

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ГИГИЕНЫ ТРУДА

**М. В. ГАЛИЦКАЯ, Т. И. ПЕТРОВА-СОБОЛЬ, И. П. СЕМЕНОВ**

# **ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА**

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2009

УДК 613.6.02 (075.8)  
ББК 51.24 я 73  
Г 15

Рекомендовано Научно-методическим советом университета  
в качестве учебно-методического пособия 20.02.2008 г., протокол № 6

Рецензенты: вед. науч. сотр. лаб. медицины труда ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены», канд. мед. наук О. Г. Зезюля; ст. преп. каф. общей гигиены Белорусского государственного медицинского университета, канд. мед. наук С. В. Мараховская

**Галицкая, М. В.**

Г 15 Физиолого-гигиеническая оценка условий труда : учеб.-метод. пособие / М. В. Галицкая, Т. И. Петрова-Соболь, И. П. Семенов. – Минск : БГМУ, 2009. – 48 с.

ISBN 978-985-462-932-2.

Изложены гигиенические критерии оценки тяжести и напряженности труда, физиологические нормы напряжения организма при физическом труде, требования к проведению психофизиологических исследований на производстве, уровень организации рабочих мест и анализ рабочих поз, методы оценки функционального состояния организма во время выполнения работы.

Предназначено для студентов 5–6-го курсов медико-профилактического факультета.

УДК 613.6.02 (075.8)  
ББК 51.24 я 73

ISBN 978-985-462-932-2

© Оформление. Белорусский государственный  
медицинский университет, 2009

## Список сокращений

ЖЕЛ — жизненная емкость легких

КВ — коэффициент выносливости

КСПД — коэффициент соотношения пульс–дыхание

МОД — минутный объем дыхания

МПК — максимальное потребление кислорода

НОТ — научная организация труда

ПКР — показатель качества реакции

РЕПОЗИТОРИЙ БГМУ

## Мотивационная характеристика темы

Внедрение новых технологических процессов, проведение комплексной механизации и автоматизации производства преобразуют условия труда, характер и содержание трудовой деятельности. В современном производстве при сокращении тяжелого физического и малоквалифицированного труда возрастают монотония, нервное и психоэмоциональное напряжение, мышечные нагрузки локального характера, способные оказать неблагоприятное влияние на функциональное состояние организма и здоровье работающих.

**Физиологические** исследования, проводимые на производстве и гигиеническая оценка полученных результатов, позволяют определить влияние производственного процесса на работоспособность и состояние отдельных систем организма, оценить режим труда и отдыха, разработать мероприятия по научной организации трудового процесса.

**Цель занятия.** На основании знаний влияния физической и умственной работы на организм человека, методов оценки реакций организма, механизмов развития утомления, критериев оценки тяжести и напряженности труда, рациональной организации рабочих поз уметь оценить тяжесть и напряженность выполняемой работы; проводить хронометражные исследования; освоить эргономические основы оценки рабочих мест и анализа рабочих поз и обосновать мероприятия по профилактике утомления, обеспечивающие высокую работоспособность и здоровье работающих.

### **Задачи занятия:**

1. Работать с приборами, применяемыми для исследования функционального состояния организма во время выполнения работы.
2. Проводить исследования по изучению влияния дозированной физической работы на функциональное состояние организма, оценивать полученные результаты.
3. Давать гигиеническую оценку характера труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса.
4. Разрабатывать оздоровительные мероприятия.

**Требования к исходному уровню знаний.** Для полного освоения темы студенту необходимо повторить:

- из курса общественного здоровья и здравоохранения — основы законодательства о здравоохранении Республики Беларусь;
- курса нормальной анатомии — анатомическое строение опорно-двигательного аппарата и центральной нервной системы;
- курса нормальной физиологии — физиологические особенности трудовой деятельности человека, методы исследования основных физиологических функций систем организма человека;

– курса профессиональных болезней — профболезни, обусловленные воздействием трудового процесса на костно-мышечную систему человека.

**Контрольные вопросы по теме занятия:**

1. Физиология труда. Определение, задачи, методы.
2. Виды трудовой деятельности, их особенности.
3. Динамическая и статическая работа, физиологическая характеристика.
4. Влияние физической работы на функциональные системы организма.
5. Методы исследования функционального состояния организма при физическом труде.
6. Динамика работоспособности в течение рабочего дня. Пути сохранения работоспособности.
7. Утомление и меры профилактики.
8. Влияние умственной работы на функциональное состояние организма.
9. Методы исследования физиологических сдвигов в организме под влиянием умственной работы.
10. Хронометражные исследования на производстве.
11. Рабочие позы, виды, фотогониометрический метод оценки.
12. Рациональная организация рабочего места.

**Контрольные вопросы из смежных дисциплин:**

1. Строение опорно-двигательного аппарата человека.
2. Формы и типы мышечного сокращения.
3. Физиологические сдвиги в организме при физическом труде.
4. Физиологические сдвиги в организме человека при умственном труде.
5. Профессиональные заболевания, развивающиеся у человека под воздействием трудового процесса.

**Задания для самостоятельной работы:**

1. Изучить гигиеническую классификацию условий труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса.
2. Ознакомиться с вопросами нормирования трудовой нагрузки, принятой в физиологии труда (оптимальные и допустимые нормы, показатели).
3. Изучить методы исследования сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной, нервной систем и состояния терморегуляции.
4. Ознакомиться с основными приборами, применяемыми в физиологии труда при исследовании сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной, нервной систем и терморегуляции.

5. Изучить методику проведения физиологических исследований на производстве.

6. Провести физиологические исследования при выполнении общей и региональной работы.

7. В начале занятия снять исходные показатели, характеризующие состояние центральной нервной (хронорефлексометрия, теппинг-тест, кратковременная память, внимание) и сердечно-сосудистой (пульс, артериальное давление) систем, результаты оформить в виде протокола.

8. Представить виды хронометражных исследований на производстве в виде схемы.

9. Выполнить детальный выборочный хронометраж по измерению кровяного давления и оформить данные в виде таблицы (протокола).

10. Провести анализ рабочей позы с использованием фотогониометрического метода, результаты оформить в виде таблицы, сделать заключение.

11. Решить ситуационные задачи по оценке тяжести и напряженности труда.

### Учебный материал

**Физиология труда** — раздел гигиены труда, изучающий изменения функционального состояния организма и разрабатывающий средства организации трудового процесса, предупреждающие утомление и поддерживающие высокий уровень работоспособности человека.

#### Задачи физиологии труда:

- изучение физиологических закономерностей физического и умственного труда;
- исследование физиологических механизмов, определяющих динамику работоспособности человека;
- определение степени тяжести труда, нервно-психическое и эмоциональное напряжение;
- разработка НОТ по оптимизации рабочих движений, поз, рациональных режимов труда и отдыха, организация рабочего места, ритма работы.

Труд является важнейшей функцией организма. Существует большое многообразие видов труда, однако условно его делят на **физический** и **умственный**. При любом виде труда затрачивается энергия, наблюдаются физиологические сдвиги в организме: при физическом труде — в системах, обеспечивающих *мышечную* деятельность человека, в частности в системах дыхания и кровообращения. При умственном труде основная нагрузка ложится на *нервную систему*. При любом виде труда выполняется работа, которая означает все виды деятельности, связанные с затратой энергии и выходом организма из состояния покоя.

В зависимости от основных характеристик и физиологических требований, предъявляемых к организму, принято различать следующие формы труда:

- ручной, физический;
- групповой, конвейерный;
- механизированный;
- частично автоматизированный и автоматизированный.
- умственный.

### **Краткая характеристика основных форм трудовой деятельности**

**Ручной, физический труд** развивает мышечную систему, стимулирует обменные процессы в организме человека. Вместе с тем при ручном труде отмечается повышение напряжения физических сил и увеличение энергетических затрат организма рабочего. Для данной формы труда характерны низкая производительность, а также длительный до 50 % рабочего времени отдых. К ней относится работа грузчика, каменщика, кузнеца и др.

При **механизированном труде** усложняется программа действий, уменьшается объем мышечной деятельности. При выполнении данного труда требуются специальные знания и двигательные навыки, так как рабочий обслуживает различные станки и машины. Вместе с тем большое число простых, однообразных движений ведет к монотонности труда.

**Частично автоматизированный труд** более прогрессивен по сравнению с предыдущими видами. Основные операции по изготовлению изделий выполняются на станочном оборудовании. Человек подает материал для обработки, пускает в ход механизм станка, извлекает обработанную деталь. Отрицательные моменты — монотонность, заданный станком ритм работы, утрата творческого начала.

**Автоматизированный труд** связан с управлением механизмами. Применяются пульта управления, которые в одних случаях требуют от человека частых активных действий, в других — постоянно находиться в состоянии готовности к действию.

При **групповом, конвейерном труде** детали при помощи конвейера подаются на рабочие места. Технологический процесс дробится на отдельные операции, выполняющиеся в строгой последовательности и в заданном ритме коллективом рабочих, которые осуществляют свою деятельность синхронно и тратят на выполнение работы одинаковое количество времени. Чем меньше времени затрачивается на выполнение той или иной работы, тем она монотоннее и проще. Кроме того, сборщику навязывается ритм работы, относительно несложной, а иногда и очень упрощенной, длительное пребывание в определенной позе (часто сидя). Нередко

труд на конвейере требует напряжения зрения, выполняется в условиях скопления большого числа рабочих в одном помещении. Монотонность, вынужденная поза, напряжение зрения и др. — отрицательные свойства конвейерного труда, приводящие к утомлению и быстрому нервному истощению человека.

Умственный труд делится: на **операторский, управленческий, творческий, труд медработников, преподавателей, студентов**. При нем происходит напряжение сенсорного аппарата, внимания, памяти, активации процессов мышления, эмоциональной сферы человека.

Умственный труд включает в себе специальности, относящиеся к сфере *материального производства* (инженеры, операторы, диспетчеры и др.), а также профессии врача, педагога, артиста, работа которых не *сопровождается производством материальных благ*.

**Операторский труд** отличается большой ответственностью и высоким нервно-эмоциональным напряжением, так как работник контролирует работу машин.

**Управленческий труд** — труд руководителей. Характеризуется большим объемом информации, дефицитом времени для ее переработки, повышенной личной ответственностью за принятие решения и разрешение конфликтных ситуаций.

**Творческий труд** писателей, композиторов, артистов, художников и др. — наиболее сложная форма труда, требующая большого объема памяти, внимания, нервно-эмоционального напряжения.

**Труд преподавателей и медработников** характеризуется высокой степенью нервно-эмоционального напряжения. Вследствие постоянного контактирования с людьми, у них отмечается дефицит времени для принятия правильного решения.

Для **труда учащихся и студентов** характерны переработка большого объема разнородной информации с мобилизацией памяти и внимания, стрессовые ситуации. Отрицательный момент умственного труда — *гипокинезия*, являющаяся одним из условий формирования сердечно-сосудистой патологии у человека.

### **Принципы центральной нервной регуляции рабочей деятельности**

Независимо от характера производственной деятельности, обязательным внешним проявлением трудового процесса является *двигательная активность* человека, в процессе которой происходит взаимодействие организма с окружающей средой. Основоположник русской физиологии И. М. Сеченов установил, что «все бесконечное разнообразие внешних проявлений мозговой деятельности сводится окончательно к одному лишь

явлению — мышечному движению». Копают ли рабочий лопатой траншею, работает ли оператор на пульте управления, принимая то или иное решение посредством передвижения определенного рычажка, в том и в другом случае неизменным компонентом работы будет двигательная активность.

И. П. Павлов определил, что двигательные реакции человека по своей физиологической сущности — *сложные условные рефлексы*. Возникновение двигательного движения у человека связано с речевым (вторая сигнальная система) и чувственным (первая сигнальная система) раздражителями. При выработке условного рефлекса, лежащего в основе трудового действия, выделяют 2 этапа. На 1-м этапе при выполнении двигательного действия принимают участие многие центры коры головного мозга. При обучении на этом этапе рабочий делает ошибки, лишние движения и т. д. На 2-м этапе в коре головного мозга закрепляются правильные приемы работы, происходит концентрация возбуждения, и в соответствующих центрах возникают *доминанты*, которые могут долго удерживать данное состояние, сохраняясь в ЦНС в виде следа, заново формироваться при определенных условиях. На данном этапе у человека появляются четкие экономичные движения без ошибок.

Трудовая деятельность человека характеризуется многократным повторением в определенной последовательности различного рода раздражителей, которые складываются в определенную систему работы коры головного мозга. Эта система называется **динамическим стереотипом**. Данный механизм заключается в возникновении в мозге нервных процессов, которые отражают особенности воздействия на организм внешних и внутренних раздражителей. Таким образом, нервные процессы программируют предстоящую деятельность мозга, чем обеспечивается своевременная реакция организма на привычные раздражители производственной обстановки. Значит, *трудовая деятельность человека осуществляется за счет формирования динамического производственного стереотипа, представляющего собой систему условных рефлексов, обеспечивающих определенную последовательность двигательных реакций и уровень физиологических процессов, являющихся необходимым условием выполнения трудовой операции*.

Динамический производственный стереотип состоит из так называемых *основных элементов и микропауз*. Удлинение времени выполнения основной операции в процессе работы отражает снижение работоспособности.

### **Двигательный аппарат и основные мышечные действия**

Механическая энергия, необходимая для выполнения трудовых операций, получается в результате экзотермической реакции расщепления АТФ на аденозиндифосфорную и фосфорную кислоты. Процесс превращения химической энергии АТФ в механическую происходит при помощи системы мышечных волокон. Это система нитей актина и миозина, которые, скользя относительно друг друга, уменьшают длину мышечного волокна, обеспечивая тем самым напряжение мышц, их сокращение и движение. Механическая энергия движения и напряжения мышц приобретает определенное рабочее применение посредством нервно-мышечной системы, составляющей двигательный аппарат.

**Двигательным аппаратом** в физиологии называют совокупность тканей и органов, обеспечивающих перемещение тела в пространстве, или его активное воздействие на окружающие предметы. С функциональной стороны к двигательному аппарату относятся нервные клетки, вызывающие сокращение мышц — мотонейроны и их аксоны, а также скелет и мышцы. Каждое рабочее движение получает свою определенность благодаря формированию динамического стереотипа. Трудовая деятельность человека всегда сопровождается *динамическими* (напряжение мышцы за счет уменьшения ее длины) и *статическими* (без изменения длины) усилиями.

*Динамическая работа* — сокращение мышц организма, приводящее к перемещению груза вверх, вниз, по горизонтали, а также самого тела человека или его частей в пространстве. При этом энергия организма расходуется как на поддержание определенного напряжения в мышцах, так и на механический эффект работы. Различают:

1. *Общую мышечную работу*, когда работает более  $\frac{2}{3}$  массы скелетной мускулатуры (ног, туловища). Характерна для выполнения ручной, немеханизированной работы.
2. *Региональную мышечную работу*, когда задействованы мышцы плечевого пояса и верхних конечностей (от  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{2}{3}$  массы скелетной мускулатуры).
3. *Локальную мышечную работу*, когда работают мышцы кисти и верхних конечностей, то есть участвует менее  $\frac{1}{3}$  скелетных мышц.

Последние два вида работ чаще всего встречаются в современном производстве, где требуется точность, координированность и быстрота движений.

**Статическая работа** — процесс сокращения мышц, необходимых для поддержания тела или его частей в пространстве. При данной работе длина мышц не изменяется, поэтому тело человека не передвигается. При работе статическая нагрузка связана с фиксацией предметов труда в неподвижном состоянии, а также необходима для придания человеку рабочей позы. Статическая работа более утомительна, чем динамическая, так

как напряжение мышц длится непрерывно. При динамической работе имеются паузы, во время которых нервные центры не посылают импульсы к мышцам, то есть «отдыхают». При статическом напряжении мышц, сосуды в них сдавлены, и нормальное кровообращение затруднено, что приводит к застою крови и накоплению недоокисленных продуктов (молочной кислоты). При длительном поддержании статического напряжения утомление мышц, в сочетании с недостаточным кровообращением, может привести к развитию заболеваний мышечной и периферической нервной систем.

### **Физиологические сдвиги в организме при физической работе**

Производственная деятельность человека связана с переходом организма на новый, рабочий уровень функционального состояния систем и органов, обеспечивающий возможность выполнения труда. При этом основные физиологические сдвиги наблюдаются со стороны нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Отмечаются изменения в составе крови, водно-солевом обмене. Степень выраженности сдвигов различна при выполнении физического и умственного труда и зависит от их тяжести.

Участие нервной системы и, прежде всего, ее центральных отделов в производственной деятельности человека является ведущим. Формирование и закрепление трудовых навыков происходит на основе условнорефлекторных реакций, когда образуется *динамический производственный стереотип*.

Трудовая деятельность увеличивает кровоток и, соответственно, влияет на показатели гемодинамики, состояние сердца и кровеносных сосудов человека, что осуществляется через вегетативную нервную систему, находящуюся под контролем корковых отделов головного мозга

Наиболее резкие изменения кровообращения в организме происходят под влиянием физического труда. Обеспечение газообмена при мышечной деятельности достигается благодаря увеличению кровотока. За счет роста ударного объема и учащения сердечных сокращений, увеличивается минутный объем сердца с 3–5 л до 20–40 л/мин. При тяжелой работе ударный объем сердца увеличивается более чем в 3 раза, частота сердечных сокращений может достигать 140–180 уд./мин. Артериальное давление повышается в 1,5 раза, достигая 180–200 мм рт. ст. На частоту сердечных сокращений влияет рабочая поза. В положении стоя сердце сокращается чаще, чем в положении сидя. При сидячей, однообразной работе частота сердечных сокращений уменьшается на 6–12 уд./мин. Причина — однообразные движения и низкий уровень двигательной активности.

Физическая работа оказывает влияние на дыхательную систему, то есть при выполнении возрастает газообмен: увеличивается объем легоч-

ной вентиляции и потребление кислорода. В покое вентиляция легких составляет 5–8 л/мин, при интенсивной работе — 50–100 л/мин, что достигается увеличением как глубины, так и частоты дыхания. В покое частота дыхания составляет 10–20 в мин, при мышечной работе — 30–40 дыхательных движений в минуту. Чем больше жизненная емкость легких, тем больше глубина дыхания человека. Вынужденная поза рабочего ухудшает вентиляцию легких и условия газообмена.

При тяжелой работе может нарушаться ритм дыхания. Максимальные кратковременные мышечные усилия выполняются при задержке дыхательных движений, так как появляется неподвижная опора для движений конечностей, а вспомогательные дыхательные мышцы высвобождаются для участия в выполнении трудовых действий.

Мышечная работа влияет на морфологический состав крови, повышая ее вязкость: увеличивается количество форменных элементов и уменьшается жидкая фаза крови.

Повышение обмена веществ в организме человека и расход энергии при работе ведут к повышению температуры тела на 1–1,5 °С и изменению уровня теплоотдачи. При мышечной работе, особенно средней тяжести и тяжелой, увеличивается теплоотдача испарением. Это приводит к потере воды до 6–8 л и более, вследствие чего возникают явления сгущения крови. С потом теряются соли, в особенности хлорид натрия. Одновременно происходит вымывание из организма водорастворимых витаминов С и группы В.

### **Физиологические сдвиги в организме при умственном труде**

При умственной работе обостряются восприятие, память, внимание, усиливается кровоснабжение мозга, повышается энергетический обмен нервных клеток, изменяются показатели биоэлектрической активности мозга. Любой умственный труд, в особенности работа оператора, ведет к нервно-эмоциональному напряжению. Чем ответственнее и опаснее работа, тем больше *нервно-эмоциональное напряжение*, ведущее к усилению сердечно-сосудистой деятельности, дыхания, энергетического обмена, повышению тонуса мускулатуры. Вследствие этого у человека развивается тахикардия, повышение артериального давления, появляются изменения на ЭКГ, увеличиваются легочная вентиляция и потребление кислорода, повышается температура тела, а также наблюдаются другие сдвиги со стороны вегетативных функций человека.

### **Физиологическое нормирование трудовой деятельности**

Необходимость регламентации напряжения физиологических функций обусловлена тем, что как перенапряжение отдельных органов и сис-

тем, так и недостаточная их нагрузка неблагоприятно отражаются на состоянии организма и снижают эффективность труда.

Нагрузка на организм при труде обусловлена:

1. Трудовой деятельностью.
2. Условиями производственной среды.

Ответная реакция организма в виде его напряжения является основной мерой оценки и нормирования трудовых нагрузок.

Задачей физиологического нормирования является регламентация деятельности человека, занятого различными видами труда, с учетом его возможностей и действия внешних факторов.

Под нормой следует понимать зону физиологических изменений, в границах которой сохраняются оптимальная жизнедеятельность и работоспособность человека. Выделяют два уровня нормирования нагрузки: предельный и оптимальный.

**Предельно допустимая нагрузка** — это величина рабочей нагрузки, которая у лиц, не имеющих противопоказаний к тяжелому или напряженному труду, не приводит в конце смены к переутомлению и при установленной длительности рабочей недели в течение всего трудового периода жизни не вызывает нарушения работоспособности и отклонений в состоянии здоровья.

**Оптимальная трудовая нагрузка** — это величина рабочей нагрузки, которая у лиц, допущенных к данному виду труда по состоянию здоровья, не приводит в конце смены к выраженному утомлению и обеспечивает оптимальную жизнедеятельность организма на протяжении всего трудового периода жизни и сохранение здоровья.

Для определения физического напряжения работающих используются общепринятые методы физиологических исследований.

Критериями напряжения организма при выполнении физической работы являются ЧСС, мощность энергозатрат, минутный объем дыхания с учетом вида выполняемой работы (общая, региональная, локальная), кожно-легочные влагопотери и процент снижения мышечной выносливости. При этом необходимо иметь усредненные данные для группы из 6–10 человек в возрасте 18–49 лет со стажем работы больше года.

Предельно допустимым уровнем физического напряжения при выполнении общей работы на протяжении 8-часовой смены является ЧСС, равная 100 уд./мин, при которой заметно не снижается работоспособность и производительность труда (оптимальный показатель — 85–95 уд./мин).

Используя принцип защиты временем, необходимо нормировать длительность работ, общее напряжение при которых превышает определенный уровень изменения физиологических показателей. Так, длительность операций, выполнение которых вызывает увеличение ЧСС до

140 уд./мин, следует ограничивать одним часом за смену для мужчин и 0,5 часа — для женщин.

Отклонение фактических данных физиологических показателей от рекомендуемых величин в сторону превышения служит основанием для проведения мероприятий по снижению трудовой нагрузки путем механизации, автоматизации трудовых операций, улучшения санитарно-гигиенической обстановки, рационализации режима труда и отдыха.

Репозиторий БГМУ

## **Гигиенические критерии оценки условий труда в зависимости от тяжести и напряженности трудового процесса**

Нагрузка на организм при труде, требующем мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения, классифицируется как **тяжесть труда** — характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы (ССС, ДС и др.) организма человека, обеспечивающие процесс труда.

Эмоциональная нагрузка на работника при труде, требующем интенсивной работы мозга по получению и переработке информации, определяется как **напряженность труда** — характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку на ЦНС и эмоциональную сферу человека.

СанПиН № 11-6-2002 РБ «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса (Гигиеническая классификация условий труда)» позволяет классифицировать труд по показателям тяжести и напряженности, сравнивать, производить гигиеническую оценку различных видов труда, определять пути и очередность проведения оздоровительных мероприятий, возможность предоставления рабочим тех или иных льгот (прил. 1, 2).

**По тяжести трудового процесса условия труда делятся на 3 класса:**

- 1-й — оптимальный (легкая физическая нагрузка);
- 2-й — допустимый (средняя физическая нагрузка);
- 3-й — вредный (тяжелый труд 1-й и 2-й степени).

**Основными показателями тяжести** трудового процесса являются:

- 1) физическая динамическая нагрузка;
- 2) масса вручную перемещаемого и поднимаемого груза;
- 3) стереотипные рабочие движения;
- 4) статическая нагрузка;
- 5) рабочая поза;
- 6) наклоны корпуса;
- 7) перемещение в пространстве.

*Физическая динамическая нагрузка* определяется в единицах внешней механической работы за смену (кгм). За одну операцию внешняя механическая работа подсчитывается путем умножения массы груза на расстояние его переноса и далее, умножая полученную величину на количество операций.

*Масса поднимаемого или перемещаемого груза* на протяжении смены определяется его взвешиванием на товарных весах с регистрацией максимальной величины. Для определения суммарной массы груза, перемещаемого в течение каждого часа, масса всех грузов суммируется.

*Стереотипные рабочие движения* подразделяются на локальные и региональные. Рабочее движение — однократное перемещение тела или его части из одного положения в другое.

*Статическая нагрузка* связана с удержанием обрабатываемого изделия, инструмента.

*Характер рабочей позы*: свободный, неудобный, фиксированный, вынужденный — определяется визуально.

*Число наклонов корпуса* определяют путем их подсчета за смену или за одну операцию с последующим умножением их количества на число операций в течение рабочего дня.

*Перемещение в пространстве* — переходы по горизонтали и вертикали, обусловленные технологическим процессом в течение смены. Определяется при помощи шагомера. Число шагов за смену умножается на длину шага (0,6 м).

Общая оценка труда по степени тяжести проводится на основании совокупности приведенных выше показателей.

Окончательная оценка устанавливается по показателю, отнесенному к наибольшему классу. При наличии двух и более показателей классов 3.1 и 3.2 общая оценка повышается на одну ступень соответственно 3.2 и 3.3.

**По напряженности трудового процесса условия труда также делятся на 3 класса:**

1-й — оптимальный (напряженность труда легкой степени);

2-й — допустимый (средней степени);

3-й — вредный (напряженный труд 1-й и 2-й степени).

**Основными показателями напряженности** трудового процесса являются:

1. Интеллектуальные нагрузки (необходимость принятия решения, восприятие сигналов и их оценка, решение простых и сложных задач, работа по индивидуальному графику или в условиях дефицита времени).

2. Сенсорные нагрузки (плотность сигналов и сообщений за 1 час работы, число производственных объектов одновременного слежения, наблюдение за экраном видеотерминала и т. д.).

3. Эмоциональные нагрузки (степень ответственности за результат собственной деятельности, значимость ошибок).

4. Монотонность нагрузки (определяется числом элементов (приемов), необходимых для выполнения производственного задания, или многократно повторяющихся операций).

5. Режим работы характеризуется фактической продолжительностью рабочего дня, сменностью работы, наличием регламентированных перерывов и их продолжительностью.

Общая оценка напряженности трудового процесса проводится следующим образом. Независимо от профессии учитываются все 22 показателя

теля, перечисленные в прил. 2. Не допускается выборочный учет каких-либо отдельно взятых показателей для общей оценки напряженности труда. По каждому из 22 показателей в отдельности определяется свой класс условий труда. В случае, если по характеру или особенностям профессиональной деятельности какой-либо показатель не представлен (например, отсутствует работа с экраном видеотерминала или оптическими приборами), то по нему ставится 1-й класс (оптимальный) — напряженность труда легкой степени.

При окончательной оценке напряженности труда устанавливаются:

1. Оптимальный (1-й класс) в тех случаях, когда 17 и более показателей имеют оценку 1-го класса, а остальные отнесены ко 2-му. При этом отсутствуют показатели, относящиеся к 3-му (вредному) классу.

2. Допустимый (2-й класс) в следующих случаях:

– когда 6 и более показателей отнесены ко 2-му классу, а остальные — к 1-му;

– от 1 до 5 показателей отнесены к 3.1 и/или 3.2 степеням вредности, а остальные показатели имеют оценку 1-го и/или 2-го классов.

3. Вредный (3-й) класс, когда 6 или более показателей отнесены к 3-му классу.

При этом труд напряженный 1-й степени (3.1) в тех случаях:

– когда 6 показателей имеют оценку только класса 3.1, а оставшиеся относятся к 1-му и/или 2-му классам;

– от 3 до 5 показателей отнесены к классу 3.1, а от 1 до 3 показателей — к классу 3.2.

Труд напряженный 2-й степени (3.2):

– когда 6 показателей отнесены к классу 3.2;

– более 6 показателей причислены к классу 3.1;

– от 1 до 5 показателей отнесены к классу 3.1, а от 4 до 5 показателей — к классу 3.2;

– 6 показателей причислены к классу 3.1 и имеются от 1 до 5 показателей класса 3.2.

В тех случаях, когда более 6 показателей имеют оценку 3.2, напряженность трудового процесса оценивается на одну степень выше — класс 3.3.

### **Работоспособность человека**

Эффективность труда зависит от двух главных факторов: *нагрузки* и *работоспособности*. Общая нагрузка состоит из следующих компонентов: предмет и орудия труда, организация рабочего места, гигиенические факторы производственной среды, технико-организационные мероприятия.

**Работоспособность человека** — величина функциональных возможностей организма, характеризующаяся количеством и качеством работы, выполненной за определенное время при максимальном напряжении.

Уровень функциональных возможностей человека зависит от условий труда, состояния здоровья, возраста, степени тренированности, мотивации к труду и др.

О работоспособности можно судить по производительности труда и скорости выполнения работы. Производительность и работоспособность характеризуются результатом работы, ее количеством и качеством.

В течение рабочего дня работоспособность изменяется по фазам (рис):

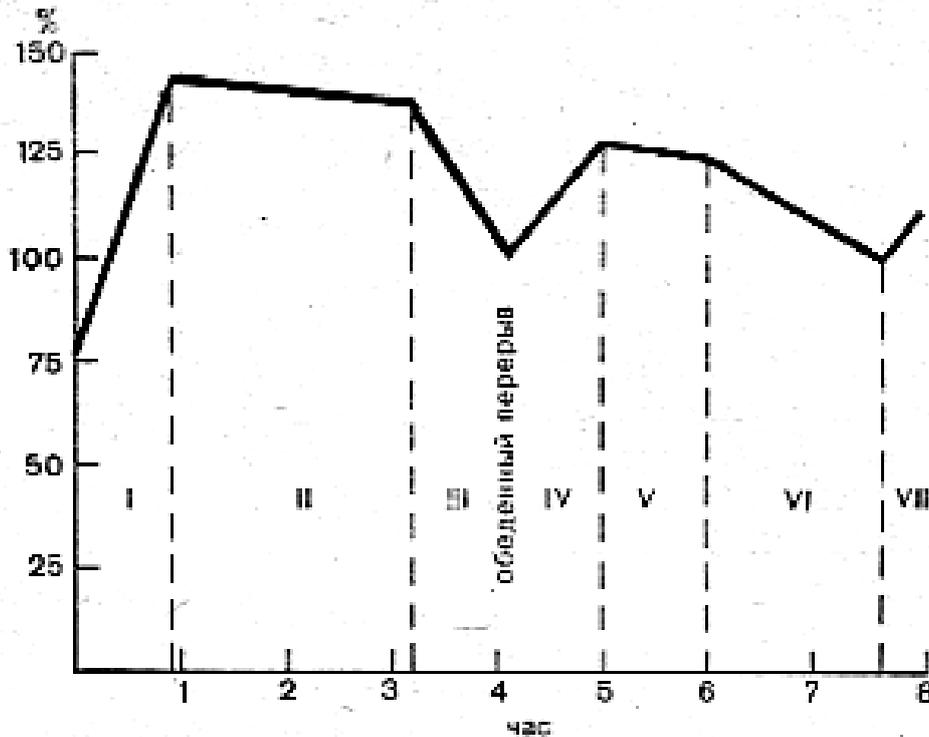


Рис. Динамика работоспособности в течении рабочего дня:

I, IV — период вработываемости; II, V — период высокой работоспособности; III, VI — период снижения работоспособности; VII — конечный порыв

**I фаза вработывания.** При физическом труде она длится от нескольких минут до 1,5 ч, при умственном труде — от 2 до 2,5 ч. Длительность I фазы зависит от характера труда и индивидуальных особенностей организма человека.

**II фаза устойчивой работоспособности.** Длится от 2 до 2,5 ч и более (75 % рабочего времени смены) и зависит от степени нервно-эмоционального напряжения, физической тяжести, гигиенических условий труда.

**III фаза понижение работоспособности** наблюдается к обеденному перерыву. У человека снижается внимание, появляются лишние движения и ошибочные реакции, замедляется скорость решения производственных задач.

Динамика работоспособности повторяется и после обеденного перерыва, но с небольшими изменениями: фаза вработываемости протекает быстрее, фаза устойчивой работоспособности менее длительная, фаза снижения работоспособности наступает быстрее. Перед самым концом работы наблюдается кратковременное повышение работоспособности — **конечный порыв (IV фаза)**.

Оценка работоспособности производится путем исследования состояния сердечно-сосудистой, дыхательной и мышечной систем. Кроме того, о ее состоянии, можно еще судить по динамике утомления, вероятностью возникновения которого являются увеличение времени выполнения производственных операций, рост числа ошибок, стихийно возникающих микропауз.

## **Физиологические методы исследования состояния организма**

### **Исследование функционального состояния ЦНС**

К специфическим методам оценки функционального состояния высшей нервной системы относятся исследования *подвижности нервных процессов, памяти, внимания*.

Исследование **подвижности нервных процессов** производится с помощью тестов, которые учитывают быстроту реагирования человека, зависящую от его типологических особенностей. К числу таких методов следует отнести измерение времени условно-рефлекторной реакции на свет, звук, теппинг-тест и др. Для этого применяют универсальный хроно-рефлексометр, который позволяет измерить время условно-рефлекторной реакции на свет и звук.

Методика работы с данным прибором следующая: обследуемый садится перед выносным блоком, на который подаются раздражители и в который вмонтирована кнопка, останавливающая электронный счетчик. Испытуемый должен, как можно быстрее, нажать на кнопку после подачи сигнала (палец на кнопке). Исследователь сидит перед панелью управления. Перед началом исследования специальной рукояткой показатели электронного счетчика (декатроны) обнуляются. Затем надавливанием ключа подается раздражитель. После нажатия испытуемым кнопки, ключ отпускается. По показателям декатронов определяется скрытое время реакции в миллисекундах. Дается серия из 3 последовательных сигналов и высчитывается средний показатель времени реакции. Результаты исследования заносятся в протокол.

Уменьшение времени латентного периода на раздражитель можно рассматривать как преобладание в коре мозга возбуждательного процесса, а удлинение — как торможение.

Исследование внимания позволяет определить концентрацию, устойчивость, объем, распределение и переключение внимания — важнейшие характеристики, необходимые человеку-оператору.

Для оценки устойчивости внимания используются таблицы Анфимова. Обследуемый, просматривая каждую строчку таблицы слева направо, вычеркивает обусловленные заданием определенные буквы, отмечая по команде экспериментатора конец каждой минуты вертикальной чертой в том месте строки, которую он прочитывал в данный момент. Задание выполняется на протяжении 5 мин. Учитывается количество просмотренных букв и общее количество ошибок. Оценка результатов проводится по показателям внимания (ПВ) и интенсивности внимания (ИВ) и заносится в протокол результатов исследования:

$$\text{ИВ} = \frac{\text{КБ}}{\text{КИ}} \times 100; \quad \text{ПВ} = \frac{\text{КЗ}}{\text{КО} + 1},$$

где КБ — количество просмотренных букв; КИ — общее число букв; ПВ — показатель внимания; КЗ — количество знаков, просмотренных за 1 мин; КО — количество ошибок.

Быстрота обработки таблицы за 5 мин оценивается по следующей системе:

- 1) более 1000 знаков — отлично;
- 2) 800–1000 — хорошо;
- 3) 700–800 — удовлетворительно;
- 4) менее 700 — плохо.

Количество допущенных ошибок оценивается следующим образом:

- 1) 2 ошибки и менее — отлично;
- 2) 3–5 — хорошо;
- 3) 6–10 — удовлетворительно;
- 4) 11 и более — плохо.

Для суждения о **переключаемости внимания** применяется метод отыскивания чисел с переключением (табл. Платонова). Метод направлен на определение объема, переключения и распределения внимания. Исследуемому демонстрируется одновременно две таблицы (черная и красная) с цифрами от 1 до 24. Он должен находить черные и красные числа, попеременно называя сначала одно черное, затем одно красное. Черные числа следует отыскивать в возрастающем порядке, а красные — в убывающем или наоборот, при этом работать необходимо, как можно быстрее.

При оценке результатов учитывается время выполнения задания, количество и характер ошибок. Выполнение задания в течение 2 мин свидетельствует о хорошем качестве внимания, больше 3 мин — о недостаточной функции внимания. Немногочисленные ошибки, выражающиеся заменой чисел по цвету, не являются серьезными. Более важными считаются ошибки порядка счета чисел. Например, некоторые исследуемые,

дойдя до середины таблицы, начинают называть числа обоих рядов в возрастающем или убывающем порядке. Подобные ошибки, если они не исправляются исследуемым и продолжаются до конца опыта, свидетельствуют о трудности переключения внимания.

Определение **тремора кисти** используется для объективного изучения состояния человека в условиях трудовой деятельности. Тремор представляет собой нарушение координации движений, выражающееся в возникновении дрожательных движений тела в целом, головы или конечностей. Частота движений рук может колебаться в значительных пределах, причем тремор, составляющий 8–12 колеб./с, считается частым, 5–8 — средним, 3–5 — медленным. Амплитуда тремора не зависит от его частоты и бывает от едва различимой до весьма большой, достигая нескольких сантиметров. Регистрацию тремора кисти можно осуществить с помощью электротреморометра, который производит подсчет касаний, происходящих при проведении металлической указки через фигурные пазы пластины.

Исследование **кратковременной памяти** является информативным тестом при физиологической оценке операторских профессий. Исследуемому в течение 10 с называют 10 однозначных цифр и предлагают в течение 1 мин записать числа в последовательности, в которой они назывались. Под записанным рядом цифр под диктовку производится правильная запись. Число совпадений обводится кругом. Об отличной памяти свидетельствует 8 и более совпадений.

### **Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы**

Степень учащения пульса характеризует реактивность организма и позволяет судить об интенсивности нагрузки: чем тяжелее работа, тем больше частота пульса. Для характеристики мышечной работы следует учитывать, кроме частоты пульса, скорость его восстановления после работы. Поэтому применение функциональных проб (ходьба по лестнице, бег на месте, ортостатическая проба) дает представление о реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку и о скорости восстановления ее показателей после совершения работы.

Регистрацию пульса проводят пальпаторно или визуально по шкале пульсотометра. Кровяное давление (систолическое и диастолическое) измеряют на плечевой артерии по методу Короткова, а пульсовое давление находят как разность между систолическим и диастолическим.

По характеру изменения систолического и диастолического давления, частоты пульса после нагрузки и времени восстановления этих параметров к исходным величинам в покое принято различать 5 типов реакции организма на нагрузку:

– **нормотонический.** Характеризуется адекватным нагрузке увеличением ЧСС (на 25–75 %), повышением АД систолического (на 15–30 %) и снижением АД диастолического (на 10–35 %), восстановительным периодом до 3 мин;

– **дистонический.** Характеризуется умеренным возрастанием ЧСС, небольшим повышением АД систолического (до 40 %) и прослушиванием до 0 (эффект «бесконечного тона») АД диастолического. При возвращении АД диастолического к исходным величинам на 1–2-й мин восстановления данный тип реакции расценивается как вариант нормы, при сохранении феномена «бесконечного тона» более длительное время — как неблагоприятный признак;

– **гипертонический.** Характеризуется неадекватным нагрузке возрастанием ЧСС и АД систолического (до 190–200 мм рт. ст.). АД диастолическое остается неизменным или несколько повышается (не более 10 мм рт. ст.). Время восстановления ЧСС и АД резко увеличено (4–5 мин и более). Данный тип реакции свидетельствует о нарушении регуляторных механизмов сердца, наблюдается при артериальной гипертензии и хроническом перенапряжении ЦНС (НЦД по гипертоническому типу);

– **ступенчатый.** Характеризуется реакцией ступенчатого подъема АД систолического, которое повышается на 2-й и 3-й мин восстановительного периода, что отражает инерционность регуляторных систем кровообращения, и замедленным (более 3 мин) периодом восстановления;

– **гипотонический.** Характеризуется резким, неадекватным нагрузке, возрастанием ЧСС (на 120–150 %) при отсутствии значимых изменений максимального, минимального АД с замедленным (более 3 мин) восстановлением ЧСС.

Благоприятными типами реакции являются нормотонический и дистонический при условии быстрого восстановления (до 2 мин) исходных величин ЧСС и АД. Остальные типы реакции являются неблагоприятными, атипичными.

Для оценки тренированности и согласованности работы дыхательной и сердечно-сосудистой систем рассчитываются специальные индексы и коэффициенты:

1. *Коэффициент соотношения пульс–дыхание (КСПД)* отражает взаимосвязь дыхательной и сердечно-сосудистой систем при нагрузке. В состоянии покоя КСПД близок к 4–5, при физических нагрузках его значение возрастает. Он показывает напряженность работы двух систем и их взаимообусловленность. Чем ближе КСПД к исходным значениям, тем более слаженно работают системы дыхания и кровообращения. Резкое увеличение КСПД говорит о перенапряжении сердечно-сосудистой системы, тогда как его снижение свидетельствует о процессах декомпенсации в дыхательной системе.

2. *Коэффициент выносливости (КВ)* используют для оценки тренированности сердечно-сосудистой системы к выполнению физической нагрузки. КВ отражает сократительную способность миокарда и психофизиологическое состояние организма.

КВ определяется по формуле:  $КВ = (ЧСС \times 10) / ПД$ , где ПД — пульсовое давление, которое приблизительно соответствует систолическому объему крови, выбрасываемому сердцем за одну систолу.

Оценка КВ: показатель КВ, равный 12 баллам и менее, оценивается на «отлично», 13–15 — «хорошо», 16–20 — «удовлетворительно», 21–25 баллов — «неудовлетворительно». Увеличение коэффициента, связанное с уменьшением ПД, свидетельствует о детренированности сердечно-сосудистой системы.

*Показатель качества реакции (ПКР)* служит для той же цели и может характеризовать период восстановления после выполнения человеком интенсивной работы:

$$ПКР = \frac{ПД_2 - ПД_1}{П_1 - П_2},$$

где ПД<sub>1</sub> и П<sub>1</sub> — пульсовое давление и пульс до нагрузки; ПД<sub>2</sub> и П<sub>2</sub> — пульсовое давление и пульс после нагрузки.

У здорового человека ПКР меньше 1, увеличение свидетельствует о неблагоприятной реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку.

### **Исследование внешнего дыхания**

Функциональное состояние дыхательного аппарата оценивают при помощи количественных (частота, глубина дыхания, минутный объем дыхания, жизненная емкость легких), так и качественных (ритм) показателей.

При мышечной работе изменяются частота и глубина дыхательных движений, их изменение зависит от интенсивности нагрузки и тренированности человека.

**Частота дыхания** (количество дыхательных движений в 1 мин) определяется путем визуального наблюдения за дыхательными экскурсиями грудной клетки.

**Минутный объем дыхания (МОД)**, или легочная вентиляция — объем воздуха, который вентилируется в легких за 1 мин для обеспечения организма необходимым количеством кислорода, выведения углекислого газа. Рассчитывают по объему воздуха, выдыхаемого испытуемым за определенное время (3–5 мин), с последующим делением данной величины на число минут. МОД в покое у мужчин составляет 5–7 л, у женщин — на 20–25 % ниже. Для исследования МОД используется метод спирометрии.

**Глубина дыхания** определяется либо как частное от деления минутного объема дыхания (МОД) в мл на число дыханий в 1 мин, либо методом спирометрии по величине амплитуды дыхательных движений. Час-

тата дыхания колеблется от 12–16 циклов в 1 мин, возрастая при работе до 40, глубина вдоха от 300 до 900 мл.

**Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)** состоит из дыхательного объема — объема воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого при каждом дыхательном цикле (обычно около 500 мл), дополнительного объема — объема воздуха, поступающего в легкие при максимальном вдохе (около 1500 мл), и резервного объема, который можно максимально выдохнуть после спокойного выдоха (около 1500 мл). Определение ЖЕЛ производится с помощью графической регистрации на спирографах различных систем.

Измерение **газообмена** необходимо для определения величины энерготрат при выполнении различных видов физических работ с преобладанием динамического компонента.

Среди методов определения величины энерготрат широко используется метод непрямой калориметрии, включающий в себя обязательное измерение газообмена, под которым понимают процессы поглощения организмом кислорода из выдыхаемого воздуха и выделения углекислого газа.

Для определения кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе используются газоанализаторы, которые могут быть химическими и физическими (бывают электрические, магнитные и др.). В химических газоанализаторах применяют метод избирательного поглощения углекислого газа и кислорода различными химическими соединениями с последующим определением объемов данных элементов. Определив количество потребленного кислорода и выделенного углекислого газа, рассчитывают дыхательный коэффициент ( $CO_2/O_2$ ). По его величине определяют калорический эквивалент кислорода, умножая который на количество потребленного кислорода, получают величину энерготрат. Для ориентировочного расчета величины энерготрат можно использовать следующие формулы:

- 1) для региональной работы —  $E$  (кДЖ) = 4,18 (–0,52 + 0,17 МОД);
- 2) локальной работы —  $E$  (кДЖ) = 4,18 (1,27 + 0,04 МОД).

Коэффициент 4,18 служит для перевода килокалорий в килоджоули.

### **Исследование мышечной работоспособности**

Для оценки состояния мышечной системы могут быть использованы методы эргографии, динамометрии, электромиографии, хронаксиметрии, электротренировки и др.

**Эргография.** Принцип метода основан на нагрузке в виде дозированной работы пальца либо всей кисти, производимой в определенном темпе и с максимальным усилием. Показатели, характеризующие состояние мышечной работоспособности, вычисляют по записанной во время работы эргограмме.

**Динамометрия.** Метод определения силы мышц широко применяется в физиологии труда в тех случаях, когда изучаемый труд связан со значительной физической нагрузкой. Для определения используют дина-

мометры различных конструкций, позволяющие измерить силу мышц кисти, плеча, спины, нижних конечностей, дыхательных мышц и др.

В условиях тяжелой физической работы, сопровождающейся двигательным утомлением, сила мышц, как правило, снижается. При небольших нагрузках и незначительном утомлении уровень силы может не изменяться или даже увеличиваться. Если снижение силы большей частью и указывает на утомление, то повышение ее еще не свидетельствует о сохранении исходного уровня работоспособности. Поэтому динамометрические исследования целесообразно дополнять определением выносливости мышц к статической нагрузке. Уровень выносливости обычно определяется тем временем, в течение которого исследуемый способен поддерживать строго дозированное усилие. Показатель выносливости находится в прямой зависимости от тяжести рабочей нагрузки и является более чувствительным показателем функционального состояния мышечной системы; снижение выносливости наступает тогда, когда сила мышц еще не изменилась. В основе этого явления лежит нарушение координационных связей в соответствующих нервных центрах.

Для определения **мышечной силы** кисти применяются ртутные или пружинные динамометры. Измерения проводятся 2–3 раза, регистрируется наибольший результат.

Определение **статической выносливости мышц**. Прежде чем определить мышечную выносливость, устанавливают максимальную силу мышц кисти. Затем под визуальным контролем в этом же положении руки исследуемый поддерживает усилие, составляющее 50–70 % максимальной силы кисти, до наступления полного утомления. Время данного усилия, отмеченное по секундомеру, характеризует мышечную выносливость.

Максимальный объем мышечной работы у каждого человека ограничен индивидуальным пределом затрат энергии, который лимитируется возможностями доставки необходимого количества кислорода для обеспечения уровня обменных процессов. Показателем предельных энергетических затрат организма является величина *максимального потребления кислорода (МПК)*, которая чем выше, тем тяжелее работа.

*Потребление кислорода в покое — 200–300 мл/мин, при работе увеличивается в 10–15 раз.*

### **Исследование теплового состояния организма**

Тепловое состояние — результат процессов терморегуляции. Терморегуляция представляет собой совокупность физиологических процессов, направленных на поддержание температуры тела в определенных границах и обеспечивающих соответствие между теплопродукцией и теплоотдачей организма в зависимости от колебаний температуры окружающей среды. Мышечная работа вызывает у работающего перестройку терморегуляции за счет усиления обмена веществ и энерготрат. Углубление

процессов терморегуляции происходит и при воздействии неблагоприятного микроклимата, приводя в определенных условиях к развитию патологических состояний (перегрева или переохлаждения).

Тепловое состояние можно оценить по субъективным (теплоощущения) и объективным показателям (температура кожи и тела, показатели сердечно-сосудистой, дыхательной систем, газообмена).

**Оценка теплоощущений работающих.** Теплоощущения — субъективное выражение реакции организма на воздействие термического раздражителя. Оценку проводят по пятибалльной шкале: 1 — холодно, 2 — прохладно, 3 — хорошо (комфорт), 4 — тепло, 5 — жарко.

**Измерение температуры кожи.** Для этой цели применяют ртутные и более совершенные электротермометры. Измерение температуры кожи для оценки ее динамики необходимо производить строго в определенных точках: на лбу (точка, расположенная между надбровными дугами на 0,5 см выше их верхнего края), на груди (у верхнего края грудины), на кистях (с тыльной стороны между основаниями первых фаланг большого и указательного пальцев). При комфортном тепловом состоянии температуры кожи лба и груди находятся на уровне 32–33 °С, а кожи кисти — на уровне 30–31 °С. При неблагоприятных микроклиматических условиях, например высокой температуре воздуха, температура кожи может изменяться до 35–35,5 °С — критической температуры, так как при ее достижении начинается активная секреция пота, лимитирующая рост кожной температуры. При воздействии низких температур температура кожи, особенно открытых поверхностей, снижается на 10 °С и более (дискомфортное теплоощущение).

**Измерение температуры тела.** Обычно температуру тела измеряют в подмышечной впадине или под языком, используя медицинский термометр. В ряде случаев измеряют ректальную температуру. Температура тела человека отличается постоянством, обусловленным регуляцией теплопродукции и теплоотдачи, в норме колеблется в пределах 36,1–36,8 °С. Даже небольшое повышение температуры тела является важным физиологическим показателем усиления терморегуляции организма.

Повышение температуры тела у работающих до 38–39 °С в условиях высокой температуры воздуха (особенно в сочетании с большой влажностью воздуха, затрудняющей испарение пота) свидетельствует о расстройстве терморегуляции и возможности развития теплового удара. При измерении необходимо помнить, что интенсивная работа даже в комфортных микроклиматических условиях может приводить к повышению температуры до 37,5–37,7 °С.

При определении **теплового баланса** используются расчетные и экспериментальные методы исследования. Положительный тепловой баланс (теплообразование превышает теплоотдачу) отмечается при работе в

условиях нагревающего микроклимата, при выполнении тяжелой работы в нормальных микроклиматических условиях, а также в условиях затрудненной теплоотдачи (при несоответствии спецодежды и др.). Нулевой баланс свидетельствует об удовлетворительных условиях отдачи тепла организмом рабочего, выполняющего работу той или иной тяжести в определенных микроклиматических условиях. Отрицательный тепловой баланс (теплоотдача превышает теплообразование) указывает на возможность переохлаждения организма.

Тепловой баланс рассчитывается на основании температуры тела (температура «ядра») и средневзвешенной температуры кожи (температура оболочки) с использованием формул и таблиц.

### **Утомление, теории возникновения и меры его профилактики**

**Утомление** — состояние, сопровождающееся чувством усталости, снижением работоспособности, вызванное интенсивной или длительной деятельностью, выражающееся в ухудшении количественных и качественных показателей работы и прекращающееся после отдыха.

Теорий возникновения утомления множество:

- как следствие истощения энергетических ресурсов мышцы;
- результат недостаточного снабжения кислородом мышечных тканей и нарушение в них окислительных процессов (теория задушения);
- следствие засорения тканей продуктами обмена;
- это избыточное накопление в мышцах молочной кислоты.

Данные теории определяли утомление как процесс, происходящий только лишь в мышцах. Они не принимали во внимание координирующую роль ЦНС. И. М. Сеченов доказал, что ощущение усталости лежит не в мышцах, а в нарушении деятельности нервных клеток мозга. И. П. Павлов считал, что утомление носит охранительный характер. Ограничивая работоспособность центров мозга, оно оберегает нервные клетки от перенапряжения и гибели. А. А. Ухтомский предполагал, что при утомлении рабочая доминанта в очаге возбуждения угасает.

В настоящее время популярна *центрально-нервная теория* утомления, при которой не исключается возможное влияние местных процессов, происходящих в мышцах и других работающих органах (недостаток кислорода, истощение питательных веществ, молочной кислоты и др.), на возникновение утомления. Они ускоряют усталость, а за счет обратных связей изменяют функциональное состояние ЦНС. *Утомление — целостный процесс, защищающий ЦНС и проявляющийся в физиологических механизмах ограничения работоспособности.*

Картины физического и умственного утомления сходны, они влияют друг на друга. Так, при тяжелом физическом утомлении умственная рабо-

та малопродуктивна, так же как и при умственном утомлении падает мышечная работоспособность. Считается, что эти явления обусловлены иррадиацией торможения из наиболее утомленных центров на соседние. При умственной работе наблюдаются элементы мышечного утомления, ведь пребывание в определенной позе ведет к усталости соответствующих групп мышц. При умственном утомлении отмечается расстройство внимания, ухудшается память, ослабляется координация движений. Возобновление работы на фоне медленно развивающегося утомления приводит к тому, что сохранившиеся следы утомления накапливаются, оно переходит в переутомление, при котором отмечаются головная боль, чувство тяжести в голове, вялость, снижение памяти, нарушение сна.

### **Пути сохранения работоспособности и повышение производительности труда. Научная организация труда**

Основным направлением в профилактике утомления и повышении работоспособности является механизация трудоемких работ, автоматизация технологического процесса, усовершенствование ручного инструмента (уменьшение его массы, рациональные формы и покрытие рукояток).

Основным средством повышения производительности труда является научная его организация (НОТ) — реализация достижений науки в практике организации трудовой деятельности с целью ее оптимизации.

Основными формами НОТ являются:

- создание благоприятных санитарно-гигиенических условий труда на каждом рабочем месте;
- рационализация самого трудового процесса, способствующая экономии усилий и движений;
- создание благоприятного внутреннего режима труда и отдыха;
- рациональная организация вне рабочего времени.

Врач по гигиене труда участвует в оценке и разработке мероприятий первых трех форм НОТ.

Для создания благоприятных санитарно-гигиенических условий труда в цехах проводятся оздоровительные мероприятия, способствующие поддержанию параметров вредных производственных факторов в пределах допустимых величин. Снижение загазованности и запыленности, шума и вибрации, создание оптимального микроклимата — все это служит профилактике заболеваемости среди рабочих и является необходимым условием высокой работоспособности.

При рационализации трудового процесса используют принципы эргономики: соблюдение физиологических и психологических требований при конструировании машин и другого оборудования, организации и планировке рабочих мест. При конструировании машин должны быть предусмотрены меры по устранению лишних движений рабочего: ликвидации

наклонов туловища, переходов и др. Важно также соблюдать принцип экономии усилий, который достигается созданием удобных размеров и формы рукоятки инструментов и различных органов управления. Необходимо учитывать рациональное направление действия силы человека.

**В профилактике утомления** большую роль играют **правильно устроенное рабочее место и свободная, ненапряженная рабочая поза**, которая поддерживается за счет минимума активного напряжения мышц. Это имеет место при вертикальном или слегка наклонном положении корпуса. Работа может выполняться в позе сидя, стоя, а иногда периодически то в той, то в другой позе. Поза сидя менее утомительна, чем поза стоя, так как больше устойчивость тела, меньше напряжение мышц, обеспечивающих сохранение позы, меньше давление на сердечно-сосудистую систему, точность рабочих движений выше.

Поза стоя лучше, если оператор в течение смены должен свободно передвигаться между станками или другим оборудованием. Возможности для обзора и передвижения при данной позе максимальны, движения можно совершать с большим размахом. Однако нагрузка на мышцы ног и органы кровообращения больше, энергозатраты выше, чем при позе сидя на 6–10 %. Для снижения статических усилий в позе сидя используют физиологически обоснованные конструкции рабочей мебели: стола, стула, подставки для ног. Регулируемость высоты стула, наличие спинки, подлокотников снижает утомительность пребывания в позе сидя. Целесообразна поза сидя–стоя, когда рабочий сам выбирает удобную позу, может менять группы работающих мышц и восстанавливать кровообращение в застойных участках тела.

Рабочее место рассматривается как эргономическая система, включающая человека и производственное оборудование (станок). Основной принцип эргономической оценки рабочего места — определение его соответствия антропометрическим и психофизиологическим показателям рабочего.

Создание благоприятного внутрисменного режима труда и отдыха достигается правильным чередованием периодов работы и перерывов. Для оценки внутрисменных режимов труда и отдыха используют *психофизиологические, медицинские, социологические и экономические* показатели. Экономические критерии включают расчет показателей повышения времени использования оборудования, снижения брака, увеличения выработки и т. д.

Социологические критерии оценивают уровень организации труда (отсутствие штурмовщины, ритмичность и т. д.).

К медицинским критериям относятся уровень заболеваемости с временной утратой трудоспособности, рост профессиональных заболеваний и т. д.

Основой для разработки и оценки внутрисменного режима труда служит **динамика работоспособности**, о которой судят по психофизиологическим критериям. Работоспособность на протяжении смены проходит ряд стадий: период вработываемости, период высокой работоспособности, ее снижение. Следовательно, отдых следует назначить в начале стадии снижения работоспособности. Чем тяжелее работа, тем более длительным должен быть перерыв. Для большинства видов работ оптимальная длительность одного перерыва составляет 5–10 мин. Расчетное время отдыха должно быть рационально распределено на отдельные регламентированные перерывы в течение смены в соответствии со следующими положениями:

а) степень утомления во второй половине дня большая, чем в первой, поэтому время на отдых следует распределять так: 30–40 % в первой половине дня и 60–70 % — во второй половине дня;

б) за период обеденного перерыва работающий частично отдыхает, поэтому включать второй перерыв на отдых до обеда нецелесообразно;

в) после обеда утомление нарастает более быстро, поэтому регламентированный перерыв целесообразно назначать через 1–1,5 ч от начала второй половины смены;

г) интенсивность труда снижается во время заключительных работ, поэтому не следует назначать последний перерыв на отдых позже, чем за 1–1,5 ч до окончания смены.

При работах, характеризующихся гиподинамией, отдых должен быть активным (производственная гимнастика), при работах со значительной физической нагрузкой — пассивным (отдых в комнате психологической разгрузки и т. д.)

Критериями рациональности разработанного режима труда и отдыха является улучшение социально-экономических, медицинских, а также психофизиологических показателей. При правильной организации рабочей смены период высокой работоспособности должен составлять не менее 75 % рабочего времени в первой половине смены и 65 % во второй. Период вработываемости не должен превышать 40 мин в начале смены и 20 мин после обеденного перерыва. Об улучшении функционального состояния организма рабочего в течение смены вследствие рационализации его режима труда и отдыха свидетельствует *устойчивость физиологических функций*. Принято исследовать не менее трех функциональных систем, например ЦНС, ССС и нервно-мышечную или ССС, дыхательную и функцию анализаторов. Оценка показателей проводится либо по их абсолютным величинам (частота сердечных сокращений, АД, энергозатраты), либо по относительным значениям, выраженным в процентах по отношению к исходному уровню, принятому за 100.

## **Хронометражные исследования**

Проведение психофизиологических исследований на производстве сочетают с хронометражными наблюдениями, которые позволяют выявить динамику работоспособности в течение рабочего дня, время воздействия на организм работающих вредных факторов производственной среды, организацию трудового процесса, производительность труда и т. д. Хронометраж — это запись по секундомеру времени и последовательности выполнения отдельных операций.

Прежде чем приступить к хронометражному наблюдению, необходимо ознакомиться с технологическим процессом на данном участке производства, составить схему последовательности выполняемых операций (с выделением основной) и воздействия вредных факторов.

Обычно используют два способа хронометражных наблюдений: «фотографию» рабочего дня (грубую или детальную), отражающую организацию производственного процесса, и детальный выборочный хронометраж. «Грубая фотография» — регистрация времени выполнения работы и простоев. «Детальная фотография» — регистрация времени выполнения основной, и вспомогательной (подсобной) работы и видов простоев (производственные, личные, микропаузы и другие перерывы в работе). Результаты «фотографии» рабочего дня выражаются в процентах по отношению к продолжительности смены и позволяют выявить организацию трудового процесса (режим труда, ритм работы, время, расходуемое на простои и ремонт оборудования, исправление брака, личные и производственные отвлечения).

В гигиене труда при обследовании отдельных профессий (токарь, швея, гальваник, маляр и др.) проводят детальный выборочный хронометраж, который заключается в определении элементов, из которых состоит операция, и регистрации продолжительности их выполнения. Учет ведут по текущему времени, то есть не останавливая секундомер, а лишь отмечая время окончания каждого элемента операции. В итоге прослеживается продолжительность каждого элемента и всей операции в целом. Исследования проводят несколько раз за смену для выявления динамики работоспособности на протяжении рабочего дня, продолжительности воздействия вредных факторов (вынужденной позы, времени сосредоточенного наблюдения, вибрации, шума и др.).

### **Методика проведения физиологических исследований на производстве**

На начальном этапе определяются цели исследований:

– изучение влияния новых форм трудовой деятельности на организм человека;

- определение тяжести и напряженности труда;
- исследование режима труда и отдыха на производстве.

На втором этапе изучаются содержание и организация трудовой деятельности путем знакомства с технологическим процессом, установлением вида выполняемой работы: динамической (по внешнему проявлению деятельности — положительная, отрицательная) и статической; по степени вовлечения мышц — общей, региональной, локальной. Затем проводится хронометраж («фотография» рабочего дня и детальный выборочный хронометраж) и дается эргономическая оценка работы (величина перемещаемого груза, расстояние перемещения груза, мощность работы, статические нагрузки). Проводится оценка рабочих поз и организации рабочего места, выявляются системы организма, наиболее и наименее загруженные при выполнении изучаемой работы.

На третьем этапе осуществляется выбор методов исследования состояния нервной (хронорефлексометрия; внимание, память, эмоциональное напряжение), сердечно-сосудистой (пульс, артериальное и пульсовое давление, ударный и минутный объем крови), дыхательной (частота и глубина дыхания, МОД, ЖЕЛ) систем и опорно-двигательного аппарата (сила, выносливость; треморометрия), а также расчетным методом определяются энерготраты.

Для проведения исследований следует:

1. Подобрать группу испытуемых в возрасте 25–49 лет, не менее 10–12 человек, однородную по полу, возрасту, стажу работы в данной профессии. Лица, включаемые в группу, должны быть практически здоровы.
2. Накануне опыта провести тренировочные исследования и инструктаж с рабочими о целях и задачах исследования.
3. Проанализировать функциональное состояние организма в динамике рабочего дня: перед началом работы (период вработываемости), через 1,5–2 ч (период устойчивой работоспособности), перед обеденным перерывом и после него, а также за 20–30 мин до конца рабочего дня (период снижения работоспособности и конечный порыв).

Полученные результаты статистически обрабатываются, оформляются в виде таблиц и графиков и используются для определения:

- динамики работоспособности в течение рабочей смены по изменению физиологических показателей;
- тяжести работ по энерготратам;
- тяжести и напряженности труда по эргономическим показателям;
- степени физического напряжения организма работающих.

На основании проведенных исследований разрабатываются рациональный режим труда и отдыха, мероприятия по снижению трудовой нагрузки и улучшению условий труда.

## Ситуационные задачи

Алгоритм решения ситуационных задач:

### 1. Пример оценки тяжести труда.

#### ПРОТОКОЛ

оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса

Ф. И. О.: Иванова В. Д., пол: ж.

Профессия: укладчица хлеба.

Производство: хлебозавод. Краткое описание выполняемой работы: работница вручную в позе стоя (до 75 % времени смены) кладет готовый хлеб с укладочного стола в лотки. Одновременно берет 2 батона (в каждой руке по батону), весом 0,4 кг каждый (одноразовый подъем груза составляет 0,8 кг), и переносит на расстояние 0,8 м. Всего за смену укладчица укладывает 550 лотков, в каждом из которых по 20 батонов. Следовательно, за смену она укладывает 11 000 батонов. При переносе со стола в лоток работница удерживает батоны в течение 3 с. Лотки, в которые складывается хлеб, стоят в контейнерах и при укладке в нижние ряды работница вынуждена совершать глубокие (более 30 °) наклоны, число которых достигает 200 за смену.

Проведем расчеты:

1.1. Физическая динамическая нагрузка (ФДН):  $0,8 \text{ кг} \times 0,8 \text{ м} \times 5500 \text{ раз}$  (так как за один раз работница поднимает 2 батона) = 3520 кгм — класс 3.1.

2.2. Масса одноразового подъема груза: 0,8 кг — класс 1.

2.3. Суммарная масса груза в течение каждого часа смены —  $0,8 \text{ кг} \times 5500 \text{ раз} = 4400 \text{ кг}$  и разделить на 8 ч работы в смену = 550 кг — класс 3.1.

3.2. Стереотипные движения (региональная нагрузка на мышцы рук и плечевого пояса): количество движений при укладке хлеба за смену достигает 21 000 — класс 3.1.

4.1–4.2. Статическая нагрузка одной рукой:  $0,4 \text{ кг} \times 3 \text{ с} = 1,2 \text{ кгс}$  (так как батон удерживается в течение 3 с). Статистическая нагрузка за смену одной рукой —  $1,2 \text{ кгс} \times 5500 = 6600 \text{ кгс}$ , двумя руками — 13 200 кгс (класс 1).

5. Рабочая поза: поза стоя — до 80 % времени смены (класс 3.1).

6. Наклоны корпуса за смену — 200 (класс 3.1).

7. Перемещение в пространстве: работница в основном стоит на месте, передвижения незначительные — до 1,5 км за смену.

Вносим показатели в таблицу протокола (табл. 1):

## Показатели тяжести труда

№ п/п	Показатели	Фактические значения	Класс
1.	Физическая динамическая нагрузка (кгм):		
1.1.	Региональная — перемещение груза до 1 м <	3520	3.1
1.2.	Общая нагрузка: перемещение груза: – от 1 до 5 м; – более 5 м		
2.	Масса поднимаемого и перемещаемого вручную груза (кг):		
2.1.	При чередовании с другой работой.	0,8	1
2.2.	Постоянно в течение смены		
2.3.	Суммарная масса за каждый час смены: с рабочей поверхности; пола	550	3.1
3.	Стереотипные рабочие движения (кол-во):		
3.1.	Локальная нагрузка.		
3.2.	Региональная нагрузка	21 000	3.1
4.	Статическая нагрузка (кгс, с):		
4.1.	Одной рукой.	6600	1
4.2.	Двумя руками.	13 200	1
4.3.	С участием мышц корпуса и ног		
5.	Рабочая поза	стоя до 80 %	3.1
6.	Наклоны корпуса (кол-во за смену)	200	3.1
7.	Перемещения в пространстве (км):		
7.1.	По горизонтали.	1,5	1
7.2.	Вертикали		
Окончательная оценка тяжести труда			3.2

Итак, из 9 показателей, характеризующих тяжесть труда, 5 относятся к классу 3.1. Учитывая пояснения настоящих санитарных правил (при наличии 2 и более показателей класса 3.1, общая оценка повышается на одну степень), окончательная оценка тяжести трудового процесса укладчицы хлеба — класс 3.2.

## 2. Пример оценки напряженности труда.

### ПРОТОКОЛ

оценки условий труда по показателям напряженности трудового процесса

Ф. И. О.: Сидоров В. Г., пол: м.

Профессия: мастер. Производство: машиностроительный завод.

Краткое описание выполняемой работы: контролирует работу бригады, качество работы, обеспечивает наличие материалов и проверяет эффективность использования оборудования, осуществляет работы на станках и с измерительными приборами, проводит работу с технической документацией, составляет отчеты и т. д.

Вносим показатели в таблицу протокола (табл. 2):

## Показатели напряженности труда

Показатели	Класс условий труда				
	1	2	3.1	3.2	3.3
<i>Интеллектуальные нагрузки</i>					
1.1.	—	—	+	—	—
1.2.			+		
1.3.			+		
1.4.			+		
<i>Сенсорные нагрузки</i>					
2.1.	—	+	—	—	—
2.2.	+	—	—		
2.3.	+	—	—		
2.4.	—	+	—		
2.5.	+	—	—		
2.6.	+	—	—		
2.7.	—	—	+		
2.8.	+	—	—		
<i>Эмоциональные нагрузки</i>					
3.1.	—	—	—	+	—
3.2.	+			—	
3.3.	+			—	
<i>Монотонность нагрузки</i>					
4.1.	—	+	—	—	—
4.2.	+	—			
4.3.	+	—			
4.4.	+	—			
<i>Режим работы</i>					
5.1.	—	+	—	—	—
5.2.		—	+		
5.3.		—	+		
Количество показателей в каждом классе	10	4	7	1	—
Общая оценка напряженности труда (класс)					
Заключение врача-гигиениста:					
Подпись					

*Примечание.* Более 6 показателей относятся к классу 3.1, поэтому общая оценка напряженности труда мастера соответствует классу 3.2.

### **Задача 1**

Шлифовщик вручную поднимает с пола металлическую заготовку весом 6 кг и устанавливает ее на платформу шлифовального станка, расположенную на расстоянии 1,5 м от пола. Отшлифованную заготовку складывает на площадку, которая находится на расстоянии 3 м от станка. При переносе детали от станка к площадке удерживает деталь в течение 10 с. При поднимании заготовки с пола и укладке отшлифованной детали на площадку рабочий совершает глубокие (более 30 °С) наклоны, число которых достигает 1200. Всего за смену шлифовщик обрабатывает 600 заготовок. Работа возле станка производится стоя (до 75 % рабочего времени).

1. Рассчитать физическую динамическую нагрузку при выполнении шлифовальных работ.
2. Оценить условия труда шлифовщика по показателям тяжести трудового процесса согласно СанПин № 11-6-2002 РБ.
3. Оформить протокол оценки условий труда шлифовщика по показателям тяжести трудового процесса.

### **Задача 2**

Провести санитарно-гигиеническую оценку условий труда оператора по производству искусственных кож, который затрачивает до 60 % рабочего времени на сосредоточенное наблюдение за работой технологического оборудования. Работа оператора осуществляется по установленному графику в условиях дефицита времени. Режим работы — двухсменный, продолжительность смены — 8 ч с одним перерывом на обед. Время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса — 50 %. После изготовления продукции должен провести визуальный контроль за качеством полученного листа кожи (отсутствие шероховатостей, царапин и др.) Размер объекта различения — 0,6 мм при длительности сосредоточенного наблюдения до 50 %.

1. Оценить условия труда оператора по производству кож по показателям напряженности трудового процесса согласно СанПин № 11-6-2002 РБ.
2. Оформить протокол оценки условий труда оператора по показателям напряженности трудового процесса.

### **Задача 3**

При изучении условий труда и характера трудового процесса в ткацком цехе камвольного комбината установлено, что работающие подвергаются сочетанному воздействию физических и психофизиологических факторов.

Выполнение трудовых операций ткачих при обслуживании 8 станков связано с нагрузкой на опорно-двигательный аппарат за счет вынужденных наклонов (более 30 °С), число которых за смену достигает 150 при

ликвидации обрыва нити. Операция по удалению обрыва нитей (толщина нити 0,4 мм), продолжительностью 35 с, включает 3 элемента и характеризуется напряжением зрительного анализатора (более 50 % рабочего времени). Всего за смену ткачиха выполняет 250 операций по ликвидации обрыва нитей, при этом длительность сосредоточенного наблюдения за ходом технологического процесса составляет 75 % времени смены. Фактическая продолжительность рабочего дня — 8 ч с регламентированным перерывом (8 % рабочего времени).

1. Дать гигиеническую оценку условий труда ткачих по показателям тяжести и напряженности трудового процесса в соответствии с СанПиН № 11-6-2002 «Гигиеническая классификация условий труда».

2. Оформить протокол оценки условий труда ткачих по показателям тяжести и напряженности трудового процесса.

#### **Задача 4**

При проведении планового санитарно-гигиенического обследования парникового хозяйства по выращиванию ранних овощей установлено, что все трудовые операции в теплицах выполняются работницами вручную в вынужденной рабочей позе (на коленях, на корточках и т. п.) до 60 % времени смены. Работа в теплицах заключается в уходе за растениями и переносе ящиков с готовой продукцией массой 22 кг на расстояние 10 м. Ящики работницы поднимают с пола, при этом совершая глубокие наклоны корпуса (более 30 °) до 180 раз в смену. При переносе ящиков работницы удерживают их в течение 25 с. Фактическая продолжительность рабочего дня составляет 6 ч с регламентированным перерывом продолжительностью 40 мин.

1. Дать гигиеническую оценку условий труда работниц парникового хозяйства по показателям тяжести и напряженности трудового процесса в соответствии с СанПиН № 11-6-2002 «Гигиеническая классификация условий труда».

2. Оформить протокол оценки условий труда работниц теплиц по показателям тяжести трудового процесса.

#### **Литература**

1. *Алексеев, С. В.* Гигиена труда / С. В. Алексеев, В. Р. Усенко. М. : Медицина, 1988.
2. *Жилова, Н. А.* Руководство к лабораторным занятиям по гигиене труда / Н. А. Жилова, В. Ф. Кириллов ; под ред. В. Ф. Кириллова. М. : Медицина, 1993.
3. *Руководство к практическим занятиям по гигиене труда* / под ред. В. Ф. Кириллова. М. : Медицина, 2001.
4. *Санитарные нормы и правила № 11-6-2002РБ «Гигиеническая классификация условий труда».*

## Приложения

### Приложение I

#### Термины и определения

*Виды (формы) труда* — совокупность физиологических систем, участвующих в трудовом процессе, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность.

*Ведущий производственный фактор* — фактор, специфическое действие которого на организм работника проявляется в наибольшей мере при комбинированном или сочетанном действии ряда факторов.

*Ведущий физиологический критерий* — показатель, лимитирующий аэробную работоспособность: потребление кислорода, тяжесть труда и его продолжительность, восстановительный период.

*Гигиена труда* — профилактическая медицина, изучающая условия и характер труда, их влияние на здоровье и функциональное состояние человека, разрабатывающая научные основы и практические меры профилактики общей и профессиональной заболеваемости.

*Гигиенические критерии* — это показатели, позволяющие оценить степень отклонений параметров производственной среды и трудового процесса от действующих гигиенических нормативов.

*Динамика работоспособности* — фазность процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе в течение рабочей смены; характеризуется выработыванием, устойчивым возбуждением и стабильной работоспособностью, снижением работоспособности, кратковременным подъемом работоспособности в конце смены.

*Динамическая работа* — процесс сокращения мышц для перемещения груза, частей тела или всего организма в процессе труда.

*Динамический стереотип* — наиболее рациональные и экономные движения (система движений при выполнении работы), дающие наибольшую производительность труда при наименьших функциональных затратах. Устойчивая, слаженная система рефлексов.

*Монотонность труда* — однообразная работа, характеризующаяся выполнением не очень сложных операций, однотипных и заданных по ритму, способствует процессам торможения, утомления.

*Научная организация труда* использует показатели эргономики, биомеханики, эстетики в системе мероприятий по организации труда, регламентированных перерывов, активного отдыха.

*Переутомление* — патологическое состояние организма, характеризующееся невротическими проявлениями, снижением работоспособности, заболеваемостью.

*Работоспособность* — состояние человека, определяемое возможностью физиологических и психических функций организма, которое характеризует его способность выполнять конкретное количество работы заданного качества за требуемый интервал времени.

*Рабочее место* — место постоянного или временного пребывания работающего в процессе трудовой деятельности.

*Рабочая зона* — пространство, ограниченное высотой в 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находится рабочий.

*Регламентированные перерывы* — научно обоснованные, кратковременные перерывы в работе для профилактики утомления сенсорных систем, опорно-двигательного аппарата с использованием элементов психофизической разгрузки, функциональной музыки и специальных упражнений.

*Статическая работа* — процесс сокращения мышц для поддержания тела и его частей в пространстве в процессе труда, орудий и предметов труда.

*Трудоспособность* — состояние человека, при котором совокупность физических, умственных и эмоциональных возможностей позволяет трудящимся выполнять работу определенного объема и качества.

*Условия труда* — совокупность факторов производственной среды, оказывающая влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

*Умственный труд* — прием и переработка информации с напряжением сенсорного аппарата, внимания, мышления, принятие решения в процессе трудовой деятельности.

*Утомление* — субъективное ощущение усталости и объективное снижение работоспособности, количества и качества работы, точности движений, замедление реакции, ошибки.

*Физиология труда* — раздел физиологии и профилактической медицины, изучающий изменения функционального состояния организма в трудовом процессе, разрабатывающий научные основы и практические меры профилактики утомления и поддержания работоспособности.

*Физиологические критерии* — показатели, позволяющие оценить степень отклонений параметров физиологических функций от действующих нормативных величин.

**Извлечения из СанПиН № 11-6-2002 Республики Беларусь  
«Гигиеническая классификация условий труда»**

**Классы условий труда по показателям тяжести трудового процесса**

Показатели	Классы			
	оптимальные (легкая физическая нагрузка)	допустимые (средняя физическая нагрузка)	вредный (тяжелый труд)	
			I степени	II степени
			3.1	3.2
<b>1. Физическая динамическая нагрузка (внешняя механическая работа за смену), кг</b>				
1.1. При региональной нагрузке с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса; при перемещении груза на расстоянии до 1 м: – для мужчин; – женщин	до 2500 до 1500	до 5000 до 3000	до 7000 до 4000	более 7000 более 4000
1.2. При общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног). 1.2.1. При перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м: – для мужчин; – женщин.	до 12 500 до 7500	до 25 000 до 15 000	до 35 000 до 25 000	более 35 000 более 25 000
1.2.2. При перемещении груза на расстояние более 5 м: – для мужчин; – женщин	до 24 000 до 14 000	до 46 000 до 28 000	до 70 000 до 40 000	более 70 000 более 40 000
<b>2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, кг</b>				
2.1. Подъем и перемещение тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час): – для мужчин; – женщин	до 15 до 5	до 30 до 10	до 35 до 12	более 35 более 12

Показатели	Классы			
	оптимальные (легкая физическая нагрузка)	допустимые (средняя физическая нагрузка)	вредный (тяжелый труд)	
			I степени	II степени
			3.1	3.2
2.2. Подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены: – для мужчин; – женщин	до 5 до 3	до 15 до 7	до 20 до 10	более 20 более 10
2.3. Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены: 2.3.1. С рабочей поверхности: – для мужчин; – женщин 2.3.2. С пола: – для мужчин; – женщин	до 250 до 100 до 100 до 50	до 870 до 350 до 435 до 175	до 1500 до 700 до 600 до 350	более 1500 более 700 более 600 более 350
<b>3. Стереотипные рабочие движения, количество за смену</b>				
3.1. При локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук)	до 20 000	до 40 000	до 60 000	более 60 000
3.2. При региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)	до 10 000	до 20 000	до 30 000	более 30 000
<b>4. Статическая нагрузка (величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий, кг (силы) × с = кгс)</b>				
4.1. Одной рукой: – для мужчин; – женщин	до 18 000 до 11 000	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	более 70 000 более 42 000
4.2. Двумя руками: – для мужчин; – женщин	до 36 000 до 22 000	до 70000 до 42000	до 14 0000 до 84 000	более 14 0000 более 84 000
4.3. С участием мышц корпуса, ног: – для мужчин; – женщин	до 43 000 до 26 000	до 100 000 до 60 000	до 20 0000 до 12 0000	более 20 0000 более 12 0000

Показатели	Классы			
	оптимальные (легкая физическая нагрузка)	допустимые (средняя физическая нагрузка)	вредный (тяжелый труд)	
			I степени	II степени
			3.1	3.2
5. Рабочая поза	Свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в позе стоя до 40 % времени смены	Относительно друг друга нахождение в позе стоя до 60 % времени смены	Периодическое, до 50 % времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) до 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя до 80 % времени смены	Периодическое, более 50 % времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) более 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя более 80 % времени смены
<b>6. Наклоны корпуса</b>				
6. Наклоны корпуса (вынужденные — более 30 °), количество за смену	до 50	51–100	101–300	более 300
<b>7. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом, км</b>				
7.1. По горизонтали	до 4	4,1–8	8,1–12	более 12
7.2. Вертикали	до 2	2,1–4	4,1–8	более 8

## Классы условий труда по показателям напряженности трудового процесса

Показатели	Классы			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	вредный (напряженный труд)	
			I степени	II степени
<i>1. Интеллектуальные нагрузки</i>				
1.1. Содержание работы	Отсутствует необходимость принятия решения	Решение простых задач по инструкции	Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкций)	Эвристическая (творческая) деятельность, требующая решения алгоритма, единоличное руководство в сложных ситуациях
1.2. Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Восприятие сигналов без коррекции действий	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций	Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значениями. Заключительная оценка фактических значений параметров	Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой связанных параметров. Комплексная оценка всей производственной деятельности
1.3. Распределение функций по степени сложности задания	Обработка и выполнение задания	Обработка, выполнение задания и его проверка	Обработка, проверка и контроль выполнения задания	Контроль и предварительная работа по распределению заданий другим лицам
1.4. Характер выполняемой работы	Работа по индивидуальному плану	Работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности	Работа в условиях дефицита времени	Работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат

Показатели	Классы			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	(напряженность труда легкой степени)	(напряженность труда средней степени)	(напряженный труд)	
			I степени	II степени
<i>2. Сенсорные нагрузки</i>				
2.1. Длительность сосредоточенного наблюдения (в % от времени смены)	до 25	26–50	51–75	более 75
2.2. Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 ч работы	до 75	76–175	176–300	более 300
2.3. Число производственных объектов одновременного наблюдения	до 5	6–10	11–25	более 25
2.4. Размер объекта различения (при расстоянии от глаз работающего до объекта различения — не более 0,5 м) в мм при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	более 5 мм — 100 %	5–1,1 мм — более 50 %; 1–0,3 мм — до 50 %; менее 0,3 мм — до 25 %	1–0,3 мм — более 50 %; менее 0,3 мм — до 25–50 %	менее 0,3 мм — более 50 %

Показатели	Классы			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	вредный (напряженный труд)	
			I степени	II степени
2.5. Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т. п.) при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26–50	51–75	более 75
2.6. Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов в смену): – при буквенно-цифровом типе отображения информации; – графическом	до 2 до 3	2–3 3–5	3–4 5–6	более 4 более 6
2.7. Нагрузка на слуховой анализатор (при производственной необходимости восприятия речи или дифференцированных сигналов)	Разборчивость слов и сигналов от 90 до 100 %. Помехи отсутствуют	Разборчивость слов и сигналов от 70 до 90 %. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 3,5 м	Разборчивость слов и сигналов от 50 до 70 %. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 2 м	Разборчивость слов и сигналов менее 50 %. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 1,5 м
2.8. Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю)	до 16	16–20	20–25	более 25

Показатели	Классы			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	вредный	
			(напряженный труд)	
			I степени	II степени
<b>3. Эмоциональные нагрузки</b>				
3.1. Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибок	Ответственность за выполнение отдельных элементов заданий влечет за собой дополнительные усилия в работе со стороны работника	Ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий) влечет за собой дополнительные усилия со стороны вышестоящего руководства (бригады, мастера и т. п.)	Ответственность за функциональное качество основной работы (задания) влечет за собой исправления за счет дополнительных усилий всего коллектива (группы, бригады и т. п.)	Ответственность за функциональное качество конечной продукции, работы, задания влечет за собой повреждение оборудования, остановку технологического процесса, может возникнуть опасность для жизни
3.2. Степень риска для собственной жизни	Исключена	Исключена	Исключена	Вероятна
3.3. Степень ответственности за безопасность других лиц	Исключена	Исключена	Исключена	Вероятна
<b>4. Монотонность нагрузок</b>				
4.1. Число элементов (приемов) для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях	более 10	9–6	5–3	менее 3

Показатели	Классы			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	вредный	
			(напряженный труд)	
			I степени	II степени
4.2. Продолжительность выполнения простых производственных заданий или повторяющихся операций	более 100	100–25	24–10	менее 10
4.3. Время активных действий (в % к продолжительности смены) — наблюдение за ходом производственного процесса	20 и более	19–10	9–5	4 и менее
4.4. Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса в % от времени смены)	менее 75	76–80	81–90	более 90
<b>5. Режим работы</b>				
5.1. Фактическая продолжительность рабочего дня, ч	6–7	8–9	10–12	более 12
5.2. Сменность работы	Односменная работа (без ночной смены)	Двухсменная работа (без ночной смены)	Трехсменная работа (работа в ночную смену)	Нерегулярная сменность с работой в ночное время
5.3. Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность	Перерывы регламентированы, достаточной продолжительности: 7 % и более рабочего времени	Перерывы регламентированы, недостаточной продолжительности: от 3 до 7 % рабочего времени	Перерывы регламентированы и недостаточной продолжительности: до 3 % рабочего времени	Перерывы отсутствуют

## Оглавление

Список сокращений.....	3
Мотивационная характеристика темы.....	4
Учебный материал.....	6
Краткая характеристика основных форм трудовой деятельности.....	7
Принципы центральной нервной регуляции рабочей деятельности.....	8
Двигательный аппарат и основные мышечные действия.....	9
Физиологические сдвиги в организме при физической работе.....	11
Физиологические сдвиги в организме при умственном труде.....	12
Физиологическое нормирование трудовой деятельности.....	12
Гигиенические критерии оценки условий труда в зависимости от тяжести и напряженности трудового процесса.....	15
Работоспособность человека.....	17
Физиологические методы исследования состояния организма.....	19
Исследование функционального состояния ЦНС.....	19
Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы.....	21
Исследование внешнего дыхания.....	23
Исследование мышечной работоспособности.....	24
Исследование теплового состояния организма.....	25
Утомление, теории возникновения и меры его профилактики.....	27
Пути сохранения работоспособности и повышение производительности труда. Научная организация труда.....	27
Хронометражные исследования.....	30
Методика проведения физиологических исследований на производстве.....	30
Ситуационные задачи.....	32
Литература.....	36
Приложения.....	37

Учебное издание

Галицкая Маргарита Владимировна  
Петрова-Соболь Татьяна Ивановна  
Семенов Игорь Павлович

# ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск И. П. Семёнов  
Редактор Н. В. Тишевич  
Компьютерная верстка В. С. Римошевского

Подписано в печать 22.02.08. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».  
Печать офсетная. Гарнитура «Times».  
Усл. печ. л. 2,79 . Уч.-изд. л. 2,27. Тираж 150 экз. Заказ 107.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».  
ЛИ № 02330/0494330 от 16.03.2009.  
ЛП № 02330/0150484 от 25.02.2009.  
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.