. д.), принимать меры для устранения обнаруженных недостатков;
- контролировать режим питания летного состава и проверять санитарно-гигиеническое состояние мест приема пищи;
- участвовать в выявлении и анализе предпосылок к АП, обусловленных недостатками медицинского обеспечения полетов, ухудшением состояния здоровья и снижением работоспособности лиц летного состава, докладывать командиру воинской части (руководителю полетов) свои предложения по предупреждению повторения таких случаев;
- проверять знание дежурным персоналом медицинского поста аэродрома своих обязанностей и укомплектованность его положенным имуществом;
- оказывать неотложную медицинскую помощь личному составу;
- организовывать эвакуацию больных и пострадавших в лечебные учреждения.

Начальник медицинской службы или врач, его замещающий, при медицинском контроле летного состава во время полетов особое внимание должен уделять лицам, допущенным к летной работе с отклонениями в состоянии здоровья, молодому летному составу и лицам, приступившим к полетам после значительного перерыва, а также вновь прибывшим в воинскую часть или отстающим в летной подготовке. При этом врач использует также данные наблюдений руководителя полетов и командиров авиационных подразделений за качеством выполнения полетных заданий и самочувствием отдельных лиц летного состава.

В период полетов начальник медицинской службы или врач, его замещающий, проводит при необходимости межполетный или послеполетный осмотр летчиков и штурманов. По усмотрению врача в отдельных случаях могут быть осмотрены или опрошены другие члены экипажей.

На межполетном (послеполетном) осмотре кроме опроса, внешнего осмотра и подсчета пульса в отдельных случаях по усмотрению врача измеряется артериальное давление, особенно у лиц с нарушениями сосудистого тонуса, проводится ринофарингоскопия (при хронических заболеваниях лор-органов), проверяется тремор (при вегетативно-эмоциональной неустойчивости), а при необходимости проводятся и другие исследования.

Межполетному и послеполетному осмотру подлежат летчики и штурманы:

- переучивающиеся и осваивающие боевое применение на новой авиационной технике (в начальный период переучивания и освоения): 10 летных смен;
- приступившие к полетам после стационарного или амбулаторного лечения (в течение первой недели): 1–2 летные смены;
- прибывшие в воинскую часть (в течение первого месяца летной работы): 5 летных смен;
- интересующие врача с точки зрения индивидуальной переносимости полетов: 1 раз в месяц.

Остальные летчики и штурманы межполетному и послеполетному осмотру подвергаются периодически — 1 раз в квартал.

В зависимости от цели осмотра и для получения сравнительных данных осмотр следует проводить не позднее 25–30 мин после посадки, когда наиболее выражено нервно-эмоциональное возбуждение, связанное с полетом.

Данные межполетного осмотра сравниваются с результатами предполетного осмотра для решения вопроса о допуске к последующим полетам. Если на межполетном осмотре выяснилось, что летчику или штурману временно противопоказано продолжать полеты, врач немедленно докладывает об этом руководителю полетов, делает соответствующую отметку в плановой таблице, а затем докладывает командиру воинской части.

Данные послеполетного осмотра начальник медицинской службы использует также при определении объема восстановительных мероприятий. Начальник медицинской службы присутствует на разборе полетов для выяснения и уточнения:

- качества выполнения полетных заданий и переносимости различных видов полетов отдельными лицами;

– наличия случаев ухудшения самочувствия и снижения работоспособности в полете, которые не были выявлены до окончания полетов, а также причин и условий их возникновения;

– недостатков в организации полетов и медицинском обеспечении, которые могли отрицательно повлиять на работоспособность летного состава.

Результаты медицинского контроля летного состава, лиц ИТС и ГРП в процессе полетов, а также недостатки в организации труда, отдыха и питания летного состава на аэродроме начальник медицинской службы докладывает командиру воинской части и вышестоящему начальнику медицинской службы.

25.2. ОРГАНИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Медицинское обеспечение полетов — система мероприятий, направленная на сохранение здоровья, повышение работоспособности летного, диспетчерского, технического персонала, профилактику авиационных происшествий и инцидентов, связанных с состоянием здоровья членов экипажей ВС или диспетчеров управления воздушным движением. Оно направлено на сохранение надежности профессиональной деятельности, которая определяется высоким и устойчивым уровнем работоспособности, профессиональным мастерством, оптимальными вегетативными реакциями (функциональными резервами), мотивацией, и в конечном счете — на обеспечение безопасности полетов. Медицинское обеспечение полетов включает в себя проведение предполетного медицинского осмотра членов экипажей ВС и предсменного осмотра диспетчеров УВД; динамическое врачебное наблюдение за лицами летного (диспетчерского) состава, бортпроводниками и курсантами учебных заведений; контроль за летной нагрузкой, питанием, физической подготовкой авиационного персонала, изучение причин авиационных происшествий и инцидентов, ошибочных действий пилотов и проведение профилактических мероприятий по предупреждению летной аварийности по медицинским причинам; очередное медицинское освидетельствование авиационных специалистов во ВЛЭК.

Основным документом, на котором основывается законодательство, регламентирующее деятельность гражданской авиации во всех странах мира, является Конвенция о Международной гражданской авиации, принятая 14 апреля 1944 г. в Чикаго, а в Республике Беларусь — Воздушный кодекс Республики Беларусь, утвержденный 16 мая 2006 г. № 117-3.

Предполетный (предсменный) медицинский осмотр. Все лица летного состава, бортпроводники, командно-инструкторский и инспекторский состав, слушатели и курсанты летных учебных заведений не ранее чем за 2 ч до вылета проходят предполетный медицинский осмотр. При задержке вылета на 6 ч и более обязателен повторный медицинский осмотр. Независимо от количества полетов в течение рабочей смены предполетный медицинский осмотр проводится только один раз перед первым полетом.

Всем диспетчерам УВД проводится предсменный медицинский осмотр однократно не ранее чем за 1 ч до начала дежурства.

Целью предполетного (предсменного) медицинского осмотра является определение готовности по состоянию здоровья к выполнению полета или несения дежурства. Он осуществляется врачами (фельдшерами) здравпунктов аэровокзалов организаций гражданской авиации.

Предполетный (предсменный) медицинский осмотр проводится в индивидуальном порядке и включает в себя: опрос, внешний осмотр, осмотр зева и слизистых оболочек, исследование пульса и по показаниям: измерение АД, термометрию и клиническое обследование.

При опросе обращается внимание на жалобы, условия предполетного отдыха, продолжительность и качество сна. Уточняются режим питания и факторы, отрицательно влияющие на качество отдыха. При осмотре отмечается состояние кожных покровов, слизистых глаз, полости рта, зева. Исследование пульса производится пальпаторно в целях выявления тахикардии, брадикардии и аритмии, наличие которых является основанием для отстранения от полета или дополнительного обследования (измерение АД, температуры). При подозрении на употребление алкогольных напитков проводится освидетельствование на алкогольное опьянение.

Результаты освидетельствования фиксируются в «Журнале предполетного медицинского осмотра» (при допуске к полету или дежурству) или в «Журнале отстранения от полетов (дежурств)». Отстраненный член экипажа (диспетчер) направляется к врачу авиапредприятия. Об отстранении сообщается руководителю медицинского учреждения и диспетчеру УВД.

Медицинское обеспечение диспетчеров УВД включает:

1) проведение врачебно-лётной и психологической экспертизы лиц, поступающих в учебные заведения по подготовке диспетчеров и медицинского освидетельствования во ВЛЭК в соответствии со сроками действия Медицинского заключения, динамического наблюдения и полугодовых осмотров у врача авиапредприятия; предсменного медицинского осмотра;

2) создание оптимальных санитарно-гигиенических условий на рабочих местах (освещенность, яркость изображения на экранах локаторов, рациональность расположения приборов, микроклимат рабочих помещений, шум, радиоизлучения и т. д.);

3) рационализацию режима труда и отдыха, регламентацию продолжительности смен, перерывов в процессе работы и т. д. (в соответствии с санитарными нормами и Положением о рабочем времени диспетчеров УВД);

4) выявление лиц с признаками снижения работоспособности и проявлениями психосоматических расстройств и преморбидных состояний, характерных для операторов (переутомление, астенические состояния, физическая детренированность с низким функциональным резервом кардиореспираторной системы, злоупотребление курением и алкоголем, ожирение, вертеброгенные соматические дисфункции, изменения биохимического и иммунологического статуса без выраженной клинической симптоматики, сексуальные нарушения функционального характера, зрительное утомление, спазм аккомодации);

5) организацию комнат активного отдыха и комнат психологической разгрузки, назначение психокоррелирующих и реабилитационных мероприятий,

направленных на снижение умственного утомления и психоэмоционального напряжения;

б) проведение комплекса физических упражнений для активного отдыха диспетчеров УВД по функциональной направленности не только в комнатах активного отдыха, но и непосредственно на рабочем месте;

7) рациональную организацию отдыха в выходные дни с вовлечением диспетчеров УВД в спортивные, туристические, экскурсионные мероприятия, а также полноценное использование отпусков для организованного отдыха в домах отдыха, пансионатах или санаторно-курортного лечения и лечения в профилакториях, а в случае необходимости соответствующего лечения в стационарах и реабилитационных отделениях;

8) контроль за питанием диспетчеров УВД в период работы: рациональное питание с учетом суточной калорийности (3200–3500 ккал) и пищевой ценности (достаточное количество белков, из них не менее 55 % должно быть животного происхождения, снижение употребления животных жиров и замена их растительными жирами, повышенное содержание пищевых волокон и полисахаридов (растительная пища), витаминов, микроэлементов и естественных антиоксидантов);

9) организацию диетического питания с учетом преобладания определенной нозологии (заболевания желудочно-кишечного тракта, избыточная масса тела, ожирение, гиперхолестеринемия, атеросклероз сосудов, гипертоническая болезнь и др.).

Медицинское обеспечение бортпроводников. Бортпроводники относятся к кабинному экипажу. Преимущественно это женщины в возрасте от 25 до 30 лет. Кандидат на должность бортпроводника проходит медицинское освидетельствование во ВЛЭК с целью определения пригодности к обучению или работе бортпроводником. Медицинское освидетельствование лиц, поступающих на обучение бортпроводником, осуществляется по графе 1, а на работу — по графе 3 «Расписания болезней».

После получения положительного заключения ВЛЭК кандидат может поступать в учебное заведение по подготовке бортпроводников или зачисляется на должность бортпроводника-стажера и направляется в учебно-тренировочный центр (центр подготовки авиационных специалистов) для прохождения курса первичной подготовки. Подготовка осуществляется по специально разработанной программе. В числе прочих обязанностей бортпроводника:

- оказывать медицинскую помощь больным на борту ВС;
- обеспечивать аварийно-спасательные мероприятия;
- контролировать санитарное состояние ВС, поддерживать чистоту и порядок в пассажирском салоне и на рабочем месте, вести «Санитарный журнал ВС»;
- уметь пользоваться буфетно-кухонным, кислородным и электрическим оборудованием ВС.
- контролировать количество и качество продуктов бортового питания, представлять пассажирам и членам экипажа бортовое питание.

Карантинный контроль за ВС и пассажирами. Бортпроводнику необходимо обращать особое внимание на первые признаки инфекционных заболеваний; наблюдать за лицами, часто посещающими туалеты; информировать КВС о

наличии больного (подозрительного) на борту ВС. При необходимости осуществить изоляцию больного в хвостовой отсек ВС с выделением отдельного туалета. У входа в туалет необходимо постелить ветошь с дезинфицирующим средством. Больному оказывается неотложная медицинская помощь. Он обеспечивается необходимым количеством крафт-пакетов для сбора его выделений и необходимым количеством влажных салфеток. Посуду, которой он пользовался, надо сложить отдельно от остальной посуды. Информация о выявленном больном направляется по радию в ближайший аэропорт по пути следования ВС.

Бортпроводник, оказывающий больному медицинскую помощь, должен строго соблюдать меры личной профилактики: избегать загрязнения одежды выделениями больного, тщательно мыть руки с мылом, обрабатывать руки раствором марганцовокислого калия или спиртом. При подозрении на чуму, кожно-васкулярную геморрагическую лихорадку выключают вентиляцию или кондиционер.

Бортпроводник составляет на всех лиц, находящихся на борту ВС вместе с больным, списки пассажиров по форме: номер рейса, фамилия, имя, отчество, год рождения, адрес постоянного места жительства, откуда и куда направляется, наименование организации, отметить в списке лиц, находившихся в близком контакте с больным.

По прилете в пункт назначения пассажиры не должны вставать с кресел и передвигаться по салону до прихода врача и его дальнейших распоряжений. По прибытии в аэропорт назначения бортпроводник предъявляет сотруднику СКП санитарную часть Общей декларации ВС, сообщает о состоянии больного, симптомах заболевания, проведенных противоэпидемических мероприятиях. По прилету делается заявка на проведение дезинфекционных мероприятий на борту ВС. Произошедшее фиксируется в отчете бортпроводника.

Медицинское наблюдение бортпроводников. Бортпроводники во время полетов подвергаются воздействию таких же неблагоприятных факторов внешней среды, как и лица летного состава (гипоксия, ускорение, пересечение часовых поясов и климатических зон, шум, вибрация, изменение атмосферного давления, температуры и другие). Кроме того, бортпроводникам приходится работать на ветру, при сквозняке и перепаде температур при проверке билетов, длительно сохранять вертикальное положение тела, часто менять климатические зоны и часовые пояса. Это вызывает увеличение заболеваний мочевыделительной системы и периферической нервной системы, вен нижних конечностей, гинекологических заболеваний. Критическим сроком для формирования стойких нарушений менструального цикла является стаж работы 10 лет. Олигодисменорея является противопоказанием для летной работы. Дисфункциональные маточные кровотечения подлежат лечению. Для лечения и контроля за восстановлением физиологической функции бортпроводники признаются негодными к выполнению работы на срок не менее 3 месяцев. Во время менструации женщины освобождаются от полетов по заключению гинеколога (врача авиакомпании), а также не подлежат освидетельствованию во ВЛЭК.

С момента установления беременности женщины-бортпроводники признаются негодными к работе. При беременности, закончившейся абортom или

преждевременными родами, вопрос о времени восстановления на летную работу решает гинеколог. Отстранение от летной работы и восстановление на работу после родов осуществляется ВЛЭК на основании заключения гинеколога.

Медицинское наблюдение за бортпроводниками проводится врачом службы бортпроводников (врачом авиакомпании). Врач осуществляет полугодовые медицинские осмотры, осмотры после болезни, подготовку к очередному освидетельствованию во ВЛЭК, осмотры перед прививкой, после отстранения на предполетном медицинском осмотре и другие осмотры. Он изучает условия труда, быта и отдыха бортпроводников в профилакториях, гостиницах; анализирует показатели заболеваемости с временной утратой трудоспособности и разрабатывает мероприятия по ее снижению; формирует у бортпроводников принципы здорового образа жизни.

Динамическое медицинское наблюдение бортпроводников осуществляется в соответствии с нормативными документами по медицинскому освидетельствованию и диспансерному наблюдению. Результаты наблюдения отражаются в медицинской документации и эпикризе, который оформляется врачом при подготовке бортпроводника к очередному освидетельствованию во ВЛЭК.

Медицинское обеспечение пассажиров воздушного транспорта. Медицинское обеспечение пассажиров воздушного транспорта осуществляет до полета и после него в здравпункте аэровокзала, а в полете бортпроводниками.

При осмотре и оказании медицинской помощи одновременно решается вопрос о возможности использования воздушного транспорта при следовании пассажира к месту назначения. К противопоказаниям к транспортировке больных на рейсовых пассажирских самолетах гражданской авиации относятся: лихорадочные и острозаразные заболевания, столбняк, полиомиелит, стеноз гортани с нарушением дыхания, перитонит острый, газовая гангрена, шоковые состояния, острые черепно-мозговые и спинальные травмы в течение всего периода клинической симптоматики, прекоматозное или коматозное состояние на фоне сахарного диабета, острый сепсис, уремия, приступы стенокардии с признаками прединфарктного состояния, гипертонический криз, острое нарушение сердечного ритма, сердечно-сосудистые заболевания в стадии декомпенсации, состояние после инфаркта и инсульта в течение 5–6 месяцев, острый лейкоз и болезнь Верльгофа, гнойный менингит, лабиринтит, симптомокомплекс Меньера в стадии обострения, опухоли задней черепной ямки (поражение четвертого желудочка), активный туберкулез легких с резко выраженными явлениями легочно-сердечной недостаточности, первичный искусственный и спонтанный пневмоторакс, глаукома в стадии суб- и декомпенсации, отслойка сетчатки, эклампсия, психические больные, опасные для себя и окружающих (состояние психомоторного возбуждения, напряженные и бредовые состояния с суицидальными тенденциями), онкологические больные в далеко зашедших стадиях с явлениями нарушения (глубокого) кровообращения и дыхания (выпотные плевриты со смещением органов средостения).

Для оказания urgentной помощи врач или фельдшер должен владеть основными реанимационными приемами: наружным массажем сердца, искусственной вентиляцией легких, пункцией вен и полостей сердца, дефибрилляцией

и др. По данным ИКАО, внезапная смерть пассажиров на борту ВС составляет 25,1 случаев на 1 миллион рейсов. По определению специалистов ВОЗ, более 50 % из них связаны с остановкой сердца, вызванной чаще всего фибрилляцией желудочков. Единственным эффективным методом при этом является дефибрилляция электрическим разрядом. Установлено, что наиболее эффективным способом уменьшения вынужденных посадок ВС при острых заболеваниях у пассажиров, членов летного экипажа является радиоконсультация.

Доврачебная медицинская помощь на борту ВС. Первая доврачебная медицинская помощь оказывается бортпроводником, а при его отсутствии — вторым пилотом. К оказанию медицинской помощи на борту ВС могут привлекаться пассажиры с медицинским образованием. Для оказания доврачебной помощи на борту имеется бортовая расходная аптечка, которая содержит медикаменты, перевязочные средства и инструментарий с описью содержимого и показаниями для применения. В зависимости от числа пассажиров каждое ВС имеет от 1 до 4 бортовых аптечек. Укомплектованная аптечка пломбируется. На каждую бортовую расходную аптечку в здравпункте аэровокзала заводится регистрационная карта, номер которой соответствует номеру аптечки. В регистрационной карте делается отметка о выдаче ее бортпроводнику и приеме аптечки. Пришедшие в негодность медикаменты, перевязочные средства и инструментарий уничтожаются по акту, а израсходованные списываются суммарно, кроме спирта, который регистрируется в специальном журнале. Контроль за состоянием и комплектованием аптечек, инструментария осуществляется заведующим здравпунктом аэровокзала.

Командир ВС имеет право произвести вынужденную посадку в случае, когда он считает, что продолжение полета небезопасно для жизни пассажира. Сообщение о наличии больного пассажира подается на здравпункт; работник здравпункта должен прибыть к самолету для оказания необходимой медицинской помощи и принятия решения о возможности дальнейшего полета больного пассажира. Определение транспортабельности больного воздушным транспортом относится к компетенции лечебно-профилактического учреждения, направившего больного, при этом авиационная организация не несет ответственности за состояние больного на земле (в аэропорту) и в воздухе. При отстранении больного пассажира от полета на здравпункте аэровокзала ему выдается справка, которая служит основанием для сдачи билета.

Подготовка бортпроводников по разделу оказания первой доврачебной помощи должна осуществляться врачом авиакомпании по программе УТЦ и соответствующим учебным пособиям.

Раздел 5

АВИАМЕДИЦИНСКАЯ АВАРИОЛОГИЯ

ГЛАВА 26. АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЛЕТНОГО СОСТАВА И ИХ ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Возможность спасения членов экипажей ЛА при аварии в полете, а также после их вынужденного покидания ЛА имеет исключительно важное значение. Уверенность летчика в надежности средств покидания ЛА и средств спасения снижает эмоциональное напряжение летчика и способствует успешному выполнению полетного задания.

Анализ результатов поисково-спасательных работ в неблагоприятных климатогеографических регионах показал, что время спасения летчика составляет в среднем 5,4–7,3 ч, а при удаленности места авиационного события более 400 км превышает 15 ч. В случае интенсивного воздействия экстремальных факторов (приводнение в ледяную воду, травмирование и др.) реальные сроки спасения зачастую превышают время выживаемости летчиков.

Выживание — это деятельность летчика, направленная на сохранение жизни, здоровья и работоспособности в условиях автономного существования. Прогноз выживания и спасения определяется множеством элементов объективного и субъективного порядка, которые можно условно объединить в три группы: антропологические, природно-средовые и материально-технические.

Антропологические факторы характеризуют функциональное состояние, физическую и психофизиологическую подготовленность человека к действиям в условиях автономного существования, резервные возможности организма.

Природно-средовые факторы определяют условия автономного существования. Чем жестче природные условия, тем короче сроки автономного существования, тем большего напряжения требует борьба за жизнь, тем дороже цена, которой оплачивается каждая ошибка.

Материально-технические факторы характеризуют средства обеспечения жизнедеятельности людей в автономных условиях существования: одежду, аварийное снаряжение, устройства для сигнализации и связи, добывания воды, водно-пищевой запас, аварийные плавательные средства и др.

Возможность выживания во многом зависит от состояния организма, так как при отсутствии травм вероятность благоприятного исхода автономного существования снижается лишь на третьи сутки, а при получении травмы (около 70 % людей получают травмы) вероятность спасения уже в первые 24 ч после авиационного события снижается на 80 %.

Для сохранения жизни летчика при покидании ЛА и в условиях автономного существования требуется большое количество аварийно-спасательных средств (рис. 26.1). В группу средств аварийного покидания ЛА и приземления входят катапультные кресла, индивидуальные подвесные системы парашюта (ИПС-72), парашюты, отделяемые капсулы, отделяемые кабины, амортизационные кресла, шасси с аварийными камерами, пневмомеханические системы мягкой посадки. К плавательным средствам спасения относятся авиационные спаса-

тельные жилеты и пояса (АСЖ-58, АСП-74), надувные авиационные спасательные лодки (МЛАС-1об), плавательные спасательные плоты (ПСН-1), плавательные системы морских и высотных морских спасательных комплектов (МСК-3М, МСК-5, ВМСК-2М, ВМСК-4). В целях обеспечения автономного существования летчиков после вынужденного приземления или приводнения предусмотрены два основных типа авиационных аварийных запасов. Носимый аварийный запас (НАЗ) предназначен для одного члена экипажа и остается с ним после катапультирования и приземления с парашютом. Бортовой аварийный запас (БАЗ) предназначен для всего экипажа и пассажиров, совершивших вынужденную посадку. Комплектация НАЗов и БАЗов осуществляется с учетом типа самолета, особенностей конструкции катапультного кресла, района базирования авиации.

АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЛЕТЧИКОВ		
Средства аварийного покидания ЛА и приземления: – катапультные кресла – подвесные системы – парашюты – отделяемые капсулы – отделяемые кабины – амортизационные кресла – шасси с аварийными камерами – пневмомеханические системы мягкой посадки	Плавательные средства: – авиационные спасательные жилеты – авиационные спасательные пояса – авиационные спасательные лодки – спасательные плоты – плавательные системы МСК и ВМСК	Средства обеспечения автономного существования: – носимые аварийные запасы – бортовые аварийные запасы – средства сигнализации и связи – одежда и спецснаряжение

Рис. 26.1. Аварийно-спасательные средства летчиков

Независимо от комплектации в каждом НАЗе и БАЗе представлены следующие группы аварийного снаряжения:

- средства радиосвязи: портативные аварийные радиостанции, радиомаяки;
- средства визуальной сигнализации: сигнальные патроны ночного и дневного действия, мортирки со стреляющим механизмом, проблесковый или электрический фонарь, сигнальное зеркало, сигнальный порошок;
- аварийный запас пищи: консервированные, концентрированные и обезвоженные продукты;
- аварийный запас воды и средства для ее получения: емкости для хранения, средства добывания (солнечные конденсаторы), обессоливания (солнечные дистилляторы, химические опреснители) и обеззараживания (бактерицидные препараты);
- лагерное имущество: нож-мачете, нож-пила, компас, очки-светофильтры, средства добывания огня (водоветроустойчивые спички, сухое горючее), комплект рыболовных принадлежностей, накидка медицинская;
- аптечка: кровоостанавливающий жгут, перевязочные средства, йод, антибиотики, противошоковые препараты, репелленты и др.;
- спасательные плавсредства: надувные спасательные лодки, плоты и жилеты.

Мероприятия, способствующие успешному выживанию и спасению, можно условно разделить на три группы. В первую группу входят теоретические и

практические занятия, психофизиологическая подготовка летчиков к выживанию и спасению. Ко второй группе мероприятий можно отнести действия летчика во время покидания ЛА. К третьей группе относится деятельность летчика в условиях автономного существования.

Подготовка летчика. В процессе проведения теоретических занятий летчики должны получить информацию о факторах природной среды, особенностях их влияния на организм человека, действиях при катапультировании и вынужденном приземлении (приводнении). Основной целью практических занятий является выработка навыков сохранения жизни и работоспособности в экстремальных условиях существования. Обучение должно быть максимально приближено к условиям выживания. Психофизиологическая подготовка летчиков включает:

- тренировки на тренажерах, моделирующих аварийные ситуации;
- тренировки по использованию аварийно-спасательных средств на наземных катапультных тренажерах, в барокамерах, на акваториях водных бассейнов и во время парашютных прыжков, выработку автоматизма двигательных навыков в точности и последовательности действий с аварийными приводами и вытяжным кольцом парашюта;
- закрепление приемов быстрого и правильного принятия изготовочной позы в кресле для катапультирования;
- выработку навыков приземления на парашюте в различных условиях; правил оказания само- и взаимопомощи с использованием аптечки НАЗа и подручных средств;
- изучение специфики выживания в различных климатогеографических регионах.

В процессе подготовки у летчиков следует развивать профессиональную готовность к выживанию. В это понятие входят не только знания и умение, но и психологическая готовность к действиям при возникновении авиационных инцидентов и в условиях неблагоприятных климатогеографических регионов. Тренировка последнего качества приобретает особую актуальность, так как психологическая неадекватность летчиков при авиационных инцидентах часто имеет место при недостаточном уровне теоретической и психофизиологической подготовленности.

Действия летчиков во время покидания летательного аппарата. Во всех аварийных случаях, угрожающих безопасности полетов, летчик обязан подать сигнал «Терплю бедствие» с одновременным включенными сигналом «Бедствие», вывести при возможности ВС в безопасный для населения и приземления членов экипажа район. Основным способом покидания ЛА в современной военной авиации является катапультирование, когда летчик с помощью стреляющего механизма выталкивается из кабины. Развитие техники способствовало разработке все более совершенных катапультных систем. Чаще других используются катапультируемые кресла. Они являются рабочим местом летчика в кабине ЛА и средством спасения при возникновении аварийной ситуации. После принятия летчиком решения на катапультирование очень важно зафиксировать такое положение тела, когда позвоночник располагается параллельно вектору тяги, при-

ложенному к сидению кресла. При правильной изготовочной позе, когда выпрямлены шейный, грудной и поясничный отделы позвоночника, происходит наиболее равномерное распределение нагрузки на отдельные сегменты позвоночника. В этом случае ударные перегрузки величиной 18–20 ед. и длительностью 0,15–0,3 с, действующие в направлении «голова – таз», при соблюдении всех правил катапультирования не вызывают повреждений позвоночника. При снижении на парашюте летчик обязан внимательно осматривать местность, обращая внимание на расположение населенных пунктов, дорог, рек, озер, ущелий, а при спуске на воду — приготовить плавсредства к использованию и оценить расстояние, положение кораблей, лодок, островов, берега. Крайне важно осуществить правильное приземление, вовремя отсоединиться от подвесной системы парашюта и забраться в лодку после приводнения.

Действия летчика в условиях автономного существования. После вынужденного приземления (приводнения) летчику приходится решать ряд неотложных задач: преодоление негативных эмоциональных состояний, вызванных аварийной ситуацией; оказание первой медицинской помощи пострадавшим; защита от неблагоприятного действия факторов окружающей природной среды; обеспечение водой и пищей; определение своего местонахождения; организация сигнализации и связи.

Известно, что в чрезвычайных ситуациях у 75–87 % людей нередко возникают состояния тревоги, страха, аффективного возбуждения–торможения, вызываемые действительной или кажущейся опасностью, неизвестностью окружающей обстановки, ожиданием гибели, страдания, боли. И только 12–25 % людей, сохранив самообладание, быстро оценивают сложившуюся обстановку, действуют решительно и разумно. Эмоциональная устойчивость к действию экстремальных факторов и аварийных ситуаций, умение подавить в себе страх, мобилизоваться являются важнейшими элементами выживаемости летчика.

В условиях автономного существования, особенно после аварийного покидания ЛА, возможны самые разнообразные ранения, переломы, ушибы, ожоги, отравления. Поэтому знание приемов само- и взаимопомощи крайне необходимо, так как приходится рассчитывать только на себя. При оказании помощи пострадавшим необходимо соблюдать строгую очередность действий. В первую очередь следует устранить непосредственную угрозу жизни человека. Пострадавшего надо вынести из зоны поражения (из огня, из-под обломков самолета, из снежной лавины и т. д.) и оказать помощь по жизненным показаниям: сделать искусственное дыхание и непрямой массаж сердца, остановить кровотечение. Только после этого можно перейти к планомерным медицинским действиям: ввести обезболивающее, очистить рану, наложить асептическую повязку, иммобилизовать с помощью подручных средств сломанные конечности, согреть и успокоить пострадавшего.

Инструкции по выживанию рекомендуют летчикам после вынужденного приземления оставаться на месте до прихода помощи. В этом случае экипаж сможет длительно сберечь силы и использовать в качестве временного убежища фюзеляж ЛА. Кроме того, место падения самолета всегда легче обнаружить с воздуха. Решение об уходе с места вынужденного приземления принимается

только в случае непосредственной угрозы жизни (лесной пожар, разлом ледяного поля, наводнение и т. п.), близкого расположения жилья или дороги, отсутствия в течение трех суток связи и помощи.

В условиях Арктики важнейшей проблемой автономного существования становится защита от действия на организм человека низких температур. Определенную роль в решении этой проблемы играет одежда. Существует прямая зависимость времени, в течение которого организм человека сохраняет тепловой комфорт, от величины температуры окружающей среды и теплоизолирующих свойств одежды. Например, человек, одетый в летный комбинезон при температуре $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ будет испытывать состояние теплового комфорта не более 30 мин. Те же сроки наступления холодового дискомфорта будут при температуре $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, если летчик одет в шерстяное белье и ватную куртку. Для сохранения тепла первостепенное значение имеет строительство временного убежища. Лучшим строительным материалом является снег. Он легко поддается обработке и имеет хорошие теплоизолирующие свойства из-за высокого (до 90 %) содержания воздуха. Температура воздуха в снежных убежищах обычно на $15\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше наружной. Для утепления снежной хижины внутри и снаружи используют парашютную ткань. Без применения средств обогрева при температуре окружающей среды от $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ и скорости ветра $3\text{--}10\text{ м/с}$ допустимое время пребывания человека в меховом летном комплекте одежды, использующего для теплозащиты дополнительно парашют, аварийную лодку МЛАС и укрытие из снега, составляет $5\text{--}7$ сут. С целью профилактики холодовой дегидратации и нарушений солевого обмена необходимо потреблять воду и $0,5\text{ г/сут}$ натрия гидрокарбоната. Источником воды могут быть тундровые ручьи, пресный лед, плотный снег. Можно получать воду, помещая флягу, набитую снегом, под верхнюю одежду.

Основной задачей для человека, оказавшегося в пустыне, является предупреждение перегревания. Для этого необходимо уменьшить поступление экзогенного тепла и теплопродукцию организма, повысить теплоотдачу. С этой целью следует соорудить солнцезащитное укрытие, ограничить физическую активность и рационально использовать имеющиеся запасы воды. Известно, что почти 70 % тепла поступает с прямой солнечной радиацией, поэтому простой солнцезащитный тент снижает его приток на $72\text{--}114\text{ ккал/ч}$. Кроме того, тент избавляет человека от поступления 100 ккал/ч , которые он получал бы за счет кондукции тепла от нагревающегося песка. Любая физическая работа в дневные часы должна ограничиваться до минимума и выполняться в прохладные вечерние, ночные или утренние часы. Одежду снимать нецелесообразно, так как она препятствует высушивающему действию горячего воздуха и защищает от прямых и отраженных солнечных лучей. Воду рекомендуют пить по $80\text{--}100\text{ мл}$ на прием. При водопотерях, не превышающих $3\text{--}5\text{ л}$, нет необходимости в специальном водно-солевом режиме. Несмотря на увеличение потерь хлоридов с потом, их дополнительно принимать не рекомендуется, так как это может способствовать увеличению клеточной дегидратации и калиемии, повышать вероятность возникновения тепловых поражений. Для добывания воды используется имеющийся в НАЗе солнечный конденсатор, представляющий тонкую полиэтиленовую пленку с гидрофобным покрытием. Ею покрывают яму диаметром около 1 м ,

глубиной 50–60 см. Лучи солнца, проникая сквозь прозрачную мембрану, абсорбируют из почвы влагу, которая конденсируется на внутренней поверхности пленки, а затем стекает вниз в водосборник. В сутки такое устройство позволяет собрать до 1,5 л воды.

Неблагоприятные последствия вынужденного приземления в горах сопряжены с вероятностью развития острой горной патологии и обусловленной этим необходимостью спуска на меньшие высоты. Переход в горах связан с риском попадания в камнепад, снежные лавины, оползни, селевые потоки, трудностью ориентирования и выдерживания маршрута. Прежде всего, необходима тщательная подготовка, оценка качества походного снаряжения, наличия необходимых запасов пищи, веса груза, учет собственных сил. Оптимальный вес груза не должен превышать одну треть массы тела. Во время перехода скорость движения должна быть невысокой, так как пониженное парциальное давление кислорода, крутые склоны и переносимый груз способствуют быстрому развитию утомления. Через каждые 40–45 мин движения следует делать 10–15-минутный привал, во время которого нужно разгрузить мышцы тела (лучше лежать). При появлении во время движения сильной одышки и сердцебиения более 120 уд/мин следует остановиться на 2–3 мин, отдышаться, не снимая груз. Большое внимание необходимо уделять состоянию ног и обуви, а также выбору места для временного лагеря.

Спасение и выживание после вынужденного приводнения зависит от наличия спасательных плавательных средств. Эти средства обеспечивают длительное пребывание человека на плаву и изолируют от воды. Имеющиеся на спасательных плотках надувные тенты защищают летчика от ветра, осадков, водяных брызг и солнечной радиации, позволяют поддерживать более высокую, чем снаружи, температуру. В низких широтах тент предупреждает перегревание организма человека, отдалает сроки дегидратации и обессоливания. Высотный морской спасательный комплект состоит из отдельных костюмов (водонепроницаемого, теплозащитного, вентилирующего, высотного-компенсирующего), гермошлема, гермоперчаток и гермосапог, ворота, который крепится на спинке водонепроницаемого костюма и заполняется углекислым газом из баллона, закрепленного там же.

Калорийность продовольственного запаса НАЗов (3400–4000 ккал) позволяет возместить лишь незначительную часть энерготрат организма. Однако присутствие запаса продуктов в НАЗах имеет важное психологическое значение. У летчика нет страха умереть голодной смертью, и даже этот незначительный запас пищи позволяет человеку длительно сохранять жизнь. Летчик, оказавшийся в условиях автономного существования, прежде всего, должен учесть все имеющиеся продукты и распределить их на порции калорийностью примерно 500 ккал. Это нетрудно рассчитать, зная, что энергетическая ценность 1 г жиров 9,3 ккал, а 1 г углеводов и белков — 4,1 ккал. Известно, что человек может обходиться в течение двух и более недель рационом, энергетическая ценность которого составляет 500 ккал/сут. Пищевой рацион НАЗа рекомендуется использовать лишь при отсутствии возможностей пополнять свои запасы охотой, рыбной ловлей и сбором дикорастущих ягод и растений. В условиях частичного голода-

ния очень важно регулярно потреблять пресную воду, так как в противном случае организм восполняет дефицит жидкости за счет метаболической воды, образующейся в результате окисления жиров. Запасы воды в НАЗах незначительны (до 3 л). Поэтому крайне необходимо найти источник воды, эффективно использовать средства ее добытия (солнечные конденсаторы и дистилляторы, химические опреснители), обязательно очищать и обеззараживать воду из слабопроточных водоемов (аквацидом, йодом), обеспечить такой режим работы, который до минимума ограничил бы тепловую нагрузку на организм. Не рекомендуется использовать морскую (океанскую) воду, мочу, пустынный рассол.

Ориентирование на местности начинается с определения стран света. При отсутствии компаса используют Солнце, звезды, растения. Направление на север в Северном полушарии определяют, став в полдень спиной к Солнцу. Тень, отброшенная телом, словно стрелка, укажет на север. При этом запад окажется по левую руку, а восток — по правую. В Южном полушарии, напротив, тень укажет на юг. Ночью в Северном полушарии ориентируются по Полярной звезде и Большой Медведице, а в Южном полушарии — по созвездию Южный Крест. После определения стран света летчик обязан как можно точнее выяснить свое местоположение. Для этого он может использовать сведения о маршруте, продолжительности полета, времени приземления или покидания ЛА, характерные наземные ориентиры, замеченные еще в воздухе.

Для установления связи сразу же после приземления и в течение 10–12 мин в начале каждого часа первых суток трижды передают сообщение о бедствии (сигнал «SOS», позывные терпящего бедствие и его координаты). Остальное время станция должна находиться в положении «прием». Помимо радиостанций для сигнализации используются радиомаяки, разнообразные пиротехнические средства (дымы, огни, ракеты), сигнальные патроны, сигнальное зеркало, костры, ткань парашюта.

Таким образом, успех выживания летчика зависит от уровня его теоретической и психофизиологической подготовки, действий при аварийном покидании ЛА и в условиях автономного существования.

ГЛАВА 27. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАЧАЛЬНИКА МЕДИЦИНСКОЙ СЛУЖБЫ АВИАЦИОННОЙ БАЗЫ (ВРАЧА АВИАЦИОННОГО ОТРЯДА) ПО ИЗУЧЕНИЮ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ОШИБОЧНЫХ ДЕЙСТВИЙ И АВИАЦИОННЫХ СОБЫТИЙ

Работа медицинской службы по обеспечению безопасности полетов является составной частью общей системы профилактики аварийности в авиации и предполагает тесное взаимодействие с командирами, методистами летного обучения, инженерами, службами тыла и др.

Авиамедицинская авариология (АМА) — это часть авиационной медицины, направленная на изучение авиационных происшествий и инцидентов в целях научной разработки профилактических мероприятий по медицинскому обеспечению безопасности полетов.

Предметом АМА являются медицинские проблемы АП, которые касаются влияния экстремальных аварийных условий на членов экипажа и пассажиров,

действия членов экипажа в аварийной обстановке, розыска, спасения, выживания и расследования происшествий.

Задачами АМА является изучение психофизиологических аспектов авиационных инцидентов и происшествий в целях их профилактики.

Основные методы АМА:

1. Статистический метод — позволяет провести группировку авиационных событий, выявить лиц, подлежащих дополнительному наблюдению или обследованию, проанализировать характерные ошибочные действия, их общие причины и обстоятельства возникновения за определенный период времени по категориям летного состава, содержанию ошибок, этапам полета и по другим признакам, способствующим выявлению причин.

2. Аналитический метод — предусматривает детальное исследование обстоятельств и возможной причинной связи авиационного события с составляющими личного и человеческого факторов. С этой целью изучаются:

- содержание авиационного события;
- условия, при которых произошло авиационное событие (характер полетного задания и его продолжительность, этап, режим, метеорологические условия полета, количество и темп выполняемых операций);
- сведения о профессиональной подготовке летчика (стаж летной работы, класс, налет общий и на данном типе ВС, перерывы в полетах);
- результаты медицинского наблюдения и осмотров, данные экспериментально-психологического обследования;
- характер проявления индивидуальных психофизиологических особенностей в рассматриваемой ситуации;
- особенности взаимодействия летчика с органами управления и средствами отображения информации, с лицами, входящими в состав ГРП, и членами экипажа ВС;
- исправность средств индивидуальной защиты и жизнеобеспечения;
- психологическая обстановка в семье, коллективе накануне и в день полетов;
- мнение летчика и других специалистов о причинах авиационного события или ошибочного действия.

3. Экспериментальные методы — предусматривают специальную методическую подготовку и оснащение.

27.1. ОШИБОЧНЫЕ ДЕЙСТВИЯ ЛЕТНОГО СОСТАВА

Ошибкой летчика (оператора) считается неправильное несвоевременное действие (бездействие) без наличия умысла действовать в нарушение установленных правил.

Основными источниками информации об ошибочных действиях летного состава являются:

- данные средств объективного контроля за выполнением полетов;
- записи в журналах руководителя полетов и в эскадрильских журналах учета ошибочных действий;
- материалы разборов полетов,

– результаты бесед с экипажами, командирами, инструкторами, лицами группы руководства и управления полетами.

Медицинскому анализу для выявления возможной связи с состоянием здоровья и индивидуальными психофизиологическими особенностями летного состава подлежат следующие ошибочные действия;

- допускаемые лицами, заметно отстающими в летной подготовке;
- неоднократно допускаемые квалифицированными летчиками, хорошо летавшими ранее в аналогичных условиях;
- возникающие под неблагоприятным влиянием факторов полета (перегрузок, гипоксии, перепадов давления, высокой или низкой температуры воздуха в кабине и т. п.).

При определении лиц, ошибочные действия которых подлежат медицинскому изучению, авиационный врач использует статистический метод изучения ошибок. При его проведении вначале рассчитывается групповой показатель количества ошибочных действий на 100 полетов. Индивидуальный статистический анализ заключается в сравнении показателей частоты ошибочных действий отдельных летчиков с результатами группового анализа. Поводом для изучения летчика, ошибочные действия которого подлежат медицинскому анализу, является несоответствие результатов индивидуального статистического анализа ошибок летчика данным группового анализа в сторону увеличения их количества.

Изучение ошибочных действий предполагает несколько этапов. Первый этап — анализ полетного задания (этап, режим полета, время), при выполнении которого допущено ошибочное действие. Цель данного этапа — определить характер допущенной ошибки и перечень вопросов, являющихся предметом медицинского изучения. Проводится авиационным врачом совместно с опытным летчиком-методистом.

Второй этап — анализ роли человеческого фактора в причинах допущенного ошибочного действия. Цель данного этапа — определить соответствие характеристик средств, условий, содержания и организации деятельности психофизиологическим возможностям человека. При этом авиационный врач оценивает возможное влияние на качество выполнения деятельности объективных условий и факторов полетной ситуации (дефицит времени и информации, неблагоприятное воздействие факторов полета и т. д.). Для этого используется метод экспертной оценки полученных на первом этапе показателей профессиографической структуры деятельности летчика, которую врач проводит совместно с опытными летчиками. В результате завершения данного этапа формулируются предложения по профилактике, направленные на устранение недостатков в средствах, условиях, содержании и организации летной деятельности.

Третий этап — анализ роли личного фактора в причинах допущенной ошибки. Цель данного этапа — определение роли индивидуальных психофизиологических особенностей летчика в возникновении, характере течения и исходе ошибки. Источниками информации при этом для авиационного врача, кроме перечисленных выше, являются: данные из летной и медицинской документации, результаты медицинского контроля и наблюдения за летчиком, беседы с членами семьи, товарищами. Обращается внимание на возможное проявление в полете

сниженного функционального состояния из-за скрыто протекающего заболевания, нарушения предполетного режима, недостаточной индивидуальной переносимости факторов полета и т. п. После завершения этапа изучения роли личного фактора разрабатываются индивидуальные для данного летчика профилактические мероприятия (лечебно-оздоровительные, профилактический отдых, специальные тренировки).

Четвертый этап — обобщение полученных авиационным врачом материалов анализа, сопоставление их с данными других специалистов и разработка самостоятельно и совместно с ними комплекса профилактических мероприятий. Результаты изучения ошибочных действий и предложения по их предупреждению регистрируются в специальном журнале и докладываются командованию и старшему медицинскому начальнику.

27.2. КЛАССИФИКАЦИЯ АВИАЦИОННЫХ СОБЫТИЙ

Авиационное событие (АС) — это происшествие, связанное с эксплуатацией ВС, случившееся в период нахождения на его борту пассажиров или членов экипажа, повлекшее за собой повреждение или разрушение ВС и вызвавшее травмы людей или не причинившее телесных повреждений. АС подразделяются на АП, авиационные инциденты (АИ) и производственные происшествия (ПП).

Авиационный инцидент — авиационное событие, связанное с летной эксплуатацией ВС, обусловленное возникновением особой ситуации, но не закончившееся АП.

Серьезный авиационный инцидент — авиационный инцидент, при котором здоровью хотя бы одного из лиц, находившихся на борту ВС, причинен вред или обстоятельства которого указывают на то, что могло иметь место АП. Серьезный авиационный инцидент с повреждением ВС — авиационный инцидент, при котором восстановление ВС, получившего повреждение, возможно и экономически целесообразно. Инцидент рассматривается как предупреждение о вероятности АП. Инциденты отличаются от авиационных событий только тяжестью последствий и частотой повторения.

Авиационное происшествие (АП) — авиационное событие, связанное с летной эксплуатацией ВС, которое привело к гибели какого-либо лица, находившегося на борту ВС, и (или) утрате этого ВС. К АП относятся катастрофы и аварии.

Катастрофа — АП, при котором разрушение ВС, нарушение функционирования его систем или воздействие внешних геофизических факторов повлекло гибель одного или нескольких лиц из числа находившихся на его борту, а также, если смерть указанных лиц явилась результатом АП и последовала в течение 10 суток с момента этого происшествия; невозвращение с задания ВС с находившимися на нем людьми после того, как его поиски были прекращены.

Авария — АП, не связанное с гибелью людей, находившихся на борту ВС, при котором ВС получило такие повреждения, при которых восстановление судна является нецелесообразным; потеря ВС вследствие невозможности или нецелесообразности его эвакуации после вынужденной посадки независимо от полученных им повреждений, при условии спасения людей, находившихся на борту ВС.

Классификация авиационных событий в Республике Беларусь

Государственная авиация	Гражданская авиация
Авиационные происшествия: катастрофа авария	Авиационные происшествия катастрофа авария
Авиационные инциденты	Авиационные инциденты
	Производственные происшествия повреждения ВС чрезвычайные происшествия

К АП не относятся:

- гибель людей, находившихся на борту ВС во время полета, не связанная с его разрушением, нарушением функционирования систем или воздействием внешних геофизических факторов;
- утрата ВС или гибель людей, находившихся на его борту во время боевого вылета, в ходе террористического акта, угона или попытки угона ВС;
- гибель людей, находившихся на борту ВС, в результате неблагоприятных воздействий внешней среды после его вынужденной посадки вне аэродрома;
- гибель людей либо утрата ВС, находившихся на земле, в результате АП с другим ВС;
- утрата ВС или гибель людей, находившихся на его борту, при выполнении специальных задач на территории, на которой введен режим чрезвычайного положения.

Производственные происшествия подразделяются на повреждение ВС и чрезвычайное происшествие. *Повреждение ВС* — авиационное событие, которое не повлекло за собой гибели членов экипажа и пассажиров, а привело к повреждению ВС, ремонт которого возможен и экономически целесообразен.

Чрезвычайное происшествие — событие, связанное с эксплуатацией ВС, но не относящееся к АП, при котором наступило одно из следующих последствий:

- гибель кого-либо из находившихся на борту ВС в результате умышленных или неосторожных действий самого пострадавшего или других лиц, не связанная с функционированием ВС;
- гибель какого-либо лица, самовольно проникшего на ВС и скрывавшегося вне зон, куда открыт доступ пассажирам и членам экипажа;
- гибель членов экипажа или пассажиров в результате неблагоприятных воздействий внешней среды после вынужденной посадки ВС вне аэродрома;
- гибель или телесные повреждения со смертельным исходом любого лица, находящегося вне ВС, в результате непосредственного контакта с ВС, его элементами или газо-воздушной струей силовой установки;
- разрушение или повреждение ВС на земле, повлекшее нарушение прочности его конструкции или ухудшение летно-технических характеристик в результате стихийного бедствия или нарушения технологии обслуживания, правил хранения или транспортировки.

27.3. РАССЛЕДОВАНИЕ АВИАЦИОННОГО ПРОИСШЕСТВИЯ

Основной целью расследования АП является не наказание виновных лиц, а предотвращение возникновения подобного АП в будущем. Основными принципами расследования АП являются: независимость, профессионализм, всесторонность, обстоятельность, доказательность, обоснованность, объективность.

АП расследуется комиссией. Для государственной авиации комиссия назначается приказом Министра обороны Республики Беларусь, для гражданской авиации — приказом Департамента по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. При необходимости в состав комиссии включают представителей других заинтересованных республиканских органов государственного управления, организаций и предприятий. Если АП явилось следствием столкновения гражданского ВС с ВС другого вида авиации или ВС иностранных государств на территории Республики Беларусь, то председатель комиссии по расследованию АП назначается Правительством Республики Беларусь, а состав данной комиссии определяется по согласованию заинтересованных сторон.

Председателем комиссии назначается должностное лицо, имеющее летную специальность. Членами комиссии назначаются должностные лица, имеющие соответствующую квалификацию и специальную подготовку и не причастные к организации, выполнению, обеспечению или обслуживанию полета, в котором произошло АП. Для решения конкретных задач, требующих знаний в специальных областях науки, привлекаются эксперты, входящие в специальную группу.

Работа комиссии при расследовании АП не должна превышать 30 суток. При необходимости срок расследования продлевается по ходатайству председателя комиссии органом, назначившим расследование АП. Недопустимо участие или вмешательство в расследование заинтересованных, а также причастных к данному АП лиц. Итоговым документом комиссии является Акт расследования.

До прибытия комиссии на место расследования старший авиационный начальник, в зоне которого произошло АП, организует проведение первоначальных действий (проведение поисково-спасательных работ, охрана места происшествия, спасение, сохранение, документирование вещественных доказательств, организация изъятия и хранения летной, технической, медицинской и другой документации, организация проведения медицинского контроля летного состава, лиц, осуществляющих руководство полетом и непосредственную подготовку ВС к нему, получение письменных объяснений их действиям, установление свидетелей АП).

До прибытия на место расследования председателя комиссии запрещается производить какие-либо работы на месте АП, за исключением внешнего осмотра, фиксации следов, которые могут быть утрачены (лед, копоть, следы движения по земле), эвакуации раненых и погибших.

Задачи и основные направления работы специалистов медицинской службы при расследовании авиационных происшествий. Основной задачей медицинских специалистов, участвующих в расследовании, является выявление или исключение связи обстоятельств и причин АП с нарушением работоспособности летчика в полете по состоянию здоровья или другим психофизиологическим причинам. При этом устанавливается, могло ли фактическое состояние

здоровья летчика или неблагоприятные психофизиологические факторы быть причиной возникновения аварийной обстановки или ее неблагоприятного исхода. Для решения этой задачи медицинские специалисты в процессе расследования выясняют:

- соответствие состояния здоровья летчика установленным требованиям;
- наличие каких-либо отклонений в физическом и нервно-психическом состоянии летчика, которые могли бы привести к нарушению работоспособности;
- полноценность предполетного отдыха, сна, питания накануне и в день полетов, степень рабочей нагрузки на летчика (особое внимание обращается на факторы, которые могли оказать отрицательное влияние на его функциональное состояние и работоспособность в полете);
- своевременность прохождения и результаты ВЛК, очередных медицинских осмотров и предполетного медицинского осмотра;
- своевременность проведения и эффективность лечебно-профилактических и оздоровительных мероприятий, рекомендованных ВЛК;
- перенесенные после ВЛК заболевания, которые могли отрицательно сказаться на состоянии здоровья;
- возможность неблагоприятного воздействия на организм факторов полета (среды): высоты, перегрузок, перепадов барометрического давления, вредных примесей в воздухе кабины, неблагоприятного температурного режима и др.;
- наличие других психофизиологических факторов и условий, которые могли ухудшить функциональное состояние и работоспособность летчика в полете;
- поведение и действия летчика в аварийной обстановке (с использованием данных объективного контроля);
- действия экипажа после АП (приземления, приводнения), в том числе по оказанию самопомощи и взаимопомощи, сохранению здоровья и жизни;
- состояние летчика, в котором он был эвакуирован с места АП, и результаты последующего медицинского обследования;
- характер травм и причин смерти летчика на основании данных судебно-медицинского исследования останков (с необходимыми лабораторными анализами);
- состояние средств жизнеобеспечения и спасения (совместно с соответствующими специалистами), возможность их отказов, неисправности или конструктивные дефекты, а также случаи неправильной эксплуатации, которые могли ухудшить работоспособность летчика, снизить эффективность деятельности или затруднить пользование ими.

Для выяснения указанных вопросов вся работа медицинских специалистов проводится по плану, учитывающему особенности конкретного случая.

Основные этапы и содержание работы специалистов медицинской службы при расследовании АП представлены на рис. 27.1.



Рис. 27.1. Основные этапы и содержание работы специалистов медицинской службы при расследовании авиационных происшествий

Предварительный анализ обстоятельств авиационного происшествия.

Работа авиационных врачей, привлекаемых к расследованию причин АП, начинается с получения сведений и анализа известных обстоятельств случившегося. При этом авиационный врач, участвующий в расследовании в составе комиссии (старший группы авиационной медицины), должен составить возможно более полное представление о характере, обстоятельствах и непосредственных последствиях АП в целях выработки плана предстоящих действий, привлечения необхо-

димых медицинских специалистов и подготовки оснащения, необходимого для работы на месте происшествия.

Работа на месте авиационного происшествия. Этот этап работы врачей авиационной части включает оказание (в случае необходимости) медицинской помощи пострадавшим, а также ряд специальных мероприятий, связанных с изучением последствий происшествия.

Организация медицинской помощи пострадавшим и их эвакуация в лечебные учреждения обычно возлагаются на начальника медицинской службы части (соединения), который привлекает медицинский персонал и средства авиационно-технической части. Ко времени прибытия комиссии на место происшествия поисково-спасательные работы обычно уже бывают завершены. Однако возможны случаи, когда мероприятия по спасению и оказанию помощи еще не закончены. В этих условиях участвующие в расследовании врачи обязаны принять в них участие. В процессе оказания необходимой медицинской помощи на месте происшествия, а также в лечебном учреждении изучаются характер и причины травм летчика.

При общем осмотре места происшествия следует обращать внимание на вид и степень разрушения техники, на особенности повреждений поверхности земли и расположенных на местности предметов, а также на все то, что может помочь представить характер падения ЛА. Это необходимо как для понимания некоторых обстоятельств последнего этапа аварийной обстановки, так и для более полного определения причин травм экипажа, полученных при столкновении самолета с землей или другими препятствиями. В случае гибели летчика путем подробного осмотра и фотографирования устанавливается расположение останков среди обломков самолета. При этом отмечаются те элементы конструкции и детали, которые могли причинить повреждения.

Совместно со специалистами инженерной службы авиационный врач осматривает индивидуальные и бортовые средства жизнеобеспечения и защиты летчика в полете. При этом фиксируется фактическое состояние их в данный момент (положение вентиля и разъемов и т. п.), а также отмечаются признаки, указывающие на возможные отказы или неправильную эксплуатацию в полете.

При осмотре оборудования кабины необходимо обращать внимание на возможное внедрение биологических объектов в те или иные детали и конструкции (особенно в органы управления). Важно, чтобы в самом начале было зафиксировано расположение таких объектов, так как в ряде случаев они играют существенную роль при определении позы и действий летчика в последний момент перед столкновением с землей. Выявляются также все следы от деталей кабины на снаряжении летчика, а от снаряжения — на деталях кабины (например, вмятины и царапины на ГШ или ЗШ, следы краски от них на остеклении фонаря или приборной доске и т. п.). Это позволяет понять некоторые механизмы травмирования летчика, в том числе и в воздухе. Все указанные выше детали и объекты со следами подлежат дополнительным исследованиям.

Кроме того, анализируются действия летчика при покидании самолета, а также после приземления или приводнения. При этом изучаются характер использования средств спасения, защиты и обеспечения выживания экипажа

(НАЗ), вопросы оказания самопомощи и взаимопомощи, а также эффективность поисково-спасательных работ и первой врачебной помощи.

Проведение медицинской экспертизы. Задачей этого этапа работы медицинских специалистов в комиссии по расследованию является организация в зависимости от последствий АП стационарного обследования летчика (при аварии) или проведения судебно-медицинской экспертизы (в случае катастрофы). Он включает обоснование и постановку вопросов перед экспертизой в соответствии с особенностями конкретного случая, анализ полученных данных, а также определение вопросов для дополнительных исследований.

Медицинское обследование летчика после аварии в объеме врачебно-лётной экспертизы проводится в случаях выявления в ходе расследования связи АП с его состоянием здоровья или в целях экспертного решения о годности к дальнейшей лётной работе.

При неблагоприятных исходах для определения состояния здоровья летчика перед происшествием, особенностей полученных травм и причин смерти, а также установления неблагоприятного воздействия на организм факторов полета, способствующих возникновению или тяжелому исходу аварийной обстановки, останки его подлежат судебно-медицинской экспертизе с использованием необходимых лабораторных исследований на содержание алкоголя, окиси углерода, а при необходимости и других токсических веществ, которые могли оказать отрицательное воздействие на летчика в полете.

При судебно-медицинской экспертизе разрешают следующие вопросы:

1. Каково было состояние здоровья пилота и других членов экипажа перед полетом? Не ухудшилось ли оно во время полета?
2. Какие повреждения обнаружены на трупах членов экипажа, каков механизм их образования, от воздействия каких частей кабины они образовались?
3. Какова последовательность образования этих повреждений?
4. Являются ли эти повреждения прижизненными?
5. Находились ли члены экипажа при жизни в очаге пожара?
6. В какой позе находились пилот и другие члены экипажа в момент столкновения самолета с землей? Находился ли пилот на своем рабочем месте и пытался ли управлять самолетом?
7. Обнаружен ли в крови и тканях погибших этиловый спирт (наркотики)?
8. Какова причина смерти членов экипажа, когда и как быстро она наступила?
9. Нет ли на трупах пилота и других членов экипажа огнестрельных или колото-резаных ран, а также иных повреждений, не являющихся авиационной травмой?
10. Какому члену экипажа, кому из пассажиров принадлежат обнаруженные останки, предметы снаряжения, одежды и обуви?
11. Какова возможность причинения повреждений конкретными деталями и частями самолета?
12. Соответствуют ли повреждения на теле и одежде пострадавших?
13. Какова возможность возникновения повреждений при определенных обстоятельствах АП?

Изучение медицинской документации. Изучение медицинской документации имеет своей целью выявление индивидуальных особенностей состояния здоровья летчика. Подробному изучению подлежат медицинские книжки летчика, вкладыши к ним, журнал (индивидуальная карта) предполетного медицинского осмотра, амбулаторный журнал, история болезни и другие медицинские документы (справки и выписки из гражданских лечебных учреждений, санаториев, домов отдыха и т. п.).

Обращается внимание на все отклонения в состоянии здоровья, а также на динамику функционального состояния организма по данным медицинских осмотров (в том числе предполетных, межполетных и послеполетных), различных клинических проб, исследований и специальных испытаний. Выраженные сдвиги этих показателей могут свидетельствовать о наличии тех или иных изменений в организме без клинических проявлений.

При необходимости отдельные вопросы об особенностях здоровья и физической выносливости погибшего уточняются в беседах с членами его семьи, сослуживцами и товарищами. Все полученные данные обобщаются и анализируются в целях определения фактического состояния здоровья летчика перед полетом, закончившимся АП.

Изучение режима труда и отдыха летчика. Изучение режима труда и отдыха летчика предполагает сбор и анализ сведений о предполетном режиме труда, отдыха и питания, а также о летной и служебной нагрузке. Особенно подробно режим труда, отдыха и питания изучается в период предполетной подготовки и выполняемых полетов в день происшествия. Сведения о предполетном режиме собираются путем изучения распорядка дня, опроса командиров, членов семей, товарищей и других лиц, бывших в непосредственном контакте с экипажем. На основе полученных сведений устанавливается фактический предполетный режим летчика и других членов экипажа с определением времени и условий предполетного отдыха и пребывания на службе.

Данные о летной и служебной нагрузке получают из летной книжки, служебных характеристик, журнала руководителя полетов и т. п. При этом обращается внимание на регулярность отпусков, равномерность летной нагрузки, случаи снижения качества выполнения полетных заданий, которые могли быть связаны с утомлением летчика.

В результате анализа всех материалов выявляются факторы, которые могли оказать отрицательное влияние на функциональное состояние и работоспособность летчика (различные нарушения режима труда, отдыха и питания, чрезмерная летная или служебная нагрузка и т. п.). Отмечаются также длительные перемены в полетах, влияющие на устойчивость профессиональных навыков летчика.

Психофизиологический анализ условий и особенностей деятельности летчика в полете. Для проведения такого анализа врач должен внимательно изучить содержание полетного задания до момента АП и фактические условия его выполнения (метеоусловия, профиль полета, скорость, выполнявшиеся фигуры и маневры, величина, направление и длительность перегрузок, снаряжение и одежда, возможный температурный режим в кабине самолета и т. д.). Сведения об условиях полета можно получить из летной и технической документации,

данных объективного контроля, а также при беседах с командирами, инженерами и другими летчиками, летавшими в аналогичных условиях. Все собранные данные сопоставляются и анализируются в целях установления физических или психофизиологических факторов, которые могли неблагоприятно повлиять на состояние и работоспособность летчика.

Важная информация, необходимая для оценки работоспособности и действий летчика в полете и аварийной обстановке, может содержаться в записях средств объективного контроля. Задачей врача, участвующего в расследовании, являются внимательное ознакомление с данными средств объективного контроля, выявление психофизиологической информации, значимой для оценки состояния и адекватности действий экипажа в полете и в осложненной обстановке, а также определение круга вопросов, ответ на которые можно получить путем проведения специальных исследований.

Проведение дополнительных исследований. Дополнительные исследования выполняются в специализированных научно-исследовательских и судебно-медицинских учреждениях Министерства обороны и Министерства здравоохранения.

Психофизиологическое обследование в условиях моделирования профессиональной деятельности на пилотажных тренажерах нужно рассматривать как дополнение к экспертному клиническому обследованию состояния здоровья летчика.

Биохимический метод в определенных случаях может способствовать выявлению степени нервно-эмоционального напряжения, но ограничен в своем применении вследствие того, что достоверность результатов в значительной степени зависит от длительности воздействия и условий сохранения биологического материала.

Методы токсикологических исследований позволяют устанавливать отравление окисью углерода, а также концентрацию в организме алкоголя и являются обязательными при расследовании всех авиационных событий с неблагоприятным исходом.

С помощью трассологических исследований, т. е. изучения следов на останках, одежде, специальном снаряжении и деталях кабины, могут определяться поза и отдельные действия летчика в аварийной ситуации (например, рабочая поза или исходная поза для катапультирования), некоторые особенности эксплуатации экипажем защитного снаряжения, признаки травмирования летчика в полете, характер травм и их причины.

Физиолого-акустическое исследование магнитных записей радиопереговоров летчика проводится в целях получения объективных сведений, способствующих оценке его состояния в полете, особенностей поведения и действий, а также характера аварийной обстановки. Это исследование дополняет изучение содержания радиообмена, которое проводится в обязательном порядке при расследовании каждого АП.

Основным направлением экспертизы радиообмена является получение объективной информации о функциональном состоянии и деятельности летчика, уточнение отдельных обстоятельств и условий возникновения и развития аварийной и катастрофической ситуаций в полете.

Метод позволяет оценить семантические характеристики радиообмена, эмоциональное состояние летчика, определить возможное действие некоторых психофизиологических опасных факторов в полете, а также активность, адекватность и целенаправленность мыслительно-речевых процессов. Для этого в процессе изучения материалов объективной регистрации речевых сигналов, определяются содержание и нарушения речевой коммуникации:

- отсутствие ответа летчика на команды и запросы лиц ГРП и других экипажей, продолжительность молчания и отвлечения внимания летчика на ведение радиопереговоров;
- наличие неадекватных ответов на команды и запросы РП, а также не соответствующих обстановке в полете;
- появление немотивированных, нейтральных сообщений;
- изменения плотности радиообмена и загруженности эфира;
- неудачные попытки выхода на радиосвязь с руководителем полетов и другими летными экипажами в полете;
- неполучение летчиком адресованных ему сообщений из-за их совпадения по времени с выходом на связь других экипажей.

Прослушивание содержания и хронометраж магнитофонных записей радиообмена проводится в обязательном порядке при расследовании каждого АП (АИ). Для получения дополнительной информации при расследовании АП проводится физиолого-акустический, психологический и лингвистический анализы радиообмена с целью:

- уточнения содержания радиообмена и времени развития отдельных событий в полете;
- установления принадлежности доклада определенному абоненту;
- определения изменений функционального состояния летных экипажей и лиц ГРП в динамике возникновения и развития аварийной ситуации;
- выявления возможного действия на организм летчика психофизиологических опасных факторов (ПФОФ) в полете;
- получения сведений о характере аварийной ситуации и адекватности действий экипажа;
- определения нарушений приема-передачи речевых сообщений и взаимодействия между членами экипажа и лицами группы руководства полетами.

Исследования основываются на изучении временных и амплитудно-частотных характеристик речевого сигнала и звукового фона записи радиообмена в полете. К вопросам, которые могут быть поставлены перед экспертизой звуковых (речевых) сигналов, относятся:

- определение напряженности радиообмена и принадлежности звуковых сигналов путем идентификации фраз и отдельных слов;
- определение содержания и разборчивости речевых сообщений (команд и ответов);
- оценка эмоционального состояния летных экипажей в динамике возникновения и развития аварийной ситуации;
- наличие признаков травмирования, изменения состояния здоровья и функционального состояния летчика под воздействием неблагоприятных физио-

лого-гигиенических факторов полета (перегрузок, ускорений, кислородного голодания, перепадов атмосферного давления в связи с разгерметизацией кабины) и аварийной ситуации;

- характеристика акустической обстановки в кабине, наличие уведомляющих, предупреждающих и аварийных сигналов (зуммер, звонок, гудок, сирена) время их появления и продолжительность;

- определение особенностей речевого взаимодействия между членами летного экипажа, лицами группы руководства полетами и др.

Вопрос уточнения содержания радиообмена в случае плохой разборчивости команд является в известной степени проблемой инженерно-акустической и технически решается путем очищения магнитной записи от посторонних шумов с помощью широкополосных фильтров. В ряде случаев производят спектральный анализ исследуемых звукосочетаний с целью установления определенных фонем.

Изучение акустических характеристик радиообмена представляет несомненный интерес для медицинской службы потому, что авиационный врач может оценить характер изменений речи под влиянием различных неблагоприятных факторов и экстремальных состояний, которые нередко имеют место в аварийной обстановке (дыхание под избыточным давлением кислорода, действие перегрузок, ускорений, гипоксии, чрезмерное повышение нервно-эмоционального напряжения и др.).

Уточнение времени протекания отдельных событий в полете часто становится возможным благодаря синхронной регистрации радиообмена и данных радиолокационной проводки ЛА в полете. Данные хронометража позволяют уточнить момент определения экипажем возникшей аварийной ситуации, а также оценить резерв времени, которым он располагал для осуществления действий по устранению создавшейся обстановки. Последнее обстоятельство является особенно важным для медицинской службы при оценке поведения и взаимодействия членов экипажа. Для более точного определения времени отдельных участков радиообмена, помимо обычных методов, применяют графические методы регистрации речевых сигналов.

Установление принадлежности отдельных радиодокладов конкретным абонентам (экипажам) производится путем сравнения акустических характеристик одинаковых и четко произнесенных слов. Широко используется метод амплитудно-спектрального анализа шумового фона, сопровождающего конкретный радиодоклад. Совпадение характеристик признаков заданного радиодоклада с одним из абонентов при резком отличии от других может указать на возможность принадлежности его данному абоненту. Этот метод позволяет нередко определить выход на связь абонента при несостоявшемся радиообмене и таким образом выявить попытки экипажа передавать определенное сообщение. Получение указанных сведений является часто необходимым для понимания сущности протекания аварийной ситуации.

Чрезвычайно важным при расследовании АП является получение информации о состоянии членов экипажа в полете по физическим характеристикам речи (табл. 27.2).

Основные информативные признаки радиообмена при изменении эмоционального состояния летчика в аварийной ситуации

Степень напряжения	Акустические характеристики радиообмена летчика в полете	Признаки речевой коммуникации
Операционное (рабочее) повышение эмоционального напряжения	Изменения латентного времени и темпа речи до 50 %, повышение интенсивности до 15 %, повышение частоты основного тона до 35 %	Речь семантически адекватна ситуации и цели коммуникации. Интонация и лексика речи индивидуальны
Эмоциональное напряжение средней степени	Изменения латентного времени и темпа речи от 50 до 70 %, повышение интенсивности от 15 до 70 %, повышение частоты основного тона от 35 до 80 %	Речь адекватна ситуации, быстрая, напряженная, акцентуруемая. Логорея
Чрезмерное повышение эмоционального напряжения	Изменения латентного времени и темпа речи более 70 %, повышение интенсивности более 70 %, повышение частоты основного тона более 80 %	Речь семантически не адекватна ситуации и цели коммуникации. Частые некорректируемые ошибки
Умеренное понижение эмоционального напряжения	Увеличение латентного времени на 40–50 % и замедление темпа речи на 25–30 %, снижение интенсивности на 10–15 %, уменьшение частоты основного тона на 15–25 %	Снижение темпа и активности речи, нечеткая артикуляция, преобладание ответов. Монотонная речь
Чрезмерное понижение эмоционального напряжения	Увеличение латентного времени более 50 % и замедление темпа речи более 30 %, снижение интенсивности более 15 %, уменьшение частоты основного тона более 25 %	Однотонная речь. Нарушение ритма речи, появление пауз и остановок. Пропуск или отказ от ответа

Сравнительный анализ данных изучения изменений акустических параметров радиообмена и качества деятельности обследуемых лиц показал, что при чрезмерном повышении или снижении эмоционального состояния качество деятельности претерпевает существенные нарушения.

В результате изучения материалов радиообмена при расследовании АП, а также в специальных исследованиях выявлены некоторые диагностические признаки и закономерности изменения физических характеристик речи летчика при воздействии на него факторов, имеющих место в аварийных ситуациях (большие и длительные перегрузки, кислородное голодание, перепады атмосферного давления на высотах более 12 000 метров, вибрация, знакопеременные ускорения и др.). Установлено, что в начале действия гипоксии наблюдается эйфория и логорея, увеличивается интенсивность радиообмена до 0,5 сообщения в секунду. По мере развития кислородного голодания увеличивается время произношения слов, замедляется темп речи, увеличивается латентный период ответа на запросы РП. Кроме того, имеют место незаконченные фразы и немотивированное включение передатчика без передачи сообщений в эфир. Обнаружение этих признаков в радиодокладах летчиков при расследовании АП может дать дополнительные ценные данные о характере аварийной ситуации и причине возможного нарушения работоспособности экипажей.

Важным дополнением для выявления воздействия на летчика психофизиологических опасных факторов полета являются данные исследования шумового фона, сопровождающего радиодоклад, который в известной мере несет инфор-

мацию о звуковой ситуации в кабине. Изменение его физических характеристик при сопоставлении с речевым сигналом иногда может быть показателем частоты, глубины и продолжительности дыхания, а также тех условий, в которых находился экипаж (открытие фонаря кабины, открытие щитка гермошлема и т. п.).

В ряде случаев анализ звукового (шумового) фона может свидетельствовать о включении на борту различных звуковых аварийных сигналов и предупреждающих сигнализаторов (речевых информаторов, маркеров), позволяет оценить работу летчика с различными системами и агрегатами — выпуск шасси, перевод РУДа на «малый газ», выключение двигателя или включение генератора. Например, могут регистрироваться: звуковой сигнал о разгерметизации кабины в воздухе, о наличии в кабине посторонних лиц, а также звуковые эффекты при возникновении сильной тряски, разрушении конструкции (агрегатов) в воздухе. Эта информация представляет интерес для оценки не только характера аварийной ситуации, но и действий экипажа при ее возникновении.

Информативность физиолого-акустических исследований повышается при сочетанном применении данных визуальных и других систем объективного контроля в полете.

Психофизиологический анализ данных расшифровки записей бортовых регистраторов может быть использован для суждения о неблагоприятном влиянии на летчика факторов (например, перегрузок), а также для оценки его состояния и работоспособности как до возникновения аварийной обстановки, так и после нее.

Методы моделирования элементов летной деятельности, а также условий и обстоятельств авиационных событий (как на тренажере, так и в полете) дают возможность воспроизвести в ряде случаев события, имевшие место в данной или аналогичных ситуациях, и вскрыть общие психофизиологические закономерности или индивидуальные отклонения действий летчика.

Приведенные выше медицинские методы различны по характеру, используемому первичному материалу, техническим приемам, информативности и решаемым задачам. Они дополняют друг друга, и их комплексное применение позволяет более достоверно решать медицинские вопросы расследования авиационных событий.

Анализ материалов и составление заключения. На основании изучения медицинской документации, медицинского обследования летчика (результатов судебно-медицинского исследования или патологоанатомического вскрытия), а также данных дополнительных специальных исследований делается заключение о состоянии здоровья летчика и его работоспособности в полете, закончившемся АП.

По результатам изучения работы средств жизнеобеспечения, состояния здоровья, режима труда и отдыха летчика, данных объективного контроля за выполнением полета и специальных исследований следует выявить все факторы, которые могли способствовать снижению функциональных возможностей организма и нарушению работоспособности летчика. Ими могут быть:

- отклонение в состоянии здоровья;
- нарушение режима труда, отдыха и питания (чрезмерная летная или служебная нагрузка, недостаточный предполетный отдых, погрешности в питании, в том числе употребление алкоголя);

– социально-психологические факторы, приводящие к длительному и выраженному нервному перенапряжению;

– неблагоприятное воздействие факторов полета и аварийной обстановки (перегрузок, перепадов атмосферного давления, недостатка кислорода, вредных примесей в воздухе кабины или кислороде, высоких или низких температур, дыма, пламени и т. п.), а также травмирование летчика в полете.

При этом определяется не только наличие того или иного фактора, но и оценивается степень его фактического влияния на работоспособность летчика.

Отклонение в состоянии здоровья летчика или воздействие психофизиологических факторов может быть причиной АП только в том случае, если оно привело к нарушению (потере) работоспособности летчика в полете, которое повлекло за собой возникновение аварийной ситуации, закончившейся неблагоприятным исходом. Во всех остальных случаях прямая причинная связь отсутствует.

В тех случаях, когда отклонения в состоянии здоровья летчика привели к пониженной переносимости условий аварийной обстановки, то эти особенности здоровья могут рассматриваться как фактор, способствовавший неблагоприятному исходу АП.

Работа заканчивается выработкой профилактических мероприятий, имеющих отношение к компетенции медицинской службы. Эффективность этих мероприятий во многом определяется тем, насколько объективно и полно удалось выявить конкретные причины данного происшествия, а также все другие недостатки и факторы, способствовавшие их проявлению.

Порядок расследования авиационных инцидентов. Авиационные инциденты подлежат расследованию, основанному на тех же принципах и с той же целью, что и расследование АП. Решение об отнесении того или иного события к инциденту принимается командиром авиационной части применительно к специальному перечню. Срок расследования инцидента не должен превышать 5 суток. Отдельные инциденты учитываются в авиационной части в специальном журнале и, кроме того, каждым начальником службы. Анализ инцидентов проводится ежемесячно, что является основой для разработки профилактических мероприятий.

Инцидентами с ВС, подлежащими медицинскому изучению, следует считать все случаи ухудшения состояния здоровья, потери или снижения работоспособности летчика (члена экипажа) в полете, которые привели к угрозе безопасности полета и вынудили экипаж совершить не предусмотренные полетным заданием действия в целях предотвращения АП.

Инцидентами (которые изучает медицинская служба) считаются:

- потеря экипажем пространственной ориентировки;
- события, повлекшие травмирование, ранения членов экипажа или пассажиров, вылет экипажа без предполетного медицинского контроля;
- выполнение полета экипажем в болезненном состоянии;
- выполнение полета без защитного снаряжения, соответствующего условиям полета;
- превышение экипажем норм налета в летную смену, нарушение режима труда и норм отдыха перед полетами;

– открытие, разрушение, срыв фонаря кабины.

Недостатками медицинского обеспечения полетов, которые могут привести к возникновению инцидентов и подлежат медицинскому изучению, являются:

– низкое качество и несвоевременность проведения медицинских осмотров и врачебно-летной экспертизы;

– низкое качество и несвоевременность проведения лечебно-профилактических мероприятий летному составу;

– недостаточная профессиональная компетентность специалистов медицинской службы.

Наиболее опасными нарушениями в медицинском обеспечении полетов следует считать некачественный предполетный медицинский контроль за летным составом, допуск к полетам лиц с начальными или выраженными признаками заболеваний.

Опасными недостатками в работе специалистов медицинской службы являются: несоблюдение сроков плановых обследований и периодических медицинских осмотров летного состава, особенно лиц, имеющих рекомендации по заключению ВЛК; допуск к полетам летчиков, не пользовавшихся очередным отпуском более 12 месяцев и не направлявшихся на профилактический отдых.

Случаи потери или снижения работоспособности летчика (члена экипажа) в полете по другим причинам также подлежат учету и специальному анализу, однако не квалифицируются как инцидент из-за недостатков в медицинском обеспечении.

Источниками информации, используемыми медицинской службой для выявления инцидентов, являются данные средств объективного контроля полетов, результаты межполетных и послеполетных медицинских осмотров, результаты наблюдений инструкторов и других членов экипажа на многоместных самолетах, записи радиопереговоров между членами экипажа, между экипажем и лицами группы руководства и управления полетами, данные, получаемые на разборах полетов и из бесед с летным составом.

Медицинский анализ причин инцидентов с ВС преследует две основные цели:

1. Выяснение конкретной причины снижения работоспособности летчика (члена экипажа) в полете, разработка мероприятий по предупреждению подобных случаев у летного состава и проведение индивидуальной профилактической работы с летчиком.

2. Выявление недостатков медицинского обеспечения полетов, не позволивших своевременно предотвратить возникновение инцидента, и осуществление мероприятий по их устранению.

Инциденты с ВС, связанные с недостатками в медицинском обеспечении, оформляются в виде карточки установленного образца, направляемой по линии командования. Начальник медицинской службы авиационной части принимает участие в составлении карточки и подписывается.

Кроме того, данные об инцидентах с ВС, изученных медицинской службой, представляются по линии медицинской отчетности ежеквартально по специальной форме. При составлении донесений каждый изученный инцидент необходимо описать.

Если в связи с данным инцидентом летный состав направлялся на стационарное обследование или лечение, и к сроку представления квартального донесения обследование или лечение не закончено, то окончательные результаты проведенных мероприятий должны представляться в сведениях за последующий квартал.

27.4. ОСНОВНЫЕ ПУТИ МЕДИЦИНСКОГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ И ИХ ПРЕДПОСЫЛОК

Профилактические мероприятия должны разрабатываться по каждой предпосылке к АП. Наряду с этим целесообразно периодически обобщать материалы по случаям, выявленным за определенный период, и выяснять следующее:

- как часто повторяются одни и те же предпосылки;
- наблюдаются ли одинаковые условия при возникновении тождественных по характеру предпосылок;
- кто из летчиков допускает предпосылки (однотипные или разные по характеру);
- какие предпосылки приводили к возникновению аварийной обстановки и почему последнюю не удалось предупредить;
- какие недостатки в работе медицинской или другой службы способствовали возникновению выявленных предпосылок.

Итогом этой большой и кропотливой работы должна быть разработка мероприятий по предупреждению и устранению изученных предпосылок. Такими мероприятиями являются:

- устранение выявленных недостатков в медицинском обеспечении полетов, в организации режима труда, отдыха и питания летного состава;
- проведение лекций и бесед с летным составом по медицинским вопросам с анализом изученных предпосылок;
- представление командованию рекомендаций по организации индивидуального подхода при обучении отдельных летчиков;
- разработка совместно с летчиками-методистами индивидуальных планов наземной тренировки отдельных летчиков;
- разработка с начальником физподготовки индивидуальных планов тренировок, направленных на устранение у летчиков качеств, отрицательно влияющих на их деятельность в полете;
- доклады вышестоящим начальникам рекомендаций по предупреждению предпосылок к АП, реализация которых выходит за пределы возможностей командования и врачей частей и соединений.

Эффективность принятых мер по борьбе с предпосылками может выражаться в неповторении однотипных случаев либо в своевременном выявлении и устранении таких предпосылок, о наличии которых ранее становилось известно только во время полета или после его окончания.

Авиационный врач должен строить свою работу таким образом, чтобы она, входя в общую систему мероприятий командования, содействовала обеспечению безопасности полетов. Мероприятия «до АП» — это повседневная работа авиационного врача по обеспечению безопасности полетов. Он должен знать состоя-

ние здоровья летчиков, своевременно выявлять первые признаки начинающейся болезни. В плане обеспечения безопасности полетов важное место занимает допуск летного состава к полетам после перенесенных заболеваний. Имеющиеся указания по врачебной экспертизе летного состава при временной нетрудоспособности определяют место лечения, объем исследований, сроки восстановления летной работоспособности и допуска к полетам.

Разумеется, эти требования не могут исчерпать всего многообразия клинических форм заболеваний и возможных решений, но творческий подход с учетом личного опыта и знаний позволяет врачу исключить случаи преждевременного допуска летного состава к полетам после болезни.

Большое значение для профилактики АП имеет изучение врачом летной нагрузки и выявление начальных форм переутомления у летчиков. При выраженных степенях переутомления следует ставить вопрос о предоставлении очередного отпуска с использованием его в организованных условиях или же о направлении в госпиталь для лечения. Необходимо следить за своевременным использованием летным составом очередных отпусков (не допускать перерывов более одного года) и организацией кратковременного отдыха в профилактории.

Повышенные эмоциональные реакции на неблагоприятную служебную или бытовую ситуацию всегда должны быть предметом особого изучения. Допуск к полетам после конфликтной ситуации должен осуществляться при восстановлении у летчика обычного состояния и настроения.

Если переживания летчика приобретают стойкий характер, появляются элементы повышенной раздражительности, ухудшение сна и т. п., то эти состояния следует расценивать как невроз, подлежащий госпитальному лечению.

Планирование летной нагрузки, особенно молодым летчикам, должно проводиться с учетом индивидуально-психологических особенностей, состояния здоровья, уровня летной подготовки и результатов специальных тренировок. Особое внимание надо обращать на эти обстоятельства после перерывов в летной работе (болезнь, очередной отпуск, командировки, не связанные с полетами, и т. п.).

Недостаточное развитие необходимых для летной деятельности качеств личности и наличие отрицательных качеств часто могут явиться причиной ошибочных действий в полете и приводить к АП. Врач должен знать индивидуальные особенности всех летчиков своей части. Эта важная и ответственная работа требует глубоких знаний психологии и педагогики и должна проводиться в тесном контакте с командованием, представителями политических органов, начальником физподготовки и начальником парашютно-десантной службы. Только такое комплексное изучение личности летчика позволит наметить в случае необходимости конкретные педагогические и психологические мероприятия. В отдельных случаях целесообразно проводить экспериментальное изучение по специальным методикам в условиях центра (лаборатории) авиационной медицины или госпиталя.

Разумеется, весьма важной частью работы врача является контроль за режимом отдыха и питания летного состава, контроль за специальными тренировками, состоянием и использованием специального летного снаряжения и качеством медицинского кислорода.

После каждого АП устанавливаются его причины и разрабатываются профилактические мероприятия, которые должны полностью исключить возможность повторения аналогичных случаев в будущем.

Причины АП могут быть случайными, не имеющими тенденции к повторению. Тогда профилактическая работа сводится к подробному их анализу и скорейшему устранению выявленных недостатков, приведших к данному происшествию. Если же причины указывают на опасность повторения подобных случаев, то необходимо оперативное развертывание широких профилактических мероприятий (организационных, медицинских, педагогических). Эффективность этой работы во многом будет зависеть от широкой информации летного и медицинского состава о выявленных причинах и мерах борьбы с ними.

Особое внимание следует уделять тем АП и предпосылкам к ним, которые связаны с недостатками в конструировании рабочего места, приборного оборудования и специального снаряжения летчика. Обобщение и разработка этого материала авиационными врачами помогут командованию в обеспечении безопасности полетов и могут быть использованы при конструировании новых типов самолетов и спецснаряжения.

Важным направлением в профилактике АП является участие врача в работе авиационных тренажеров. Также одним из важнейших направлений в профилактике АП является работа с членами семьи летчика.

Изучение каждого конкретного случая АП так же, как и изучение всей проблемы безопасности в целом, требует тесного содружества авиационных врачей, летчиков и инженеров. Участию авиационных врачей в этой большой и ответственной работе придается особое значение, так как за последние 60 лет относительная доля АП по причине личного фактора составляет до 90 %.

ГЛАВА 28. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ. ОКАЗАНИЕ НЕОТЛОЖНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ В АВИАЦИОННЫХ СОБЫТИЯХ

Поисковое и аварийно-спасательное обеспечение полетов ВС осуществляется в целях своевременного поиска, оказания помощи пассажирам и экипажам ВС, терпящих или потерпевших бедствие, их выживания и эвакуации.

Поиск и спасание пассажиров и экипажей ВС, терпящих или потерпевших бедствие, являются безвозмездными. ВС, терпящему или потерпевшему бедствие, оказывается помощь независимо от его государственной принадлежности и обстоятельств авиационного события.

Координацию, организацию и проведение поисковых и аварийно-спасательных работ осуществляет государственная авиационная поисково-спасательная организация.

Местные исполнительные и распорядительные органы в пределах их компетенции, организации и граждане, на земельном участке которых ВС потерпело бедствие, обязаны до прибытия представителей государственной авиационной поисково-спасательной организации принять неотложные меры по спасанию граждан, оказанию им медицинской и иной помощи, охране ВС и находящихся

на его борту документации, оборудования и имущества, а также по сохранению состояния места авиационного события.

Поиск и спасание пассажиров и экипажа ВС, терпящего или потерпевшего бедствие на территории Республики Беларусь и за ее пределами, осуществляются в соответствии с актами законодательства, международными договорами Республики Беларусь. Координацию этих действий со службами поиска и спасания иностранных государств осуществляет государственная авиационная поисково-спасательная организация.

ВС должно быть оснащено бортовыми аварийно-спасательными средствами, перечень которых в зависимости от типа ВС и района полета определяется специально уполномоченным органом в области ГА и специально уполномоченным органом в области обороны.

Члены экипажа ВС обязаны пройти специальное обучение по программе аварийно-спасательной подготовки и оказанию помощи пассажирам при возникновении на борту ВС авиационного события в различных физико-географических и климатических условиях, а пассажиры должны быть проинструктированы экипажем ВС о действиях в таких ситуациях и правилах пользования бортовыми аварийно-спасательными средствами.

Поисково-спасательное обеспечение полетов включает в себя комплекс мероприятий, осуществляемых в целях своевременного поиска, оказания помощи пассажирам и членам экипажа, терпящим бедствие, и их эвакуацию. Эти мероприятия охватывают организацию дежурства поисково-спасательных сил и средств, приема и передачи сигналов бедствия, осуществление поисково-спасательных работ (ПСР), оказание медицинской помощи пострадавшим, обеспечение экипажей групповыми и индивидуальными аварийно-спасательными средствами, специальную подготовку летного состава и членов аварийно-спасательных команд, проведение аварийно-спасательных работ (АСР).

Успешное решение задач по оказанию медицинской помощи пострадавшим при АП достигается четкой организацией управления медицинскими силами и средствами, участвующими в ПСР и АСР; специальной подготовкой медицинского персонала по оказанию помощи пострадавшим и методам их эвакуации; обеспечением высокой степени готовности медицинских сил и средств, привлекаемых к ПСР и АСР, к оказанию медицинской помощи на месте АП; своевременной эвакуацией пострадавших в лечебные учреждения. Медицинское обеспечение ПСР и АСР осуществляется силами и средствами медицинского расчета аварийно-спасательной команды, а также медицинскими учреждениями территориальных органов здравоохранения, занятыми проведением ПСР и АСР.

Система космической информации КОСПАС-КОРСАР функционирует с 1986 г. Эта международная спасательная система включает в себя спутники Земли, аварийные радиостанции на ВС и наземные терминалы — приемные радиоцентры. ВС, терпящее бедствие, передает сигнал «SOS» на частоте 121,1 МГц. Этот сигнал принимает спутник-ретранслятор и передает его на терминал. Местонахождение терпящего бедствие ВС определяется на терминале и информация о сигнале «SOS» передается в региональную СПАСО. Кроме того, спутники

системы КОСПАС-КОРСАР принимают и передают на терминал сигналы «SOS» от радиобуев воздушных и морских судов на частоте 406 МГц.

Аварийно-спасательная команда (АСК) аэропорта формируется из работающей смены работников авиационно-технической базы, МСЧ, вооруженной охраны и других служб аэропорта. Задачами АСК являются: спасение пассажиров и членов экипажа при АП, оказание медицинской помощи, ликвидация пожара. В состав АСК входит медицинский расчет. В каждом аэропорту разрабатывается инструкция по проведению АСР, имеющая два приложения: схема оповещения членов АСК (на день и ночь) и план территории аэродрома. По данным ИКАО, 80 % АП происходит в радиусе 9 км от аэродрома.

Медицинский расчет АСК формируется из медицинских работников МСЧ (амбулатории, здравпункта). Он выполняет свои задачи самостоятельно и во взаимодействии с медицинскими учреждениями других ведомств (согласно разработанной инструкции). При малой мощности медицинского учреждения предприятия ГА в состав медицинского расчета включаются санитарные дружины из формирований гражданской обороны предприятия ГА. В том случае, когда АП произошло за пределами аэропорта, медицинский расчет входит в состав поисково-спасательной группы. Медицинский расчет оснащен санитарным автомобилем, автоприцепом-фургоном, аварийными чемоданами-укладками и комплектом транспортных шин.

В зависимости от обстановки на аэродроме может быть подан сигнал «Тревога» (АП уже произошло или до посадки терпящего бедствие ВС осталось менее 30 мин) или «Готовность» (до ожидаемой посадки имеется более 30 мин). Приняв сигнал «Тревога», медицинский расчет должен прибыть к месту происшествия не позднее, чем через 6 мин.

На месте АП медицинский расчет АСК оказывает первую медицинскую помощь пострадавшим, производит эвакуационно-транспортную сортировку и подготавливает пострадавших к эвакуации, а при ее задержке принимает меры к защите пострадавших от неблагоприятных воздействий внешней среды, используя имеющиеся в распоряжении средства (палатки, одеяла, брезент).

Помощь пострадавшим на месте АП должна обеспечить предотвращение непосредственной угрозы смерти в результате полученных повреждений, их опасных последствий и подготовку пострадавших к эвакуации для оказания квалифицированной врачебной помощи. Следует ожидать, что около 50 % пострадавших будут иметь тяжелые повреждения, до 10 % будут находиться в состоянии шока. В связи с полученными повреждениями до 40 % пострадавших будут нуждаться в наложении повязок на раны, до 35 % — в транспортной иммобилизации конечностей при переломах, до 50 % — во введении обезболивающих средств. Эвакуация на носилках может потребоваться до 60 % пострадавших, эвакуация на щитах — до 20 %. В рамках первой медицинской помощи проводятся элементарные реанимационные мероприятия: закрытый массаж сердца и искусственная вентиляция легких способами «рот в рот», «рот в нос» либо с использованием портативных аппаратов для искусственной вентиляции легких. При загорании ВС следует помнить о возможности отравления пострадавших продуктами горения полимеров, что требует введения антидотов.

Правовые основы сортировки пострадавших. В 1994 г. 46-я Ассамблея Всемирной медицинской ассоциации (ВМА) констатировала несоответствие между возможностями медицины и потребностями пострадавших при АП. ВМА рекомендует максимально использовать ресурсы медицинских работников, проводить сортировку пострадавших на основании диагноза. Немедленную помощь следует оказывать максимальному числу лиц и только тем, кого можно спасти. ВМА рекомендует врачу проявить сострадание к «безнадежным» пациентам, пометить их отдельно, назначить болеутоляющие и седативные средства. При сортировке основными критериями являются тяжесть состояния пострадавшего, максимальная психологическая помощь пострадавшим и родственникам, уважение к традиционным обрядам и религиозным убеждениям, соблюдение конфиденциальности в отношении пациентов.

Эвакуации в первую очередь подлежат лица, находящиеся в бессознательном состоянии, в состоянии шока (обширные множественные повреждение, обширные ожоги), с признаками внутреннего кровотечения, а также с наружным кровотечением, остановленным наложением жгута.

В целях более детального обследования на предмет выявления скрытых повреждений следует на 1–2 дня госпитализировать в хирургическое отделение наряду с остальными пострадавшими также лиц с поверхностными повреждениями и без признаков телесных повреждений.

С медицинским расчетом АСК проводятся регулярные теоретические занятия.

ГЛАВА 29. СОДЕРЖАНИЕ И УСЛОВИЯ ТРУДА СПЕЦИАЛИСТОВ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА, МЕДИЦИНСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ИХ ЗДОРОВЬЯ

29.1. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА

Безопасность полетов и их эффективность во многом определяются деятельностью инженерно-технического состава (ИТС). Труд ИТС связан с процессами принятия решений на допуск авиационной техники к полетам и требует, кроме четкого выполнения требований нормативных документов по инженерно-техническому обслуживанию и подготовке ВС к полетам, умения прогнозировать надежность работы бортовых систем самолета в воздухе. Такой труд, как известно, связан с высоким нервно-психическим напряжением, а его эффективность в значительной степени зависит от функционального состояния (работоспособности) человека.

С ошибками в работе специалистов ИТС, приводящими к отказам систем авиационной техники при производстве полетов (до 30 % всех предпосылок к АП), лежат причины, относящиеся к личному (39 %) и человеческому факторам (61 %). К личному фактору относятся причины, связанные с недостаточным развитием профессионально-значимых качеств специалистов и уровнем их подготовленности, ухудшением функционального состояния во время работы. К человеческому фактору относятся причины, связанные со средствами, условиями и организацией деятельности.

Характерной особенностью профессиональной деятельности ИТС, обслуживающего авиационную технику, является выполнение большого количества трудоемких и ответственных операций, требующих значительных физических усилий и сопровождающихся выраженным нервно-психическим напряжением. Последнее обусловлено высокой личной ответственностью за надежность авиационной техники и ее своевременную подготовку к полету.

Профессию специалистов ИТС относят к специальности информационно-управленческого типа, включающей компоненты инженерно-технической, воинской, правовой и общественной деятельности, протекающей под влиянием ряда неблагоприятных факторов, связанных с эксплуатацией авиационной техники и других воздействий внешней среды.

29.2. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ ИТС

Специалисты инженерно-авиационной службы, выполняющие свои функциональные обязанности в условиях аэродрома, подвергаются влиянию ряда неблагоприятных для организма человека факторов, связанных с эксплуатацией самолетов и технических средств обеспечения полетов.

На качество работы и функциональное состояние инженерно-технического состава влияют климатические и метеорологические условия труда, шум и вибрация, СВЧ-излучения, продукты термического разложения авиационного топлива и масел. Наибольшее неблагоприятное влияние на специалистов ИТС оказывает авиационный шум от мощных двигательных установок ЛА. Воздействие шума в течение летной смены в большинстве случаев приводит к повышению порогов слуха, снижение которых до нормы происходит через 24–36 ч.

Для уменьшения неблагоприятного воздействия авиационного шума на организм специалистов ИТС должны применяться индивидуальные средства защиты в виде летнего и зимнего шумозащитных шлемов.

Среди других факторов, отрицательно влияющих на здоровье ИТС, следует отметить электромагнитные излучения (ЭМИ), исходящие из наземных (стационарных, подвижных) и бортовых (самолетных) радиолокационных средств (РЛС). В то же время на стоянках ЛА плотность потока энергии от наземных РЛС не превышает 60 мкВт/см^2 , что позволяет работать в течение всей летной смены без ограничения.

Возможность неблагоприятного воздействия ЭМИ на ИТС может иметь место при работе с бортовыми РЛС только при нарушении правил техники безопасности. Современные бортовые РЛС способны создавать плотности потока энергии в основном луче в 1 м от 500 до 5700 мкВт/см^2 , а в 0,5 м — 8000 мкВт/см^2 .

Отмечается также снижение уровня освещенности рабочих мест ИТС при обеспечении ночных полетов (на самолетных стоянках уровень освещенности в 2,5 раза ниже допустимых нормативных значений, на стоянках спецавтотранспорта — в 3 раза, а в капонирах — в 2 раза). По данным анкетного опроса было установлено, что около 35 % всех работ по обслуживанию авиационной техники приходится на темное время суток. При этом 70 % лиц ИТС отмечают наличие

постоянных визуальных затруднений. Кроме того, встречаются случаи ослепления светом фар спецавтотранспорта, рулящих самолетов.

С целью компенсации низкой освещенности рабочих мест, лица ИТС должны обеспечиваться дополнительными индивидуальными источниками света (фонарики, переноски).

В связи с необходимостью выполнения своих профессиональных задач инженерами и техниками под открытым небом, независимо от времени года, важным мероприятием является их защита от неблагоприятного влияния климато-географических факторов в районе расположения аэродрома. С этой целью используются специально разработанные комплекты зимней и летней одежды (меховые куртки, демисезонные и летние костюмы, специальная обувь).

Важной особенностью профессиональной деятельности лиц ИТС является увеличение продолжительности рабочего дня при обслуживании авиационной техники в дни полетов до 15 часов, с учетом времени переезда на аэродром и обратно.

Выполнение частями ВВС более половины всех полетов в ранние утренние часы, вечером и ночью приводит к развитию у лиц ИТС явлений десинхроноза, поскольку нормальный ночной отдых вынужденно сокращается из-за необходимости их доставки на аэродром для подготовки к полетам самолетов за 3–3,5 часа до прибытия летного состава. Отъезд также осуществляется позже на 2 часа в связи с необходимостью проведения послеполетного осмотра авиационной техники. Иногда, при выполнении смешанных (день-ночь) полетов, ночной сон инженеров и техников сокращается до 5 часов.

Негативными факторами труда ИТС также является неравномерность рабочей нагрузки: чередование относительно спокойных и очень напряженных периодов.

Указанные психофизиологические и гигиенические условия деятельности лиц ИТС приводят к развитию у них утомления. Начальные признаки утомления у инженеров и техников появляются уже через 7–8 ч работы, через 11–12 часов у них заметно снижаются резервные возможности организма и развивается выраженное утомление.

Восстановление психофизиологических функций после окончания полетов происходит через 12–13 часов, а функций слухового анализатора — через 24–36 ч.

Характер и условия профессиональной деятельности ИТС, обеспечивающего подготовку самолетов к полетам, сказываются и на общей структуре заболеваемости. Так, уровень общей заболеваемости этих специалистов в 1,5 раза выше, чем у офицеров тыла, штаба, ТЭЧ, трудовая деятельность которых проходит в закрытых помещениях, в которых они не подвергаются воздействию холода, шума и паров горюче-смазочных материалов.

Ведущее место в структуре заболеваемости ИТС занимают простудные заболевания, 63 % из них составляют острые респираторные заболевания, грипп и ангина. В возникновении этих заболеваний ведущую роль играет охлаждающий фактор. Его влияние усугубляется необходимостью выполнения ремонтных работ в вынужденной, неудобной позе, требующей больших физических усилий, что способствует возникновению таких заболеваний как радикулит и миозит (14 %).

Существенное значение в структуре заболеваемости инженеров и техников имеют болезни кожи и подкожной клетчатки, представленные в большинстве

случаев гнойничковыми заболеваниями. Их развитию способствуют микротравмы, попадание на открытые участки кожи технических жидкостей, а также ветер и перепады температуры окружающего воздуха.

Основными мероприятиями по охране здоровья специалистов ИТС следует считать улучшение организации их труда, соблюдение режимов отдыха, использование имеющегося на снабжении обмундирования и защитного снаряжения. Рекомендовано проведение комплексов функциональной реабилитации (сауна, электротранквилизация ЦНС, контрастные температурные воздействия, массаж и др.).

29.3. МЕДИЦИНСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ ЛИЦ ИТС

В целях предупреждения развития профессиональных заболеваний у лиц ИТС за их состоянием здоровья устанавливается медицинский контроль, представляющий собой систему профилактических, диагностических и лечебно-оздоровительных мероприятий, направленных на предупреждение неблагоприятного влияния факторов и условий труда, активное и раннее выявление заболеваний, восстановление и укрепление здоровья, поддержание работоспособности. Он включает в себя три наиболее важные составляющие: углубленное медицинское обследование (УМО), диспансерное динамическое наблюдение (ДДН), лечебно-профилактические мероприятия.

Мероприятия по подготовке и проведению УМО включаются в план основных мероприятий воинской части на год по представлению начальника медицинской службы части. Сроки и место их проведения предварительно согласуются с командованием и другими должностными лицами воинской части, начальником медицинской службы гарнизона.

ГЛАВА 30. ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ СТРЕСС У АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

30.1. АВИАЦИОННЫЙ СТРЕСС

Понятие и концепцию стресса разработал Г. Селье, открывший феномен стереотипной неспецифической реакции организма — общий адаптационный синдром — на самые различные воздействия. Им выделено три стадии развития стресса: стадия мобилизационных возможностей, стадия резистентности, стадия истощение «адаптационной энергии».

Условно стресс подразделяется на физиологический и психоэмоциональный (психологический). Под психоэмоциональным стрессом стали понимать разнообразные изменения поведения, работоспособности, психического состояния, возникающие в ответ на разного рода экстремальные воздействия и сопровождающиеся неспецифическими изменениями вегетативных, биохимических и других коррелятов стресса. Физиологический стресс возникает в ответ на повреждение целостности организма, проникновение патогенных микроорганизмов и токсинов, воздействия, изменяющие биологическую среду обитания: микроклимат, шум, вибрацию, лишение сна, радиацию, гипоксию, невесомость, перегрузки и т. д. Он характеризуется нарушением гомеостаза и вызывается непосредствен-

ным действием неблагоприятного стимула на организм. Восстановление гомеостатической устойчивости осуществляется висцеральными и нейрогуморальными механизмами, которые обуславливают стереотипный характер реакций при физиологическом стрессе. Психоэмоциональный стресс — это состояние психического напряжения, возникающее у человека при деятельности в трудных условиях (как в повседневной жизни, так и в специфических обстоятельствах). Стресс может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на деятельность, вплоть до ее полной дезорганизации. В отличие от физиологического стресса, при котором ответные реакции являются высокостереотипными, при психоэмоциональном стрессе они чрезвычайно вариабельны, индивидуальны и далеко не всегда могут быть предсказаны. К основным факторам, от которых зависит уровень психоэмоционального стресса, относятся: индивидуальные психофизиологические характеристики субъекта, типологические особенности высшей нервной деятельности, баланс вегетативных нервных процессов, особенности гормональной продукции и др. Многие из этих параметров являются врожденными.

Одной из главных профессиональных особенностей летного труда является наличие профессионального (авиационного стресса). С одной стороны, он нужен для своевременной, точнее, заблаговременной мобилизации всех возможностей и резервов организма как необходимого условия успешного осуществления столь сложной и ответственной деятельности, обеспечения ее надежности и максимально возможной безопасности. Достаточно сказать, что уже на взлете пульс летчика достигает 120–130 уд./мин при весьма небольших физических усилиях. В этом проявляется безусловная полезность психоэмоционального стресса у пилотов, его биологическая целесообразность, отражающая эволюционно возникшую потребность данного феномена. С другой стороны, именно влиянием психоэмоционального стресса во многом обусловлено преждевременное старение организма, все более нарастающее снижение среднего возраста дисквалификации летного состава по состоянию здоровья. Он приближается уже к 37–38 годам, т. е. к возрасту, когда в большинстве профессий наступает самый расцвет творческих сил и возможностей. При этом подготовка летчика требует громадных затрат.

Развитию авиационного стресса способствуют: отрыв от земли и перемещение в трехмерном пространстве, огромные скорости, новые механизмы пространственной ориентировки, чрезвычайно высокий темп действий в полете, воздействие неблагоприятных факторов (колебания гравитации и атмосферного давления, шум, вибрация и т. д.), высокая ответственность летчика за свои действия и др.

Отличительная особенность поведения в состоянии психоэмоционального стресса состоит в его негибкости. В то же время стереотипные, шаблонные действия протекают в этом состоянии быстрее, приобретая тенденцию к автоматизму. Часто в стрессовых ситуациях нарушается правильная оценка временных интервалов и адекватности рабочих действий выполняемой задаче. В ситуациях невысокого стрессового напряжения может наступать адаптация, приводящая к восстановлению качества деятельности. В случае повторения сильных стрессо-

вых воздействий, наоборот, может наступить обострение эмоционального реагирования, связанного с механизмом ожидания.

В экстремальной ситуации могут быть не только «молниеносные» и единственно правильные действия, но и поспешные и заторможенные неадекватные реакции, вплоть до полного отказа от действий в течение более или менее продолжительного периода.

Ошибки в выполнении рабочих движений могут провоцироваться неудачным конструктивным решением рабочего места, например, близким расположением и одинаковым внешним видом переключателей разного назначения. Отрицательное влияние стресса сказывается не только на движениях, чаще оно влияет на процессы восприятия и мышления, формирующие информационное обеспечение деятельности. В частности, импульсивные действия являются не чисто двигательной ошибкой, а, прежде всего, результатом необдуманного решения. Полный отказ от действий, замедленные и ошибочные действия, как правило, возникают в связи с нарушением высших психических функций, и, прежде всего, связанных с процессами приема, переработки информации и принятия решения. Распространенными нарушениями восприятия при стрессе являются дефекты обнаружения адресованных летчику сигналов. Причем характерно, что могут быть не замечены сигналы, возникающие в удобном для обозрения месте, на котором фактически фиксируется взгляд. В летной практике нередки случаи, когда летчик при аварийной посадке не замечает сигнализации о невыпуске шасси, хотя после просмотра докладывает об их выпуске. Зарегистрированы случаи, когда в аварийной обстановке летчик докладывает об исчезновении прибора с приборной доски: летчик неоднократно, но тщетно осматривает кабину и не находит нужного прибора в хорошо знакомом месте приборной доски. Очевидно, что причину подобных нарушений восприятия при стрессе нельзя отнести за счет нарушения функции зрения; процесс приема информации нарушен вследствие значительного сужения объема внимания. Как правило, при стрессе внимание концентрируется на ограниченном круге объектов и действий. В экспериментальных условиях при отказе автоматического управления в воздухе часто имели место типичные ошибочные действия летчика: управление по двум директорным индексам отказавшего индикатора и игнорирование совокупности информации от всех остальных пилотажных приборов. В результате повышенной сосредоточенности внимания на двух индексах показания важнейших индикаторов не воспринимались. Нарушение приема информации может обуславливаться не только повышенной концентрацией внимания на одних сигналах в ущерб другим. Оно может быть следствием неправильной установки летчика на восприятие ожидаемой информации. Так, при экспериментальных, неожиданных для летчика отказах двигателя 8 летчиков из 12 (две трети) не использовали важный для принятия решения сигнал: они его не замечали, несмотря на удобное размещение сигнализатора, поскольку заранее предположили, что реального отказа двигателя быть не должно, а изменения режима полета вызваны имитацией. В этих же экспериментах был зарегистрирован случай, когда летчик в течение 60 секунд неправильно считывал показания приборов работы двигателя: он воспринимал их как нормальные, хотя показания изменились в течение первых че-

тырех секунд после введения отказа. И так, помимо невосприятия передаваемой информации, в стрессовых условиях возможно искаженное восприятие информации вследствие неправильной общей оценки обстановки. Как видно из приведенных примеров, при стрессе нарушается и восприятие, и мышление. Ошибки восприятия ожидаемого вместо реально поступившего сигнала являются результатом неправильного решения, создавшего ложную установку для восприятия. Таким образом, важнейшим средством ослабления влияния стресса является усовершенствование системы индикации, а именно: выдача полной и определенной информации в аварийных условиях; выдача командных сигналов при дефиците времени; исключение возможности поступления ложной или двусмысленной информации.

Влияние стресса на исполнительские функции:

1. Отказ от действий: двигательный ступор при сверхсильном раздражителе; невозможность принятия решения как результат нарушения функции мышления.
2. Импульсивные действия в результате нарушения функции мышления, выражающиеся в поспешности и необдуманности решений.
3. Запоздалые действия в результате нарушения процесса принятия решения.
4. Ошибочные действия при правильной оценке ситуации в результате напряженности и неудобства расположения рычагов управления.
5. Забывание о необходимости выполнить процедурные действия.

Влияние стресса на процессы приема и переработки информации:

1. Переход от количественного чтения к качественному.
2. Невосприятие полезного сигнала в результате повышенной концентрации внимания на других объектах.
3. Искажение восприятия полезного сигнала: восприятие ожидаемого вместо реально существующего сигнала при неправильной оценке ситуации; неправильная оценка воспринятого вследствие двусмысленности индикации.

30.2. ПРИЧИНЫ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА У КУРСАНТОВ АВИАЦИОННЫХ УЧИЛИЩ

К числу дополнительных факторов эмоциональных переживаний у курсантов авиационных факультетов (училищ) относятся, в частности, новизна предъявляемых требований и специфические тревоги и страхи. Известно, что одной из основных причин отрицательных эмоций является изменение привычных стереотипов, так как перестройка жизненного уклада требует большого расхода адаптационной энергии. Исследования показали, что продолжительность периода адаптации составляет в среднем 2–3 семестра, растягиваясь у слабых курсантов до 5–6 семестров. Наиболее сильно стрессогенный фактор сказывается, когда приступают к учебным полетам. Кроме новизны, сложности выполнения полетного задания, накладываются различного рода опасения и страхи. К ним относятся, например, боязнь быть отчисленным по летной неупеваемости. Так обладавший выдающимися летными способностями прославленный ас И. Н. Кожедуб писал в своих воспоминаниях, что после первого вывозного полета он сделал вывод: «Хорошо пилотировать самолет я никогда не научусь». Тревожные опасения подобного рода в разной степени существуют у каждого, пока не начнутся само-

стоятельные полеты. К специфическим страхам курсантов относятся чрезмерные опасения вестибулярной неустойчивости, страх высоты.

Бывший руководитель авиационной медицины США Г. Армстронг сказал: «Часть курсантов терпит неудачу из-за того, что они испытывают слишком большой страх в полете или подвержены воздушной болезни, что делает невозможным успешное завершение обучения. Обычно такие лица сами хотели бы прекратить занятия, но только немногие из них обладают достаточной прямоотой и открыто заявляют об этом; большая часть, побуждаемая самолюбием, начинает симулировать или увертываться всякими способами... Из числа курсантов, отстраненных от летного обучения по психологическим показаниям, многие не отдают себе отчета в том, что они в воздухе подвержены избыточным эмоциональным реакциям. Такие лица не осознают в воздухе никакого страха, но все же держатся напряженно, их поведение, по всей вероятности, объясняется врожденными качествами. Такие лица отличаются большой устойчивостью и не обнаруживают склонности к развитию неврозов; они просто неудачно выбрали себе профессию, которая требует менее выраженной инстинктивной боязни падения и высоты».

Определенное волнение, вызывающее нарушение сна, различные навязчивые мысли, тревоги и страхи возникают у курсантов накануне первого самостоятельного полета, отработки новых полетных заданий.

Профилактика тревог и страхов курсантов ложится главным образом на летчика-инструктора. Она во многом зависит от его педагогического мастерства, знания психологических закономерностей, способности установить душевный контакт, вызвать на откровенность, подойти индивидуально к каждому своему ученику. Очень важны здесь формирование и поддержание положительных эмоций, свойственных летному труду — радости полета, удовлетворения от хотя бы небольших успехов, гордости за столь престижную профессию, и компенсирующих отрицательное воздействие стресса.

Изучение вегетативных и биохимических коррелятов стресса у хорошо успевающих и наиболее слабых курсантов показало, что вначале эти показатели одинаковы, но к концу периода обучения появляются следующие различия. У хорошо успевающих курсантов психофизиологическое напряжение в полете выше, чем у слабых, а после полета оно быстро приходит к норме. У слабых курсантов в полете напряжение психофизиологических функций меньше, но восстановление их до нормы значительно растянуто. Это говорит о том, что организм сильных курсантов хорошо адаптировался к условиям летного труда: происходит адекватная мобилизация сил на период полета и быстрая разрядка напряжения после него. Реакция же слабых курсантов, особенно недостаточная мобилизация в полете, позволяет думать о значительном утомлении. Очевидно, более слабые курсанты нуждаются в этот период, с одной стороны, в стимулировании стартового возбуждения перед каждым полетом, с другой — в снижении нагрузки, большем отдыхе и, может быть, меньшем выполнении нарядов и других, не связанных непосредственно с полетами работ. На практике же естественное раздражение инструктора на ошибки курсантов иногда проявляется в наказании их подобными мерами, что с рассматриваемой точки зрения лишь

усугубляет положение. Среди более общих направлений этого плана можно выделить полезность воспитания чувства уверенности в себе, в своих силах и возможностях с самого начала обучения в училище каждым его работником: преподавателями, врачами, методистами, командирами, и особенно, конечно, в полетах. Весьма существенным профилактическим мероприятием является обучение курсантов методам психической саморегуляции.

30.3. ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ СТРЕСС В ЖИЗНИ ЛЕТЧИКОВ-ПРОФЕССИОНАЛОВ

К стрессогенным особенностям летного труда относится высокая социальная ответственность летчика за свои действия. Степень социальной ответственности значительно увеличивается при выполнении летно-тактических учений, наблюдении за результатами действий со стороны высшего командования, показательных полетах и т. п. Соответственно возрастает и уровень психоэмоционального стресса как во всем полете, так и главным образом на этапах боевого применения, когда он может перейти за критическую черту и повысить вероятность возникновения ошибок. Психологи отмечают, что степень психического напряжения, вызванная угрозой репутации человека, гораздо сильнее, чем напряжение, вызванное угрозой организму. Среди летного состава индивидуальное летное мастерство, личные летные качества являются самым главным, самым приоритетным свойством человека. Умелому летчику легко прощаются многие недостатки характера и неблагоприятные поступки. Качество пилотирования публично оценивается командованием после каждого дня полетов. Поэтому в авиации специфический, особо выраженный характер носит переживание возможности допустить ошибку. «Классический стресс, вызываемый страхом ошибки, является одним из основных факторов, мешающих пилоту в полете. В то же самое время физический риск представляет собой меньшую проблему для нормального, привыкшего к своей профессии пилота. Сегодня это принятая теория стресса у пилотов. Англичане отметили, что среди их военных летчиков даже в период войны страх совершить ошибку, быть отставленным или осмеянным играл большую роль и больше беспокоил их, чем физическая опасность», — отмечалось на одном из международных конгрессов по авиационной медицине.

Зарубежные авторы открыто пишут о страхе полетов, считая его довольно распространенной формой психических заболеваний. Подобный диагноз ставится летчику в тех случаях, когда переживаемое состояние тревоги не соответствует степени фактической или реальной опасности, когда это состояние носит безотчетный характер и не поддается волевому вмешательству. Высказываются три гипотезы этиопатогенеза страха полетов: теория истощения физиологического потенциала летчика под влиянием неблагоприятных факторов летной работы; теория конституционно-генетической неполноценности психологической структуры летчика, считающая, что летная нагрузка является как бы катализатором имеющейся (потенциальной) неполноценности; теория истощения психических ресурсов личности летчика с учетом важной роли наследственного предрасположения к воздействию психогенных или социальных стрессоров в жизни и ра-

боте летчика. Вероятно, в различной степени имеют место все три указанных механизма.

Реакции летчиков на опасность полета индивидуальные, часто опасность является скорее притягательным моментом. Отмечается также, что с возрастом летчики становятся более осторожными, хотя, как правило, в этом не сознаются.

30.4. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К СТРЕССУ

Неизбежное и необходимое для успешного выполнения полета напряжение функций организма, сопровождаемое большим расходом адаптационной энергии, вызывает потребность в специальном внимании к ее восстановлению. Одним из средств такого восстановления служит эмоциональная разрядка после полета. Эмоциональная разрядка обуславливается прежде всего самим завершением полета, вызывая чувство приятного облегчения после высокого напряжения, гордость за свои способности и умения, за успешное выполнение задания. Активное поддержание этих чувств всеми лицами, общающимися в этот момент с летчиком, создание общей атмосферы радостного настроения, внимание к его высказываниям о прошедшем полете, понимание и сопереживание его возбуждения, поздравление с успехом, с решением поставленной задачи, с хорошей посадкой служат действенными мерами уменьшения последствий полетного стресса. Если же полетное задание выполнено неудачно, поставленная цель не достигнута, возникает угнетенное, подавленное состояние. При этом напряжение психических и физиологических функций (избыток гормонов в крови, повышенное артериальное давление, учащенный пульс и т. д.), которые и без того в таком полете всегда больше, чем в благополучном, остается на длительное время. Разумеется, неудача летчика отражается, и подчас весьма существенно, на оценке всего коллектива и его командиров, что не может не сказаться на отношении к данному летчику. Любая неудача в полете, а тем более предпосылка к АП — это тяжелая нравственная травма, которую каждый летчик глубоко переживает. В этой ситуации он больше всего нуждается в поддержке, участии, снятии того душевного напряжения, которое вызвано как полетом, так и чувством своей вины перед коллективом и осознанием допущенных промахов. Чем быстрее и тактичнее будут оценены его действия, чем авторитетнее (по должности или летному мастерству) лицо, которое это сделает, тем меньше скажется неблагоприятное влияние психоэмоционального стресса на профессиональное здоровье летчика.

Адекватный условиям уровень стресса, как неоднократно подчеркивалось, в полете необходим, и многие факторы, его вызывающие, в этом смысле полезны. В то же время возможен переход стресса за критическую черту, на чрезмерно высокий уровень, влекущий за собой негативные последствия. Профилактические мероприятия в этом плане должны быть направлены на предотвращение в предполетный период чрезмерного волнения, создание атмосферы спокойствия, уверенности в способности и готовности летчика успешно выполнить ставящиеся перед ним задачи. И тем более недопустимо излишнее нагнетание обстановки, многократное подчеркивание важности и ответственности предстоящих полетов, особенно не непосредственными, хорошо известными летчику командирами, а прибывшими для контроля и проведения учений или показательных полетов лицами.

Нельзя считать правильным, когда разбор полетов сводится в основном к перечислению и анализу ошибок и недостатков, да еще с соответствующими комментариями по адресу допустивших неточные или неправильные действия летчиков.

С целью восстановления энергетического баланса, нормализации имевшегося в полете напряжения физиологических и психических функций после окончания летного дня рекомендуется просмотр легких приключенческих или комедийных кинофильмов, просмотр спортивных и развлекательных телевизионных передач. Для летного состава организация досуга, активного отдыха, культурно-массовых мероприятий, проведения выходных дней не просто восстановление сил после работы — это важное средство сохранения профессионального здоровья.

Особую роль в ликвидации неблагоприятных последствий сильно выраженного психоэмоционального стресса играет мышечная деятельность. Поскольку в полете физическая нагрузка несравнимо меньше соответствующей степени авиационного стресса и вызванных им сдвигов в организме, эти сдвиги должны быть компенсированы позднее мускульной работой на земле. При этом не имеет значения, в какой форме она выражается.

Для летчика-профессионала освоение методов психической саморегуляции в целях профилактики неблагоприятных воздействий авиационного стресса имеет большее значение, чем для курсанта. Уметь управлять своим психическим состоянием, подавлять чрезмерное возбуждение либо, напротив, при появлении усталости или апатии зарядить себя новым приливом сил и энергии; снимать чувство тревоги, неуверенности, страха, регулировать сон — все это дают весьма действенные, неоправданно мало применяемые пока методы психической саморегуляции, достаточно подробно описанные в соответствующих пособиях. Определенный эффект для повышения эмоциональной устойчивости оказывает использование таких физиологических стимуляторов, как комплексы витаминов, некоторые адаптогены. Перспективно в этом плане применение ряда фармакологических средств — представителей так называемой «фармакологии здорового человека». В заключение следует еще раз подчеркнуть большую зависимость всех факторов авиационного стресса от психологической атмосферы авиационного коллектива, взаимоотношений на всех уровнях, принятого в нем стиля общения, социального положения авиаторов и его перспектив.

30.5. БОЕВОЙ СТРЕСС

Важнейшей особенностью военных конфликтов является то, что с прекращением воздействия их факторов, нормализация функционального состояния наступает не сразу. «Шлейф» различных психических и психосоматических расстройств тянется еще достаточно долго, а иногда и в течение всей жизни человека, т. е. развивается синдром посттравматических стрессовых расстройств. «Хотя в армию привлекается наиболее здоровый элемент населения и притом в расцвете его сил, каждая война приводит к значительному количеству душевных заболеваний», — отмечал В. М. Бехтерев [1914].

До 50–55 % комбатантов, участвовавших в локальных войнах последних десятилетий, впоследствии страдают посттравматическими стрессовыми расстройствами.

Рассматривая типологию боевого стресса, Л. Китаев-Смык (2001), имеющий собственный опыт исследований на поле боя, выделяет конструктивную и деструктивную формы реагирования.

К первой он относит психологический тип реакций, названный им «старички». Представители этого типа психологически ориентированы на жизнь, их страх адекватен опасности. Их способ психологического самоукрепления в боевой обстановке — это преобладание мыслей о будущем.

На другом полюсе психотипов — деструктивном — следующие варианты:

1. «Надломленные» и «сломавшиеся» — депрессивные. Для них характерны реакции угнетающего постоянного страха, не покидающего ни днем, ни ночью. «Мыслей о будущем у них нет, они его боятся, так как впереди только Смерть». У них бывают приступы жестокости, как правило, к слабейшим, в которых они ищут возможности самоутверждения. Характерны депрессивные реакции, раздражительность, плаксивость. Этот психотип склонен к суицидам, алкоголизму, наркоманиям.

2. «Дурашливые» — с реактивной инфантилизацией. Для них характерно некритическое восприятие опасности. Суицидальное поведение у них маловероятно, но возможно.

3. «Остервенелые», вставшие в брутальное состояние, для которых характерна застойная злобность, неадекватная агрессивность, вытесняющая страх, мешающая во время боя трезво осмыслить ситуацию, лишаящая осторожности.

Таким образом, характер реагирования в боевой обстановке можно свести к трем принципиальным формам: резкое понижение организованности поведения, торможение действий и движений, сохранение или повышение эффективности деятельности.

Наиболее распространенные типы отрицательного реагирования в условиях боя у большинства военнослужащих — реакции страха и тревоги. Это, прежде всего, сказывается на функциях мышления и памяти, затрудняет возможность использовать личное оружие, стирает навыки обращения с ним.

Одним из наиболее патогенных факторов является кумулятивный боевой стресс. Продолжительное пребывание в боевой обстановке меняет ментальность, постепенно истощает нервную систему, приводит к её органическим повреждениям и тем самым увеличивает тенденцию к затяжному характеру и генерализации стрессовых расстройств.

Боевая стрессовая реакция — общий термин, который охватывает все возможные реакции на боевые условия. Эта реакция может иметь как положительный, приспособительный эффект, воодушевив воина на акты героизма, так и отрицательный, сделав его неспособным к участию в бою.

Боевое утомление — это боевая стрессовая реакция, в которой стрессоры боя и другие личностные стрессоры сочетаются с перегрузкой личностных психологических механизмов защиты и делают человека временно неспособным к выполнению своих обязанностей. Следует отметить, что боевое утомление не является психиатрическим диагнозом.

Диагностика проявлений боевого стресса. Исследование параметров системной гемодинамики показало, что уже в первую неделю участия в боевых

действиях наблюдался устойчивый симптомокомплекс, проявляющийся повышением системного артериального давления, увеличением общего периферического сопротивления и минутного объема циркуляции, что является характерным для выраженной симпатикотонической реакции, хронического переутомления и свидетельствует о снижении резервных возможностей системы кровообращения. Установлено, что в боевых условиях почти у половины комбатантов наблюдалось значимое несоответствие между объемом крови, поступающей в артериальное русло, и его емкостью, которое у каждого четвертого составляло более 20 %.

Одной из основных проблем, с которыми сталкиваются практически все военнослужащие в боевой обстановке, является нарушение ночного сна. Нарушение засыпания, частые пробуждения, навязчивые ночные кошмары, разбитость утром характерны практически для всех в боевых условиях. В боевых условиях происходят грубые нарушения структуры сна. Замедляется засыпание. Количество ночных пробуждений увеличивается до нескольких десятков раз. Утром характерно пробуждение в фазе медленного сна, что приводит к чувству разбитости, дезориентированности, сопровождается резкой тахикардией.

Результаты исследования функционального состояния и работоспособности у военнослужащих, находящихся в зоне боевых действий в течение одного и более месяцев, показали нарастание признаков повышения активности структур головного мозга на фоне истощения его резервов, выраженные признаки астенизации, утомления, угнетения психической сферы, значимое снижение надежности деятельности при крайне высоких значениях ее физиологической цены, причем заметное увеличение индекса межполушарной асимметрии говорит об ухудшении функционального состояния и более глубоких структур головного мозга. Снижались показатели операторской работоспособности, мобилизация, ответственность, волевые качества при увеличении оценки по тесту способности принимать решения, что может свидетельствовать о необъективной оценке своего состояния.

Боевой стресс, таким образом, может быть определен как системная реакция организма на воздействие комплекса факторов вооруженной борьбы и сопровождающих его социально-бытовых условий, которая проявляется на личностном, психофизиологическом, эмоционально-вегетативном и соматическом уровнях при ведущей роли изменений в подсознательной сфере, заключающихся в грубой деформации базовых эго-структур. Это фиксирует личность на негативном аспекте опыта, что сопровождается потерей перспективных целей жизни и может привести к продолжительным психологическим реакциям типа депрессии, апатии, деструктивным изменениям личности вплоть до психологической и психосоматической патологии.

Методы и средства коррекции постстрессовых расстройств. Так как основной причиной расстройств являются изменения на уровне базовых эго-структур, становится понятной недостаточная эффективность традиционных методов психотерапии. Рациональная и поведенческая психотерапия, аутогенная тренировка и большинство других методов работают на самых поверхностных уровнях и в принципе не способны справиться с глубокими изменениями в подсознании. Поэтому необходимо использовать психотехнологии, позволяющие вести

работу на глубинном уровне, «обойти» механизмы психологической защиты и добиться отреагирования на телесном и эмоциональном уровне. Установлено, что наибольшей эффективностью обладают комплексные схемы, интегрирующие воздействия на различных уровнях.

В качестве технических средств могут использоваться различные варианты коррекционных аппаратно-программных комплексов, интегрирующих различные психофизиологические методы воздействия.

Пути профилактики постстрессовых расстройств и повышения устойчивости к боевому стрессу:

1. Знание и понимание процессов, происходящих в человеческом организме, значительно повышает толерантность к стрессу. Каждому человеку опасной профессии необходимо иметь представление о природе стресса, причинах, его вызывающих, его последствиях, о методах психопрофилактики постстрессовых состояний и общедоступных психотерапевтических техниках их преодоления.

2. Высокая мотивация профессиональной деятельности, сосредоточенность на конкретной цели, ослабляют силу воздействия стресса на психику.

3. В ситуации «критического инцидента» наибольшую опасность для психики представляют чувства неизвестности, неопределенности и беспомощности.

Стрессовое состояние можно разложить на следующие временные отрезки: сначала возникает «предстартовая (предстрессовая) реакция», затем наступает собственно стрессовая ситуация. Далее следует состояние, которое называют постстрессом. Необходимо использовать несколько различные методы борьбы со стрессом на каждой из перечисленных стадий.

1. Методы ослабления «предстартовой реакции» — предстрессовая подготовка:

- рационализация предстоящего события;
- снятие излишнего нервно-психического напряжения;
- релаксация;
- останов негативных мыслей;
- самомониторинг;
- массаж биологически активных точек;
- виброгимнастика, автоматизированные движения;
- самовнушение в нейтральном состоянии.

2. Психотехники управления состоянием в стрессовой ситуации:

- самомониторинг;
- дыхательные психотехники: релаксация или активизация в зависимости от конкретной ситуации;
- смена точки зрения: «аптайм» – «даунтайм» по терминологии нейролингвистического программирования;
- обеспечение доступа к ресурсным состояниям сознания.

3. Для ускорения процессов восстановления в постстрессовой периоде могут использоваться следующие методы:

- релаксация;
- физическая активность, водные процедуры;
- аппаратные — биологическая обратная связь (БОС), ритмосуггестия;

– специальные психотехнологии для постстрессовой «разрядки».

Широкое использование различных восстановительных процедур с применением физиотерапевтических, бальнеологических методов и психофизиологической коррекции характеризует их как целесообразное звено общей системы безопасности полетов. При этом общая заболеваемость снижается в 1,6 раза, а налет на одно ошибочное действие возрастает в 1,7 раза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Издание данного учебного пособия вызвано дефицитом в Республике Беларусь учебной литературы по авиационной медицине.

Особенностью данного учебного пособия является то, что в нем одновременно отражена организация медицинского обеспечения полетов как государственной, так и гражданской авиации.

Важно подчеркнуть, что оно содержит новые теоретические данные по авиационной медицине и практические рекомендации авиационным врачам по медицинскому обеспечению различных полетов. Особое место уделено медицинским аспектам безопасности полетов.

Изложены современные взгляды на проблемы авиационного и боевого стресса.

К сожалению, не все подготовленные авторами материалы вошли в это издание. Остается надеяться, что оно будет расширено и дополнено при переиздании. Коллектив авторов с благодарностью примет рекомендации и замечания, которые будут способствовать улучшению содержания книги.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авиационная медицина* : рук. / под ред. Н. М. Рудного, П. В. Васильева, С. А. Гозулова. М. : Медицина, 1986. 580 с.
2. *Авиационная медицина* : учеб. / под ред. Н. М. Рудного, В. И. Копанева. Л. : ВМедА, 1984. 383 с.
3. *Актуальные вопросы психофизиологической подготовки летного состава* : пособие для летного состава и авиационных врачей. М. : Воениздат, 1990. 84 с.
4. *Биодинамическая коррекция позвоночника у летного состава* : метод. рек. М. : Воениздат, 1992. 48 с.
5. *Бодров, В. А.* Исследование проблемы психологического отбора в авиации // Психология профессиональной пригодности : учеб. пособие для вузов / В. А. Бодров. М. : ПЕР СЭ, 2003. С. 275–289.
6. *Бодров, В. А.* Методические приемы психологического обследования // Психология профессиональной пригодности : учеб. пособие для вузов / В. А. Бодров. М. : ПЕР СЭ, 2001. С. 310–351.
7. *Бодров, В. А.* Психологический стресс : развитие и преодоление. М. : ПЕР СЭ, 2006.
8. *Бубеев, Ю. А.* Современные инструментальные средства психодиагностики и коррекции стрессовых расстройств / Ю. А. Бубеев, С. В. Квасовец, А. В. Иванов // Актуальные проблемы интегральной медицины. М., Воронеж, 2001. С. 182–187.
9. *Бубеев, Ю. А.* Проблема боевого стресса в авиации / Ю. А. Бубеев, И. Б. Ушаков, С. И. Ромасюк // Боевой стресс : стратегии коррекции : сб. науч. тр. М., 2002. С. 7–11.
10. *Воробьев, О. А.* Линейные, угловые ускорения и ускорения Кориолиса // Человек в измерениях XX века. Прогресс Человечества в двадцатом столетии / О. А. Воробьев. М. : МАПЧАК, 2002. Т. 4. С. 106–124.
11. *Воробьев, О. А.* Иллюзии пространственного положения как проблема безопасности полетов в военной авиации / О. А. Воробьев, И. В. Бухтияров // Проблемы безопасности полетов. 2003. № 3. С. 10–19.
12. *Ворона, А. А.* Теория и практика психологического обеспечения летного труда / А. А. Ворона, Д. В. Гандер, В. А. Пономаренко. М. : Воениздат, 2003. 275 с.
13. *ГОСТ 20291-81* «Самолёты и вертолёты гражданской авиации. Допустимые уровни шума в салонах и кабинах экипажей и методы измерения шума».
14. *ГОСТ 22283-88* «Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения».
15. *ГОСТ 24647-91* «Вертолёты гражданской авиации. Допустимые уровни шума и методы определения уровня шума на местности».
16. *ГОСТ Р 50948-2001* «Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности».
17. *Дворников, М. В.* Выбор и подгонка защитного снаряжения. Обучение дыханию под избыточным давлением / М. В. Дворников, А. А. Меденков, В. К. Степанов. М. : Полет, 2001. 160 с.
18. *Изучение* индивидуально-психологических особенностей // Психологический анализ летных происшествий и предпосылок к ним. М. : Воениздат, 1990. С. 15–20.
19. *Коваленко, П. А.* Иллюзии полета (авиационная делиология) / П. А. Коваленко, В. А. Пономаренко, А. В. Чунтул. М., 2006. 376 с.
20. *Коваленко, П. А.* Учение об иллюзиях полета / П. А. Коваленко, В. А. Пономаренко, А. В. Чунтул. М. : Институт психологии РАН, 2007. 461 с.
21. *Козлов, В. В.* Человеческий фактор : история и практика в авиации / В. В. Козлов. М. : Полиграф, 2002. 280 с.
22. *Человеческий фактор* : психофизиологические причины ошибочных действий летчика и их профилактика : метод. пособие для летного состава и авиационных врачей / В. В. Козлов [и др.]. М. : изд-во ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 2006. 100 с.
23. *Лустин, С. И.* Физиолого-гигиеническая характеристика защитного снаряжения летчика высокоманевренных самолетов : учеб. пособие / С. И. Лустин, А. А. Благинин, Э. В. Бондарев. СПб. : ВМедА, 1996. 25 с.

24. *Медицинские аспекты обеспечения безопасности полетов гражданской авиации* / под ред. А. Н. Бабийчука. М. : Воздушный транспорт, 1988. 358 с.

25. *Межгосударственный стандарт ГОСТ 23718-93 «Самолёты и вертолёты пассажирские и транспортные. Допустимые уровни вибрации в салонах и кабинах экипажа и методы измерения вибрации».*

26. *ОСТ 1 003345-87 «Система отображения информации в кабинах экипажа. Общие эргономические требования».*

27. *ОСТ 1 00533-87 «Система внутрикабинной световой сигнализации. Общие эргономические требования».*

28. *Пономаренко, В. А. Безопасность полета — боль авиации* / В. А. Пономаренко. М. : Флинта, 2007. 136 с.

29. *Пономаренко, В. А. Деятельность летных экипажей и безопасность полетов* / В. А. Пономаренко, В. В. Лапа, А. В. Чунтул. М. : Полиграф, 2003. 202 с.

30. *Постановление Государственного комитета по авиации Республики Беларусь от 29 марта 2005 г. № 5 «Об утверждении Авиационных правил медицинского освидетельствования авиационного персонала гражданской авиации».*

31. *Постановление Министерства обороны Республики Беларусь от 1 ноября 2004 г. № 56 «Об утверждении Авиационных правил передачи сообщений, расследований и учета авиационных событий в государственной авиации Республики Беларусь».*

32. *Постановление Министерства обороны Республики Беларусь от 30 ноября 2004 г. № 72 «Об утверждении Авиационных правил медицинского обеспечения полетов государственной авиации Республики Беларусь».*

33. *Постановление Министерства обороны Республики Беларусь от 5 августа 2005 г. № 30 «Об утверждении Авиационных правил по предотвращению авиационных событий в государственной авиации Республики Беларусь».*

34. *Правила расследования авиационных происшествий и авиационных инцидентов с государственными воздушными судами в Российской Федерации (ПРАПИ-2000). Постановление Правительства РФ от 02 декабря 1999 г. № 1329. М. : Военное издательство, 2000. 75 с.*

35. *Приказ Государственного комитета по авиации Республики Беларусь от 30 июля 1999 г. № 106 «Об утверждении Правил расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Республике Беларусь».*

36. *Приказ командующего ВВС и войск ПВО от 22 октября 2004 г. № 319 «Об утверждении Инструкции по поисково-спасательному обеспечению полетов авиации Военно-воздушных сил и войск противовоздушной обороны (ИПСО-2004)».*

37. *Приказ командующего ВВС и войск ПВО от 3 мая 2008 г. № 200 «О некоторых мерах по сохранению и восстановлению функционального состояния и работоспособности летного состава».*

38. *Психофизиологическая подготовка летного состава : метод. пособие для авиационных врачей* / под ред. В. А. Бодрова, В. А. Пономаренко. М., Л. : ВВС, 1989. 169 с.

39. *Руководство по авиационной медицине* / под ред. Н. А. Разносолова. М. : ЭКОН-информ, 2006. 589 с.

40. *Спасение при летных происшествиях : справочник авиационного врача. М. : Воздушный транспорт, 1993. Кн. 2. С. 300–330.*

41. *Справочник авиационного врача* / под общ. ред. С. А. Бугрова [и др.]. М. : Воздушный транспорт, 1993. Кн. 2. 528 с.

42. *Справочник по инженерной психологии* / под ред. Б. Ф. Ломова. М. : Машиностроение, 1982. 368 с.

43. *Стандарт ИСО 1999.2 «Акустика. Определение профессионального воздействия шума и оценка нарушений слуха, вызванного шумом».*

44. *Физиология летного труда : учеб.* / под ред. В. С. Новикова. СПб. : Наука, 1997. 411 с.

45. *Человеческий фактор : новые подходы в профилактике авиационной аварийности. М. : Полиграф, 2000. 151 с.*

46. *Энциклопедический справочник по авиационной эргономике и экологии* / под ред. Г. П. Ступакова, В. Г. Сыроватко, О. Т. Балуева. М. : изд-во ИП РАН, 1997. 512 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень сокращений	3
Раздел 1. Авиационная медицина и летный труд	4
Глава 1. Предмет, задачи и методы авиационной медицины. История авиационной медицины	4
1.1. Предмет, задачи и методы авиационной медицины	4
1.2. Краткая история возникновения и развития отечественной авиационной медицины	7
Глава 2. Психофизиологическая характеристика деятельности летчика.....	14
2.1. Особенности летного труда	14
2.2. Психофизиологическая характеристика летного труда.....	15
Глава 3. Основные физические факторы воздушного пространства, их биологическое значение	23
Глава 4. Общая характеристика летательных аппаратов и видов полетов	30
4.1. Классификация летательных аппаратов.....	30
4.2. Устройство самолета.....	31
4.3. Виды полетов	32
Раздел 2. Авиационная физиология	36
Глава 5. Пониженное парциальное давление кислорода.....	36
5.1. Классификация гипоксических состояний	37
5.2. Механизмы развития	40
5.3. Изменение физиологических функций	43
5.4. Повышение устойчивости к гипоксии.....	47
Глава 6. Пониженное барометрическое давление.....	50
6.1. Влияние изменений барометрического давления на организм.....	50
6.2. Высотные декомпрессионные расстройства.....	51
Глава 7. Функциональное состояние и работоспособность летчика при воздействии динамических факторов полета. Физиолого-гигиенические обоснования применения средств защиты.....	58
7.1. Пилотажные перегрузки	58
7.2. Ударные перегрузки	60
7.3. Средства и методы противоперегрузочной защиты	65
Глава 8. Динамическая кратковременная невесомость	72
Глава 9. Функциональное состояние и работоспособность летчика при воздействии шумов и вибрации	74
9.1. Шум.....	74
9.2. Вибрация	81

Глава 10. Воздушная болезнь и её профилактика.....	86
Глава 11. Функциональное состояние и работоспособность летного состава при повышенной и пониженной освещенности.....	93
Глава 12. Функциональное состояние и работоспособность летчика при изменении биологических ритмов	102
Глава 13. Факторы, обусловленные пребыванием человека в кабине летательного аппарата, влияние их на организм	112
13.1. Дыхание кислородом под избыточным давлением в легких.....	112
13.2. Краткая токсикологическая характеристика химических соединений и их смесей, встречающихся в воздухе кабин летательных аппаратов	121
13.3. Источники ионизирующих излучений.....	126
Раздел 3. Авиационная гигиена	132
Глава 14. Средства жизнеобеспечения экипажей и их физиолого-гигиеническая характеристика	131
14.1. Герметические кабины	131
14.2. Микроклимат кабин самолетов и вертолетов	131
14.3. Кислородно-дыхательная аппаратура.....	140
14.4. Комплекты кислородного оборудования.....	142
Глава 15. Физиолого-гигиеническая характеристика питания летного состава.....	146
Раздел 4. Психофизиологические основы безопасности полетов	159
Глава 16. Функциональное состояние и работоспособность летчика	159
16.1. Виды функциональных состояний.....	159
16.2. Принципы и методы оценки функционального состояния.....	175
Глава 17. Профессиональная надежность летчика. Проблема безопасности полетов	179
17.1. Психофизиологические аспекты безопасности полетов.....	181
17.2. Проблемные вопросы медико-психологического обеспечения профессиональной надежности летных экипажей	184
Глава 18. Профессиональный психологический отбор летчиков	189
18.1. История развития психологического отбора.....	190
18.2. Система профессионального психологического отбора	191
18.3. Оценка индивидуальных психологических свойств личности	198
18.4. Эффективность профессионального психологического отбора.....	206
Глава 19. Психофизиологические основы обучения и тренировки летчиков.....	207
19.1. Понятие о летных навыках и принципах их формирования.....	207
19.2. Психофизиологические механизмы регуляции управляющих движений	210
19.3. Специфика управляющих движений в полете	213
19.4. Принципы обучения и тренировки летчиков	215

19.5. Медицинский контроль при проведении тренировок на авиационных тренажерах	219
Глава 20. Основы инженерной авиационной психологии.....	221
20.1. Информационный процесс. Методы оценки средств отображения информации	224
20.2. Разработка инженерно-психологических требований к системам отображения информации	226
20.3. Методы экспертной оценки эргономических свойств авиационной техники.....	227
20.4. Медицинские требования к оборудованию кабины.....	227
Глава 21. Функциональное состояние и работоспособность летчика в условиях холодного и жаркого климата. Физиолого-гигиенические требования к полетному оборудованию.....	231
21.1. Механизмы терморегуляции человека	233
21.2. Функциональное состояние и работоспособность летчика	235
21.3. Средства и методы индивидуальной защиты	244
Глава 22. Восстановление и сохранение работоспособности летного состава.....	247
22.1. Пути сохранения и повышения работоспособности.....	247
22.2. Методы повышения и восстановления работоспособности.....	251
22.3. Методы психофизиологической направленности	262
22.4. Методы личностной направленности.....	269
22.5. Корректирующие методики, замедляющие старение.....	270
Глава 23. Психофизиологическая подготовка летного состава	271
23.1. Задачи, принципы и методы психофизиологической подготовки	271
23.2. Психофизиологическая подготовка к различным видам полетов	273
Глава 24. Пространственная ориентировка летчика. Психофизиологические механизмы возникновения некоторых иллюзий и методы их профилактики	280
24.1. Физиологические механизмы и особенности пространственной ориентировки в полете	281
24.2. Основные механизмы нарушений пространственной ориентировки, иллюзии пространственного положения	282
24.3. Зрительное восприятие. Факторы, оказывающие на него влияние	286
24.4. Роль центральных механизмов, интеллектуальных и психологических факторов пространственной ориентировки летчика в полете.....	288
24.5. Профилактика нарушений пространственной ориентировки летчика.....	289
Глава 25. Медицинский контроль за состоянием здоровья летного состава. Профессиональное здоровье летного состава	291
25.1. Медицинский контроль за состоянием здоровья летного состава государственной авиации.....	291
25.2. Организация медицинского обеспечения в гражданской авиации.....	299

Раздел 5. Авиамедицинская авариология	305
Глава 26. Аварийно-спасательные средства летного состава и их физиолого-гигиеническая характеристика.....	305
Глава 27. Деятельность начальника медицинской службы авиационной базы (врача авиационного отряда) по изучению и предупреждению ошибочных действий и авиационных событий	311
27.1. Ошибочные действия летного состава	312
27.2. Классификация авиационных событий.....	314
27.3. Расследование авиационного происшествия	316
27.4. Основные пути медицинского предупреждения авиационных происшествий и их предпосылок	329
Глава 28. Организация поисково-спасательных работ. Оказание неотложной медицинской помощи пострадавшим в авиационных событиях	331
Глава 29. Содержание и условия труда специалистов инженерно-технического состава, медицинский контроль за состоянием их здоровья.....	334
29.1. Психофизиологические особенности профессиональной деятельности инженерно-технического состава	334
29.2. Санитарно-гигиенические условия деятельности специалистов ИТС	335
29.3. Медицинский контроль за состоянием здоровья лиц ИТС.....	337
Глава 30. Психоэмоциональный стресс у авиационных специалистов.....	337
30.1. Авиационный стресс.....	337
30.2. Причины психоэмоционального стресса у курсантов летных училищ.....	340
30.3. Психоэмоциональный стресс в жизни летчиков-профессионалов	342
30.4. Пути повышения устойчивости к стрессу.....	343
30.5. Боевой стресс.....	344
Заключение	348
Литература	349

Учебное издание

Пантюхов Александр Петрович
Соколов Юрий Анатольевич

АВИАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА

Учебное пособие

Ответственный за выпуск А. П. Пантюхов
Компьютерная верстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 22.11.12. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Ризография. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 20,69. Уч.-изд. л. 25,5. Тираж 50 экз. Заказ 507.

Издатель и полиграфическое исполнение:

учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».

ЛИ № 02330/0494330 от 16.03.2009.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

»»»