

Д. И. ШИРКО, В. В. БЕЛЯНКО

**ГИГИЕНА ТРУДА
НА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ
СТАНЦИЯХ**

Минск БГМУ 2022

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ВОЕННОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИИ И ВОЕННОЙ ГИГИЕНЫ

Д. И. Ширко, В. В. Белянко

ГИГИЕНА ТРУДА НА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЯХ

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2022

УДК 613.67(075.8)

ББК 51.2я73

Ш64

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве учебно-методического пособия 18.05.2022 г., протокол № 5

Р е ц е н з е н т ы: канд. мед. наук, доц., нач. каф. организации медицинского обеспечения войск и экстремальной медицины Военно-медицинского института в Белорусском государственном медицинском университете А. Л. Стринкевич; канд. мед. наук, доц., зав. каф. общей гигиены Белорусского государственного медицинского университета Н. Л. Бацукова

Ширко, Д. И.

Ш64 Гигиена труда на радиолокационных станциях : учебно-методическое пособие / Д. И. Ширко, В. В. Белянко. – Минск : БГМУ, 2022. – 24 с.

ISBN 978-985-21-1159-1.

Рассматриваются назначение и устройство радиолокационных станций, специфические и неспецифические факторы окружающей среды, влияющие на личный состав радиолокационных станций; физико-гигиеническая характеристика, биологическое действие и нормативные уровни электромагнитного поля сверхвысокочастотного диапазона; принципы и методы защиты от электромагнитного излучения; характеристика микроклимата и химического состава воздуха в кабинах радиолокационных станций.

Предназначено для курсантов 5-го курса Военно-медицинского института, студентов 4-го курса медико-профилактического факультетов, 3-го курса лечебного и педиатрического факультетов.

УДК 613.67(075.8)

ББК 51.2я73

Учебное издание

Ширко Дмитрий Игоревич
Белянко Владимир Владимирович

ГИГИЕНА ТРУДА НА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЯХ

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск Д. И. Ширко
Компьютерная вёрстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 17.11.22. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Ризография. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,13. Тираж 49 экз. Заказ 500.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

ISBN 978-985-21-1159-1

© Ширко Д. И., Белянко В. В., 2022

© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2022

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ЗОЗ — зона ограничения застройки
ПДУ — предельно допустимые уровни
ППЭ — плотность потока энергии
РЛС — радиолокационные станции
СВЧ — сверхвысокочастотный
СЗЗ — санитарная защитная зона
ЭМП — электромагнитное поле
ЭМИ — электромагнитное излучение
ПРТО — передающие радиотехнические объекты

МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

Общее время занятий: военно-медицинский факультет — 6 часов, медико-профилактический факультет — 5 часов, лечебный и педиатрический факультеты — 2 часа.

Одним из направлений деятельности медицинской службы является контроль за условиями труда, которые прямо и косвенно могут оказывать влияние на состояние здоровья военнослужащих.

Для обнаружения и сопровождения воздушных и наземных целей, определения их дальности, скорости, размеров и формы в Вооруженных Силах используются радиолокационные станции (РЛС). В зависимости от их типа, режима работы, расположения на местности, климатических условий и т. п. военнослужащие могут в большей или меньшей степени подвергаться воздействию ряда факторов внешней среды, часть из которых может оказывать и неблагоприятное действие на их работоспособность и здоровье.

Для разработки целенаправленных и эффективных мероприятий по сохранению и укреплению здоровья военнослужащих военный врач должен знать гигиеническую характеристику условий труда на РЛС, биологическое действие и нормативные уровни интенсивности электромагнитного излучения (ЭМИ) сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона, методы защиты военнослужащих от ЭМИ, а также организацию и содержание медицинского контроля за состоянием здоровья военнослужащих, проходящих службу на данных технических средствах.

Цель занятия: формирование практических умений и приобретение навыков у обучающихся в решении задач при осуществлении медицинского контроля условий труда военнослужащих, проходящих службу на РЛС, освоить расчетный метод определения плотности потока мощности ЭМИ СВЧ диапазона, а также воспитание чувства ответственности за организацию и проведение мероприятий по сохранению и укреплению здоровья военнослужащих.

Задачи занятия:

1. Изучить общее устройство, назначение РЛС.
2. Рассмотреть основные факторы, влияющие на военнослужащих, проходящих службу на РЛС, методы профилактики их негативного воздействия на организм.
3. Освоить расчетный метод определения плотности потока мощности ЭМИ СВЧ диапазона.
4. Изучить порядок разработки санитарного паспорта, а также организацию производственного контроля на РЛС.
5. Изучить требования к организации проведения медицинского освидетельствования военнослужащих, гражданского персонала, отбираемых для военной службы (работы) с источниками ЭМИ в воинской части, а также проведения предварительных и периодических медицинских осмотров таких лиц.

Требования к исходному уровню знаний. Для усвоения темы обучающийся должен знать:

- основные факторы производственной среды;
- гигиеническую характеристику условий труда в промышленном производстве.

Контрольные вопросы из смежных дисциплин (общая гигиена):

1. Особенности неблагоприятного воздействия на организм человека факторов производственной среды.
2. Основные показатели микроклимата и их влияние на организм.
3. Порядок проведения обязательных и внеочередных медицинских осмотров работающих.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Гигиеническая характеристика условий труда на РЛС.
2. Биологическое действие и нормативные уровни ЭМИ СВЧ диапазона.
3. Методы защиты военнослужащих от ЭМИ.
4. Неспецифические факторы РЛС, действующие на военнослужащих.
5. Медицинский контроль за состоянием здоровья и условиями труда военнослужащих, проходящих службу на РЛС.

Задания для самостоятельной работы обучающихся. Занятие проводится в составе учебной группы. Контроль усвоения обучающимися учебного материала проводится по каждому учебному вопросу методом устного опроса, путем проверки правильности решения ситуационной задачи и тестирования.

Практическая работа обучающихся заключается в решении ситуационных задач с подготовкой и оформлением заключения.

При подготовке к занятию обучающимся необходимо изучить учебные вопросы и провести самоконтроль усвоения темы.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ

Радиолокационные станции — это сложные радиоэлектронные комплексы, предназначенные для обнаружения и сопровождения воздушных и наземных объектов, определения их координат, скорости, формы и размеров.

Основными частями РЛС являются антенны, блоки передатчика, приемника, индикатора, а также источник питания (силовая установка).

Вырабатываемый силовой установкой постоянный ток в генераторе при помощи радиоламп преобразуется в ЭМИ СВЧ диапазона, которое по фидерным трактам передается на антенну и излучается в виде направленного импульса. Если на пути импульса находится объект, часть энергии отражается, возвращается к РЛС и принимается антенной. Из антенны по фидерным трактам сигнал поступает в приемник, где он усиливается и передается на индикатор — электронно-лучевую трубку.

Согласует работу передатчика, приемника и индикатора синхронизатор.

РЛС могут быть подвижными (устанавливаются на автомашинах, прицепах, самолетах, спутниках, кораблях и т. д.) и стационарными (размещаются в специально построенных зданиях).

В зависимости от типа станций, режима их работы, расположения на местности, климатических условий и т. п. военнослужащие на РЛС могут в большей или меньшей степени подвергаться воздействию ряда факторов внешней среды, часть из которых может оказывать неблагоприятное действие на их работоспособность и здоровье.

Условно неблагоприятные факторы разделяют на специфические и неспецифические.

Специфическим для РЛС является воздействие ЭМИ СВЧ диапазона.

К неспецифическим факторам относятся неблагоприятный микроклимат, шум, вибрация, недостаточная освещенность, загрязненность воздуха вредными химическими примесями, большая нагрузка на нервную систему, орган зрения, рентгеновское излучение от экранов индикаторов и др.

Электромагнитное поле (ЭМП) представляет собой совокупность переменных электрического и магнитного полей. Их распространяющиеся в пространстве колебания называются электромагнитными волнами.

Основными параметрами ЭМП являются длина волны, частота колебаний и скорость распространения, которые связаны между собой. Длина волны прямо пропорциональна скорости распространения ЭМП и обратно пропорциональна частоте колебаний.

Вокруг любого источника излучения ЭМП выделяют на три зоны:

– ближняя (индукции) — пространство, ограниченное радиусом в $\frac{1}{6}$ длины волны, в котором за счет действия возмущающей силы происходит преобразование электрической энергии в электрическое (E) и магнитное (H) поля, которые смещены по фазе на 90° по отношению друг к другу, т. е. когда E достигает максимума, H становится минимальной;

- промежуточная (интерференции) — пространство между радиусами от $\frac{1}{6}$ до 6 длин волн, где происходит «наложение» электрического и магнитного полей и начинается формирование ЭМВ;

- дальняя (волновая, излучения) — пространство, располагающееся на расстоянии более 6 длин волн от источника ЭМП. Здесь электрическая и магнитная составляющие совпадают по фазе, образуя электромагнитную волну.

Для источников ЭМП с низкими, высокими и ультравысокими частотами основное воздействие на работающих оказывают зоны индукции и интерференции. Поскольку электрические и магнитные поля в них действуют изолированно, интенсивность облучения оценивается отдельно по каждой составляющей: электрической — в вольтах на метр, магнитной — в амперах на метр.

На РЛС, использующих ЭМП СВЧ-диапазона, основное воздействие приходится на зону излучения, где действие E и H суммируется. Поэтому интенсивность поля оценивается по плотности потока энергии (ППЭ), т. е. по количеству энергии (Вт), падающей на единицу поверхности (м^2). В гигиенической практике ее принято выражать в $\text{мВт}/\text{см}^2$ или $\text{мкВт}/\text{см}^2$. В этом случае при нормировании предельно допустимых уровней (ПДУ) используется термин электромагнитное излучение (ЭМИ).

Наиболее выраженное действие на организм человека оказывает именно ЭМИ СВЧ-диапазона.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

Действие ЭМИ на живые объекты зависит от интенсивности, продолжительности и режимов излучения, длины (частоты) волны, размеров и анатомического строения органа, подвергающегося облучению.

Эффект биологического действия тем более выражен, чем выше интенсивность (мощность) излучения, продолжительнее время облучения и больше облучаемая поверхность.

На различных РЛС используются миллиметровые (длина волны от 1 см до 0,1 см, частота от 30 ГГц до 300 ГГц), сантиметровые (длина волны от 10 до 1 см, частота от 3 ГГц до 30 ГГц) или дециметровые (длина волны от 1 до 0,1 м, частота от 300 МГц до 3 ГГц) волны, которые отличаются друг от друга проникающей способностью и оказываемыми на организм эффектами.

ЭМИ миллиметрового диапазона поглощается поверхностными тканями, вызывая чувство жжения, ожоги кожи и роговицы глаза. ЭМИ сантиметрового поглощаются кожей и прилегающими к ней тканями.

Дециметровые волны проникают на глубину 10–15 см, воздействуя на внутренние органы и ткани. Они не воспринимаются терморецепторами и не вызывают чувства жжения, что затрудняет своевременное принятие защитных мер.

Для более длинных волн ткани тела человека являются хорошо проводящей средой.

В зависимости от интенсивности излучения различают термическое (тепловое) и нетермическое действие ЭМИ на организм. Границей между ними является ППЭ, равная 10 мВт/см^2 : при больших энергиях проявляется термическое действие, при меньших — нетермическое.

Термическое действие обусловлено происходящими в органах и тканях под действием ЭМИ колебаниями ионов и дипольных молекул. Заряженные частицы (ионы) и диполи (электростатическая система, состоящая из двух точечных зарядов, одинаковых по модулю, но противоположных по знаку) воды в ЭМП выстраиваются строго по направлению его силовых линий, которые при распространении волны с определенной частотой меняют свое направление. Это вызывает колебания ионов и дипольных молекул. Ионы за счет электрического сопротивления среды, а диполи вследствие трения в вязкой среде теряют часть переданной им энергии, которая выделяется в виде тепла и ведет к повышению температуры тканей.

Наиболее сильно поглощают энергию и нагреваются ткани и органы, содержащие большое количество воды (мочевой и желчный пузыри, желудок, кишечник, гонады, паренхиматозные органы, мозг) и плохой терморегуляцией (недостаточным кровоснабжением, отводящим тепло). Примером последних могут служить хрусталик и стекловидное тело глаза, где содержится большое количество воды и отсутствуют сосуды, а питание осуществляется диффузно.

Возникающие в тканях вследствие нагревания изменения связаны с денатурацией белка и изменением хода биохимических реакций, что может приводить к развитию катаракты, некроспермии и атрофии сперматогенного эпителия, желудочным кровотечениям и т. д.

Термическое действие СВЧ-излучения на организм является следствием несчастных случаев, аварийных ситуаций и грубых нарушений правил техники безопасности.

Значительно чаще в войсковой практике отмечается нетермическое действие ЭМИ.

Нетермическое действие СВЧ-излучений изучено недостаточно и в значительной степени дискуссионно. Предположения о его наличии было высказано еще в середине 40-х годов, но до 1952 г. экспериментально не было подтверждено. Обнаружить и исследовать прямыми методами нетермическое действие СВЧ-излучений — задача довольно трудная, так как оно сводится к тончайшим изменениям в организме и проявляется лишь косвенно. Главным образом, это функциональные изменения и биологические эффекты, которые возникают в организме при отсутствии температурных сдвигов в тканях и специальных терморегуляторных реакций. Они обусловлены нарушениями нервно-гуморальной регуляции, появляются ис-

подвошь и обнаруживают четкую связь со стажем работы, имеют полиморфный характер и отличаются неустойчивостью.

Клинические проявления действия СВЧ-излучений наблюдаются преимущественно со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем. Астенический синдром характеризуется жалобами на повышенную утомляемость, слабость, разбитость, понижение работоспособности, нарушение сна, головную боль, головокружение, раздражительность, вспыльчивость, повышенную потливость, реже — на понижение памяти, чувство тревоги, половую слабость и др. Объективно отмечается повышение сухожильных рефлексов, тремор рук и век, акроцианоз, локальный и общий гипергидроз, изменение дермографизма, пиломоторного рефлекса и др. В ряде случаев изменения функций нервной системы свидетельствуют о диэнцефальных нарушениях.

Нарушения функции сердечно-сосудистой системы протекают по типу нейроциркуляторной дистонии с жалобами на боли в области сердца, сердцебиение, одышку. Объективно наблюдаются гипотония, брадикардия и замедление внутрижелудочковой проводимости.

Изменения в крови чаще носят нестойкий характер, но при длительных воздействиях наблюдаются лейкопения с нейтрофилопенией и тромбоцитопения.

В желудочно-кишечном тракте отмечаются нарушения секреторной и эвакуаторной функций.

Кроме того, нетермическое действие СВЧ-излучений проявляется в изменениях газообмена, деятельности мочевыделительной системы, обмена веществ (белкового, углеводного, жирового, минерального и др.), деятельности желез внутренней секреции, ферментативных процессов, обмена нуклеиновых кислот и пр.

СВЧ-излучение является типичным стрессором, вызывающим дезадаптацию. Оно обладает дезадаптирующим действием по отношению к теплу, холоду, шуму, психологической травме и др.

НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ВОЕННОСЛУЖАЩИХ

Рентгеновское излучение в кабинах РЛС. Источниками излучения на РЛС являются электронно-лучевые трубки, клистроны, кенотроны, тиратроны и другие электровакуумные приборы. Возникновение рентгеновских лучей в этих приборах происходит так же, как и в рентгеновских трубках — за счет торможения на аноде потока электронов, исходящих от катода.

С увеличением мощности станций возрастает мощность радиоламп, анодное напряжение на них непрерывно повышается, увеличивая жесткость рентгеновских лучей, вследствие чего повышается опасность облучения.

Предельно допустимая мощность дозы рентгеновского излучения на рабочих местах в РЛС равна 6,0 мкЗв/ч.

В процессе обычной эксплуатации РЛС военнослужащие практически не подвергается рентгеновскому облучению от электровакуумных приборов, так как защита от СВЧ излучения служит защитой и от рентгеновского излучения.

Микроклимат в кабинах РЛС. Микроклимат на РЛС характеризуется зависимостью от состояния погоды: зимой на РЛС холодно, летом жарко. Температура воздуха и, особенно, поверхности стен испытывает резкие колебания в связи с плохой их теплоизоляцией. Особенно велик перепад температуры по вертикали. Летом в солнечную погоду температура воздуха на РЛС может достигать 40–50 °С, что приводит к снижению работоспособности операторов РЛС. Обильное потоотделение ухудшает самочувствие, ведет к потере солей и водорастворимых витаминов.

Для профилактики перегревания и переохлаждения необходимы хорошая теплоизоляция стен, рациональная, соответствующая климатическим условиям одежда и достаточная вентиляция, установка кондиционеров. Оптимальными уровнями температуры в кабине РЛС считаются 18–20 °С, ПДУ — от 16 °С до 27 °С; относительная влажность, соответственно, 40–60 % и 30–70 %; скорость движения воздуха — 0,5 м/с и 0,05–1 м/с; результирующая температура — 17° и 15–24°.

Химический состав воздуха в кабинах РЛС. В воздух кабин могут попадать выхлопные газы от работающих силовых агрегатов, окислы азота и озон, образующийся при искрении контактов, испарения фтористых соединений (заполняющих на некоторых РЛС волноводы), альдегиды и продукты неполной полимеризации, выделяемые изолирующими материалами нагретых проводов, эпоксидные смолы и т. п. Кроме того, в кабины РЛС может попадать пыль и все время поступает углекислый газ, образующийся в результате жизнедеятельности людей. Для поддержания требуемого состава воздуха надлежит обеспечивать 7–9 кратный воздухообмен в кабинах с помощью приточной вентиляции, включающей очистку воздуха от пыли и подогрев его в зимнее время.

ПДК вредных веществ в воздухе кабин РЛС такие же, как и в любых других производственных помещениях: окись углерода — 20 мг/м³, окислы азота — 5 мг/м³, озон — 0,1 мг/м³, фтор (в пересчете на НР) — 0,5 мг/м³, углеводороды — 300 мг/м³, альдегиды — 0,5 мг/м³.

Шум в кабинах РЛС. В процессе работы воздушной системы охлаждения радиоаппаратуры, вентиляции и работы силовых установок в кабинах РЛС возникает шум. Спектр шума находится в пределах 300–1000 Гц, интенсивность достигает 95 дБ. Источники шума обычно генерируют незначительную вибрацию.

Для борьбы с шумом следует плотно закрывать двери, отделяющие индикаторную кабину от агрегатной, ставить амортизаторы на вентиляторы и выносить их за пределы станции, соединяя с корпусом станции брезентовым или резиновым воздуховодом.

ПДУ шума для индикаторных кабин РЛС — 65 дБ, для агрегатных — 85–90 дБ.

Нагрузка на нервно-психическую сферу. Нагрузка на зрительный анализатор в сочетании с гиподинамией, особенно при нарушениях режима труда, способствует развитию утомления и в некоторых случаях переутомления расчета РЛС, особенно операторов.

Для профилактики зрительного и общего утомления время работы за экраном не должно превышать 8 ч с перерывами на 10–15 мин после каждых двух часов работы. В перерывах следует выходить из помещения и выполнять физические упражнения.

Условия работы с гигиенической точки зрения лучше на стационарных РЛС, аппаратура которых размещена в специально построенных зданиях, где имеются отдельные помещения для приемно-передающей аппаратуры, индикаторной, командного пункта и т. п. При соблюдении всех правил эксплуатации в этих условиях можно полностью защитить военнослужащих от СВЧ-излучения и создать оптимальный микроклимат в помещениях. Труднее это сделать на подвижных РЛС, которыми в основном и оснащены наши Вооруженные Силы.

Подвижные РЛС могут размещаться на одном либо нескольких технических средствах. Первый вариант с гигиенической точки зрения является самым худшим, так как в этом случае военнослужащие находятся в замкнутом пространстве вместе с СВЧ генераторами, фидерными трактами и другими функциональными блоками РЛС.

При размещении на нескольких технических средствах приемная и передающая аппаратура с антенным устройством располагаются на отдельной машине, так называемой приемно-передающей кабине. Также в отдельных, удаленных друг от друга на 50–100 м, кабинах размещаются командный пункт, индикаторная и силовые агрегаты. Таким образом, военнослужащие, несущие боевое дежурство, отделены от силовой установки, являющейся источником шума и вибрации, а также СВЧ излучений от приемно-передающей аппаратуры.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Мероприятия по предупреждению неблагоприятного действия ЭМИ основываются на 3 основных **принципах защиты**: временем, расстоянием и экранированием.

Защита временем используется при отсутствии других возможностей снизить интенсивность воздействия ЭМИ на организм до допустимого уровня. Она заключается в ограничении времени пребывания человека в рабочей зоне по мере увеличения интенсивности излучения.

Защита расстоянием. Интенсивность излучения снижается обратно пропорционально квадрату расстояния. Данную закономерность можно использовать для организации защиты военнослужащих и населения при планировании размещения РЛС и других объектов на территории.

Для расчета плотности потока энергии ЭМИ на заданном расстоянии используется следующая формула:

$$\text{ППЭ} = \frac{P_{\text{ср.}} \cdot D \cdot 10^6}{4\pi \cdot R^2} \text{ мк Вт/см}^2,$$

где ППЭ — плотность потока мощности; $P_{\text{ср.}}$ — средняя мощность РЛС, Вт; D — коэффициент усиления антенны (обе величины берутся из паспорта станции); R — расстояние до определяемой точки, см; 10^6 — коэффициент пересчета ватт в микроватты.

Для определения размеров зон нормированных излучений или расстояния, на которое нужно удалить РЛС от жилых и служебных зданий, пользуются следующей формулой:

$$R \text{ по оси} = \sqrt{\frac{P_{\text{ср.}} \cdot D \cdot 10^6}{4\pi \cdot \text{ППЭ}}}.$$

Защита экранированием. Экранируются источники излучения, рабочие места и непосредственно люди. В первом случае устраиваются различного рода кожухи, перегородки, шкафы, камеры и т. п.; во втором — применяются щитовые ограждения, ширмы, кабины, засетчивания окон и дверей, покрытие стен радиопоглощающим материалом и т. п.; в третьем — используются средства индивидуальной защиты (защитные костюмы, защитные очки). Для изготовления перечисленных устройств применяются материалы, отражающие или поглощающие СВЧ излучения.

К отражающим материалам относятся различные металлы (железо, сталь, медь, латунь, алюминий), которые используются в виде листов, сеток, решеток и трубок. Экранирующие свойства листового материала, даже очень тонкого (не более 0,5 мм), выше, чем сеток. Толщина металлического листа, как правило, регламентируется лишь его механической прочностью. Защитная способность сеток зависит от толщины проволоки и размеров ячеек. Чем меньше размеры ячеек и больше толщина проволоки, тем выше защитные свойства сетки.

Отрицательным свойством отражающих материалов является их способность создавать отраженные радиоволны, которые увеличивают возможность облучения людей, находящихся в зоне действия СВЧ поля.

В этом отношении лучше всего экраны из поглощающих материалов, таких как каучук, хлорвиниловые смолы и другие пластики с наполнителями из карбонильного железа, сажи и других материалов. В последнее время внедряются так называемые ферритовые пленки и пластинки. Экранирующими свойствами обладают и строительные материалы.

Индивидуальные средства защиты. Костюмы и очки делаются из отражающих материалов. Для этого в нити защитной ткани вплетается тончайшая металлическая проволока, а на стекла очков методом вакуумного напыления наносится тончайший слой металла. Из защитной ткани делаются комбинезоны, куртки с брюками, халаты и другие виды защитной одежды. Для парциальной (частичной) защиты важнейших областей тела (грудь, живот) могут изготавливаться шорты и жилеты, особенно удобные для эксплуатации в жарких условиях.

На основании данных принципов разработаны 3 **группы мероприятий**: организационные, инженерно-технические и медицинские.

Организационные мероприятия включают разработку режима труда, при котором до минимума сокращается время нахождения работающих под воздействием ЭМИ и исключена возможность их пребывания в зонах с повышенными уровнями ЭМИ. К ним относятся также обучение персонала безопасному ведению работ и контроль за их выполнением.

Инженерно-технические мероприятия сводятся к максимальной радиогерметизации элементов схем, блоков, узлов РЛС, исключающей образование паразитных излучений, защите рабочего места от облучения или удалению его на безопасное расстояние от источника излучения, экранированию рабочего места с использованием отражающих и поглощающих материалов, применению при необходимости специальной защитной одежды и очков.

Медицинские мероприятия предусматривают разработку ПДУ и контроль за их соблюдением, обоснование режима труда и отдыха людей, связанных с воздействием ЭМИ, гигиеническую оценку проектов строительства новых и реконструкции действующих объектов, оборудования, технологического процесса, средств защиты, проведение предварительных и периодических медицинских осмотров работающих.

ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ САНИТАРНОГО ПАСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ НА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЯХ

Организация и проведение мероприятий по предотвращению возникновения рисков, связанных с воздействием на человека ЭМИ СВЧ диапазона в значениях, превышающих ПДУ, наиболее эффективны на этапах проектирования, строительства и размещения передающих РЛС, когда имеется возможность заблаговременно рассчитать прогнозируемые уровни ЭМИ, оценить рациональность размещения РЛС и других сооружений.

Поэтому важнейшими мероприятиями по обеспечению безопасности личного состава воинской части и населения являются проведенная в установленном порядке паспортизация вводимой в эксплуатацию РЛС и организованный производственный контроль.

В первую очередь при осуществлении медицинского контроля необходимо обратить внимание на выполнение ответственными лицами воинской части мероприятий по разработке санитарного паспорта на ПРТО, к которым отнесены РЛС.

Санитарный паспорт оформляется в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и должен включать в себя необходимые сведения и материалы (прил. 3), в том числе:

– расчеты распределения ППЭ на прилегающей к РЛС территории для определения санитарно-защитных зон (СЗЗ)¹ и зон ограничения застройки (ЗОЗ)²;

– ситуационный план;

– результаты измерения интенсивности ЭМИ в границах СЗЗ и ЗОЗ;

– заключение учреждения, осуществляющего государственный санитарный надзор, о приемке РЛС в эксплуатацию.

Организация проведения *расчетов распределения интенсивности ЭМИ на прилегающей к РЛС территории* осуществляется командованием воинской части. Расчеты должны выполняться в соответствии с действующими техническими нормативными правовыми актами. Для их проведения могут привлекаться организации, оказывающие услуги по разработке проектов СЗЗ. Для получения предварительных ориентировочных данных в ходе медицинского контроля можно использовать вышеуказанные формулы. По выполненным расчетам выдается заключение учреждения, осуществляющего государственный санитарный надзор.

В *ситуационном плане* РЛС и другие объекты отображаются на графических материалах, выполненных в масштабе на топографической основе. В обязательном порядке отображаются границы СЗЗ и ЗОЗ, указываются близлежащие здания, их назначение, этажность и расстояния до них. Ситуационный план, как правило, заверяется печатью главного архитектора административной территории. В СЗЗ и ЗОЗ РЛС запрещается строительство жилых зданий всех видов, организаций здравоохранения и санаторно-курортных организаций, всех типов учреждений образования, интернатов всех видов и других зданий, предназначенных для круглосуточного пребывания людей.

Результаты измерений интенсивности ЭМИ в границах СЗЗ и ЗОЗ используются для уточнения расчетных данных. Они должны быть оформлены протоколом, содержащим все необходимые данные (в том числе описание точек измерений); краткое заключение о соответствии или несоответ-

¹ Территория, размер которой обеспечивает достаточный уровень безопасности для здоровья населения от вредного химического, биологического, физического воздействия объектов, соблюдение установленных гигиенических нормативов и приемлемых уровней риска для жизни и здоровья населения на границе СЗЗ и за ее пределами.

² Территория, где на высоте более 2 м от поверхности земли уровень электромагнитных полей превышает предельно допустимый уровень. Внешняя граница зоны ограничения застройки определяется по максимальной высоте зданий перспективной застройки, на высоте верхнего этажа которых уровень электромагнитных полей не превышает ПДУ.

ствии условий нахождения человека нормам (прил. 1, 2), предусмотренным санитарно-эпидемиологическими требованиями).

Заключение учреждения, осуществляющего государственный санитарный надзор о приемке РЛС в эксплуатацию (выдается учреждением, осуществляющим государственный санитарный надзор в соответствии с перечнем административных процедур).

К санитарному паспорту РЛС в обязательном порядке прилагается программа производственного контроля с результатами измерений интенсивности ЭМИ.

Программа производственного контроля разрабатывается в воинской части и утверждается командиром. Требования к программе установлены соответствующими санитарными правилами. Необходимо обратить внимание на то, что программа производственного контроля должна включать в себя следующие данные:

- перечень должностных лиц (работников), на которых возложены функции по осуществлению производственного контроля в воинской части;
- перечень контрольных точек (мест), в которых осуществляются измерения интенсивности ЭМИ и периодичность проводимых измерений;
- мероприятия, предусматривающие обоснование безопасности для здоровья и жизни человека (инструкции по защите личного состава);
- перечень должностей (список профессий), исполняя которые военнослужащие (работники) считаются работающими на РЛС и подлежат медицинскому освидетельствованию и врачебному наблюдению (предварительным и периодическим медицинским осмотрам).

Функции по осуществлению контроля приказом командира воинской части возлагаются на *должностное лицо из числа руководящего инженерно-технического состава*.

Контроль должен осуществляться также командирами (начальниками) подразделений, в которых используются РЛС, и должностными лицами по вопросам охраны труда.

Контрольные точки (места проведения измерений) устанавливаются:

- вдоль границ СЗЗ и в глубину ЗОЗ через каждые 50–100 м друг от друга;
- на рабочих местах (при отсутствии постоянных рабочих мест выбирается несколько точек в пределах рабочей зоны, в которой работник проводит не менее 50 % рабочего времени);
- в жилых зданиях и других сооружениях населенных пунктов и военных городков, находящихся в ЗОЗ (в центре помещений, у окон, батарей отопления и других коммуникаций, а также на верхних этажах этих зданий и сооружений);
- в местах возможного нахождения личного состава на территории РЛС.

Периодичность проведения измерений интенсивности ЭМИ установлена не реже одного раза в год в порядке текущего контроля (возможно со-

крашение периодичности до одного раза в два года в случае отсутствия нарушений гигиенических нормативов ЭМИ на протяжении двух последних лет). При этом внепланово измерения проводятся в следующих случаях:

- при изменении ситуационных условий размещения РЛС (перенос антенн, изменение высоты и угла наклона антенн и т. п.);

- при внесении в условия и режимы работы РЛС изменений, влияющих на уровни излучения (замена генераторных и излучающих элементов, изменение технологического процесса, изменение экранировки и средств защиты, увеличение мощности, изменения расположения элементов и др.);

- после ремонта РЛС.

Инструкции по защите личного состава и населения от воздействия ЭМИ разрабатываются в воинской части и утверждаются командиром. К содержанию инструкции предъявляется ряд требований, согласно которым в данном документе должно быть наличие следующей информации:

- сведения о величинах интенсивности ЭМИ на рабочих местах и в местах возможного нахождения личного состава (сведения вносятся по результатам производственного контроля и могут наноситься на ситуационные планы РЛС, в журнал учета);

- указания о допустимом времени пребывания личного состава в местах воздействия ЭМИ, которое устанавливается с учетом установленных ПДУ (прил. 1);

- порядок использования средств индивидуальной защиты, безопасные приемы и методы проведения работ;

- маршруты движения личного состава, составленные с целью исключения возможности облучения ЭМИ выше допустимых уровней;

- указания о запрещенных секторах излучения антенн РЛС в направлении населенных пунктов и жилой застройки военных городков.

Результаты всех проводимых измерений ЭМИ должны прилагаться к программе производственного контроля и использоваться должностными лицами медицинской службы для характеристики условий труда, оценки воздействия неблагоприятного фактора на личный состав и население.

ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ, ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ И ПЕРИОДИЧЕСКИХ МЕДИЦИНСКИХ ОСМОТРОВ

Для проведения медицинского освидетельствования военнослужащих и гражданского персонала, отбираемых для военной службы (работы) на РЛС, а также проведения предварительных и периодических медицинских осмотров данных лиц должны быть определены соответствующие перечни должностей (списки профессий), исполняя которые личный состав считается работающим с ЭМИ (прил. 5, 6).

Перечни должностей разрабатываются начальником медицинской службы и утверждаются командиром воинской части. В данный перечень необходимо включить должности, исполняя которые военнослужащие (работники) будут пребывать в зонах влияния ЭМИ РЛС.

При разработке перечня должностей необходимо использовать данные расчетов и результаты измерений интенсивности ЭМИ в контрольных точках. В случае превышения установленных ПДУ ЭМИ на рабочих местах, после проведения гигиенической оценки, условия труда могут быть отнесены к вредным или опасным. Лица, выполняющие работы в данных условиях, подлежат предварительным и периодическим медицинским осмотрам и включаются в соответствующие списки.

К работе с ПРТО, являющимися источником ЭМИ, допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний.

Медицинское освидетельствование военнослужащих, гражданского персонала Вооруженных Сил, отбираемых для военной службы (работы) с источниками ЭМИ, проводится перед назначением их на должность, а проходящих военную службу (работающих) — один раз в два года и по медицинским показаниям. Медицинское освидетельствование проводится с участием представителя командования и начальника медицинской службы (врача) воинской части.

До начала медицинского освидетельствования проводятся:

- флюорографическое (рентгенологическое) исследование органов грудной клетки, если оно не проводилось в течение последнего года или отсутствуют данные об исследовании или по медицинским показаниям;
- общий анализ крови, исследование уровня тромбоцитов крови;
- общий анализ мочи;
- ЭКГ-исследование;
- определение функции внешнего дыхания.

Лицам старше 40 лет дополнительно проводятся измерение внутриглазного давления, исследование глюкозы, липидов, билирубина крови. По медицинским показаниям могут проводиться и другие диагностические исследования. Периодичность и содержание медицинских осмотров регламентируются соответствующими нормативными правовыми актами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зная требования технических нормативных правовых актов, должностные лица, осуществляющие медицинский контроль, могут вносить конкретные предложения по вопросам устранения выявленных нарушений санитарно-эпидемиологического законодательства и правовых актов Министерства обороны, добиваться выполнения мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья военнослужащих.

САМОКОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

1. Виды волн, используемых на РЛС:

- а) миллиметровые; г) метровые;
- б) сантиметровые; д) километровые.
- в) дециметровые;

2. Виды РЛС:

- а) стационарные; в) переносные; д) мобильные.
- б) подвижные; г) неподвижные;

3 Периодичность проведения измерений интенсивности ЭМИ:

- а) 1 раз в час; в) 1 раз в неделю; д) 1 раз в год.
- б) 1 раз в день; г) 1 раз в месяц;

4. Органы и ткани, в наибольшей степени подверженные действию СВЧ излучения:

- а) костная; в) жировая; д) хрусталик.
- б) мышечная; г) головной мозг;

5. Волны, не воспринимаемые терморцепторами кожи:

- а) миллиметровые; б) сантиметровые; в) дециметровые.

6. Виды воздействия ЭМП на организм:

- а) термическое; г) психологическое;
- б) механическое; д) нетермическое.
- в) информационное;

7. Основные группы мероприятий по защите от СВЧ излучения:

- а) организационные; г) статистические;
- б) инженерно-технические; д) лабораторные.
- в) медицинские;

8. Методы, используемые для измерения интенсивности СВЧ излучений:

- а) лабораторный; г) расчетный;
- б) инструментальный; д) экспериментальный.
- в) биологический;

9. Основные принципы защиты от СВЧ-излучения:

- а) экранирование; г) защита временем;
- б) химическая защита; д) защита расстоянием.
- в) биологическая защита;

10. Виды СВЧ излучения на РЛС:

- а) используемое; в) полезное; д) вредное.
- б) неиспользуемое; г) паразитное;

Ответы: 1 — а, б, в; 2 — а, б; 3 — д; 4 — г, д; 5 — в; 6 — а, д;
7 — а, б, в; 8 — б, г; 9 — а, г, д; 10 — а, г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дорошевич, В. И.* Основы военной гигиены : учеб. пособие / В. И. Дорошевич. Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2014. 190 с.
2. *Бортновский, В. Н.* Общая и военная гигиена : учеб. пособие / В. Н. Бортновский. Минск : Новое знание, 2018. 520 с.
3. *Ширко, Д. И.* Военная гигиена с физиологией военного труда : практикум / Д. И. Ширко. Минск : БГМУ, 2014. 96 с.
4. *Специфические санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации объектов, являющихся источниками неионизирующего излучения* : утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 4 июня 2019 г. № 360.
5. *Инструкция о порядке медицинского обеспечения Вооруженных Сил в мирное время* : утв. приказом Министра обороны Республики Беларусь от 04.10. 2017 г. № 1500.
6. *Инструкция о порядке обеспечения безопасности и безвредности воздействия на военнослужащих и гражданский персонал Вооруженных Сил Республики Беларусь и население электромагнитных излучений радиочастотного диапазона, создаваемых передающими радиотехническими объектами Вооруженных Сил Республики Беларусь* : утв. приказом Министра обороны Республики Беларусь от 1 июня 2018 г. № 814.
7. *Инструкция о порядке организации и проведения военно-врачебной экспертизы в Вооруженных Силах Республики Беларусь и транспортных войсках Республики Беларусь* : утв. постановлением Министерства обороны Республики Беларусь 2 ноября 2010 г. № 44.
8. *Методы определения уровней электромагнитных излучений, создаваемых передающими радиотехническими средствами, работающими в радиочастотном диапазоне* : инструкция по применению, утв. заместителем министра — главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 29 апреля 2013 г., регистрационный № 006-0413.
9. *Инструкция о порядке проведения обязательных и внеочередных медицинских осмотров работающих* : утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29 июля 2019 г. № 74.

**Предельно допустимые уровни плотности потока энергии
электромагнитного излучения в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц
в производственных условиях в зависимости от продолжительности
воздействия**

Продолжительность воздействия, ч	ПДУ ППЭ, мкВт/см²
8,0 и более	25
7,5	27
7,0	29
6,5	31
6,0	33
5,5	36
5,0	40
4,5	44
4,0	50
3,5	57
3,0	67
2,5	80
2,0	100
1,5	133
1,0	200
0,5	400
0,25	800
0,2 и менее	1000
0,2 и менее (при локальном облучении кистей рук при работе с микрополосковыми СВЧ устройствами)	5000

Примечание: ПДУ ППЭ не должно превышать 200 мкВт/см² за рабочую смену.

**Предельно допустимые уровни электромагнитного излучения в диапазонах
частот 300 МГц – 300 ГГц для населения, на рабочих местах лиц,
не достигших 18 лет, женщин в периоды беременности и кормления грудью**

Наименование помещений или территории	ПДУ ППМ, мкВт/см²
Территория жилой застройки и мест массового отдыха	10 мкВт/см ² 100 мкВт/см ² *
Помещения в жилых, общественных и производственных зданиях (внешнее ЭМИ, включая вторичное излучение)	10 мкВт/см ² 100 мкВт/см ² *
Рабочие места лиц, не достигших 18 лет, женщин в периоды беременности и кормления грудью	10 мкВт/см ² 100 мкВт/см ² *

Примечание: * при облучении от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования с частотой не более 1 Гц и скважностью не менее 20.

**СВЕДЕНИЯ,
включаемые в санитарный паспорт радиолокационной станции**

1. Наименование владельца РЛС, ее принадлежность (подчиненность), адрес местонахождения.

2. Наименование РЛС, место ее расположения (адрес, географические координаты), год ввода в эксплуатацию.

3. Сведения о реконструкции, модернизации РЛС.

4. Ситуационный план РЛС, заверенный составителем, с указанием СЗЗ и ЗОЗ, этажности близлежащих зданий, их назначения и расстояния до них.

5. План кровли с указанием расположения на ней антенн.

6. Мощность каждого передатчика и их количество.

7. Рабочие частоты (диапазоны частот) по каждому передатчику.

8. Тип модуляции передатчиков.

9. Импульсная мощность, длительность и частота (период) следования импульсов для РЛС, работающих в импульсном режиме.

10. Сведения о каждой антенне, в том числе тип (модель), коэффициент направленного действия (или усиления), угол (диапазон углов) максимального излучения в горизонтальной и вертикальной плоскостях, диаграммы направленности в горизонтальной и вертикальной плоскостях, передатчик, с которым работает данная антенна.

11. Время (продолжительность) и режим работы РЛС на излучение.

12. Расчеты распределения интенсивности ЭМИ на прилегающей к ПРТО территории с заключением учреждения, осуществляющего государственный санитарный надзор.

13. Заключение учреждения, осуществляющего государственный санитарный надзор, о приемке РЛС в эксплуатацию.

14. При наличии в пределах первой линии застройки, в том числе на одной площадке (одной крыше либо одном мачтовом сооружении), от размещаемой РЛС иных радиопередатчиков:

– сведения о размещении иных радиопередатчиков с указанием азимутов их максимального излучения;

– сведения о других РЛС в соответствии с пунктами 1–13 настоящего приложения;

– графические диаграммы и цифровые значения распределения в горизонтальной и вертикальной плоскостях суммарной интенсивности ЭМИ (для максимальной проектируемой выходной мощности их излучения).

Схема предварительных и периодических медицинских осмотров лиц, работающих в условиях воздействия электромагнитного излучения сверхвысокочастотного диапазона

Врачи общей практики и (или) врачи-специалисты, осуществляющие медицинский осмотр	ВОП и (или) врач-терапевт, врач-акушер-гинеколог (для женщин), врач-офтальмолог
Лабораторные, инструментальные и иные исследования	ОАК ¹ , ОАМ ¹ , глюкоза крови ¹ , флюорографическое исследование органов грудной клетки ¹ , биомикроскопия глаз, офтальмоскопия, ЭКГ
Заболевания (состояния), при наличии которых противопоказана работа во вредных и (или) опасных условиях труда (код диагноза в соответствии с Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем, десятого пересмотра)	<p>1. Болезни системы кровообращения: другие болезни сердца: нарушения ритма и проводимости, сопровождающиеся синкопальным состоянием (обмороком) или синкопальными состояниями (обмороками).</p> <p>2. Болезни глаза и его придаточного аппарата: болезни хрусталика (H25, H26, H28); болезни сосудистой оболочки и сетчатки (H30–H36).</p> <p>3. Наличие имплантированных устройств: электрокардиостимуляторов, кардиовертеров-дефибрилляторов, устройств для ресинхронизирующей терапии</p>

Примечание: ¹ выполняется при предварительном медосмотре постоянно, а при периодическом медосмотре — по схеме диспансерного наблюдения за пациентами, состоящими в группе Д (III).

УТВЕРЖДАЮ
Командир воинской части
_____ 20__ г.

СПИСОК

профессий (должностей) работников, подлежащих обязательным периодическим медицинским осмотрам

№ п/п	Структурное подразделение	Профессия (должность)	Количество работников	Вредные и (или) опасные производственные факторы, класс опасности химического вещества, вид выполняемых работ	Класс условий труда по вредным и (или) опасным производственным факторам ³	Периодичность проведения периодического медосмотра	Дата проведения предыдущего периодического медосмотра
1	2	3	4	5	6	7	8

Начальник медицинской службы воинской части _____

(подпись)

(инициалы, фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
 Командир воинской части
 _____ 20__ г.

СПИСОК

профессий (должностей) работников, подлежащих обязательным периодическим медицинским осмотрам

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Число, месяц, год рождения	Адрес места жительства (места пребывания)	Профессия (должность)	Вредные и (или) опасные производственные факторы, класс опасности химического вещества, вид выполняемых работ	Класс условий труда по вредным и (или) опасным производственным факторам ³	Периодичность проведения периодического медосмотра
1	2	3	4	5	6	7	8

Начальник медицинской службы воинской части

_____ (подпись) _____ (инициалы, фамилия)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	3
Мотивационная характеристика темы	3
Общая характеристика радиолокационных станций.....	5
Биологическое действие электромагнитного излучения сверхвысокочастотного диапазона.....	6
Неспецифические факторы радиолокационных станций, воздействующие на военнослужащих	8
Основные принципы и мероприятия по предупреждению неблагоприятного действия электромагнитного излучения	10
Требования к разработке санитарного паспорта и организации производственного контроля на радиолокационных станциях	12
Требования к организации проведения медицинского освидетельствования, проведения предварительных и периодических медицинских осмотров.....	15
Заключение	16
Самоконтроль усвоения темы.....	17
Список использованной литературы.....	18
Приложение 1	19
Приложение 2	19
Приложение 3	20
Приложение 4	21
Приложение 5	22
Приложение 6	23