



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная экология»

**БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЧЕЛОВЕКА**

Пособие

**Минск
БНТУ
2024**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная экология»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЧЕЛОВЕКА

Пособие
для студентов специальности
6-05-0311-02 «Экономика и управление»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по экономическому образованию*

Минск
БНТУ
2024

УДК 614.8(076.5)(075.8)

ББК 68.9я7

Б40

С о с т а в и т е л и:

А. А. Хрипович, Ю. В. Кляусова, Г. И. Морзак,

А. А. Цыганова, Н. В. Сидорская

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра «Безопасность жизнедеятельности человека»

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

(зав. кафедрой *О. В. Малашевская*);

зам. директора по научной работе Института природопользования

НАН Беларуси, канд. хим. наук, доцент *А. Э. Томсон*

Безопасность жизнедеятельности человека : пособие для студентов специальности 6-05-0311-02 «Экономика и управление» / сост. : А. А. Хрипович [и др.]. – Минск : БНТУ, 2024. – 92 с.
ISBN 978-985-31-0033-4.

В издании представлены практические работы по основным разделам учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека»: теоретические основы безопасности жизнедеятельности человека, предупреждение чрезвычайных ситуаций и реагирование на них, действия населения в чрезвычайных ситуациях, мероприятия по радиационной защите, промышленная безопасность.

УДК 614.8(076.5)(075.8)

ББК 68.9я7

ISBN 978-985-31-0033-4

© Белорусский национальный
технический университет, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Практическая работа № 1. Первая помощь при чрезвычайных ситуациях.....	5
Практическая работа № 2. Средства индивидуальной и коллективной защиты	21
Практическая работа № 3. Демеркуризация	33
Практическая работа № 4. Выявление дефицита микроэлементов и витаминов в организме человека и меры по его ликвидации	46
Практическая работа № 5. Оценка изменения радиационной обстановки при уменьшении излучения по закону Вэя–Вигнера	59
Практическая работа № 6. Оценка радиационной опасности и основных способов противорадиационной защиты.....	73
Практическая работа № 7. Оценка устойчивости потенциально опасного объекта к воздействию воздушной ударной волны.....	84

ВВЕДЕНИЕ

Безопасность жизнедеятельности человека – это отрасль научно-практической деятельности человека, направленная на выявление общих закономерностей возникновения опасностей, их свойств, последствий их влияния на организм человека, основ защиты здоровья и жизни человека и среды его жизни от опасностей, а также на разработку и реализацию соответствующих способов по созданию и поддержанию здоровых и безопасных условий жизни и деятельности человека.

Учитывая, что превращение биосферы в техносферу привело к стремительному росту опасностей и чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, вопросы защиты человека (безопасность) и окружающей природной среды (экологичность) должны решаться специалистами всех отраслей. В настоящее время эффективная профессиональная деятельность невозможна без обеспечения безопасности человека в среде обитания.

Учебная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности человека» – обязательная общепрофессиональная дисциплина, в которой соединена тематика безопасного взаимодействия человека со средой обитания (производственной, бытовой, городской, природной) и вопросы защиты от негативных факторов ЧС.

Цель изучения дисциплины – обеспечить соответствующие современным требованиям знания студентов об общих закономерностях возникновения и развития опасностей, ЧС, в первую очередь техногенного, природного и экологического характера, об их свойствах, возможном влиянии на жизнь и здоровье человека; сформировать у специалистов представление о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности с требованиями к безопасности и защищенности человека. Реализация этих требований гарантирует сохранение работоспособности и здоровья человека, готовит его к действиям в экстремальных условиях.

Пособие создано авторами для эффективного закрепления теоретического материала, полученного студентами в лекционном курсе, с помощью задач и тестов по основным темам учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека».

Практическая работа № 1

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Цель работы: изучить способы и методы оказания первой помощи пострадавшим при чрезвычайных ситуациях.

Общие сведения

Первая помощь – это комплекс срочных простейших мероприятий для спасения жизни человека и предупреждения осложнений при несчастном случае или внезапном заболевании, проводимых на месте происшествия самим пострадавшим (самопомощь) или другим лицом, находящимся поблизости (взаимопомощь).

Первая помощь оказывается до медицинской помощи. Оптимальный срок для оказания первой помощи – до 30 мин после получения поражения. При остановке кровообращения или дыхания это время сокращается до 5 мин.

Существует четыре принципа оказания первой помощи при чрезвычайных ситуациях:

1. Осмотреть место происшествия.

Как только вы убедились, что оказались в чрезвычайной ситуации, и приготовились действовать, проверьте, не представляет ли место происшествия опасность для вас и для окружающих. Внимательно осмотритесь и постарайтесь определить следующее: что произошло, сколько пострадавших, в состоянии ли окружающие вам помочь. Когда вы проводите осмотр места происшествия, обращайте внимание на то, что может угрожать вашей безопасности и безопасности окружающих: оголенные электрические провода, падающие обломки, интенсивное дорожное движение, пожар, дым, вредные испарения, неблагоприятные погодные условия, слишком большая глубина водоема или быстрое течение. *Если вам угрожает какая-либо опасность, не приближайтесь к пострадавшему.* Немедленно вызовите скорую помощь и соответствующую аварийную службу или полицию для получения профессиональной помощи.

Никогда не подвергайте себя риску, иначе вы можете оказаться в роли второго пострадавшего. В ситуации повышенной опасности

помощь должна оказываться профессиональными сотрудниками служб, которые имеют соответствующую подготовку и снаряжение.

2. Провести первичный осмотр пострадавшего и оказать первую помощь при состояниях, угрожающих жизни.

3. Вызвать скорую медицинскую помощь.

4. Провести вторичный осмотр пострадавшего и при необходимости оказать помощь при выявлении других проблем.

Постоянно наблюдайте за пострадавшим и успокойте его до прибытия скорой медицинской помощи.

Алгоритм действий на месте происшествия с наличием пострадавших

1. Провести оценку обстановки и обеспечить безопасные условия для оказания первой помощи:

– определить угрожающие факторы для собственной жизни и здоровья;

– определить угрожающие факторы для жизни и здоровья пострадавшего;

– устранить угрожающие факторы;

– прекратить действие повреждающих факторов на пострадавшего.

2. Определить наличие сознания у пострадавшего.

При наличии сознания перейти к п. 7; при отсутствии сознания перейти к п. 3.

3. Восстановить проходимость дыхательных путей (запрокинуть голову с подъемом подбородка; выдвинуть нижнюю челюсть (при необходимости) и определить признаки жизни:

– определить наличие нормального дыхания с помощью слуха, зрения и осязания. При наличии дыхания перейти к п. 6;

– определить наличие кровообращения путем проверки пульса на магистральных артериях (одновременно с определением дыхания и при наличии соответствующей подготовки). При отсутствии дыхания перейти к п. 4.

4. Вызвать скорую медицинскую помощь (по телефону 103, привлекая помощника или с использованием громкой связи на телефоне).

5. Начать проведение сердечно-легочной реанимации путем чередования:

- 2 сильных выдоха;
- 30 надавливаний на грудную клетку.

Поднимите подбородок пострадавшего кверху одной рукой и запрокиньте назад его голову. Если нормальное дыхание отсутствует, зажмите нос пострадавшего, сделайте глубокий вдох, широко откройте рот и обхватите им рот пострадавшего. Сделайте два сильных выдоха через рот. Продолжительность каждого выдоха – одна секунда.

Если у пострадавшего продолжает отсутствовать дыхание, он не двигается и не кашляет, начинайте массаж грудной клетки. Для этого двумя руками надавливайте на середину грудной клетки 30 раз. Глубина движений – 4–5 сантиметров, скорость – 100 надавливаний в минуту (быстрее, чем одно надавливание в секунду).

Продолжайте чередовать 2 выдоха и 30 надавливаний до прибытия помощи. При появлении признаков жизни перейти к п. 6.

6. При появлении (или наличии) признаков жизни выполнить мероприятия по поддержанию проходимости дыхательных путей одним или несколькими способами:

- придать устойчивое боковое положение;
- запрокинуть голову с подъемом подбородка;
- выдвинуть нижнюю челюсть.

7. Провести обзорный осмотр пострадавшего и осуществить мероприятия по временной остановке наружного кровотечения одним или несколькими способами:

- наложением давящей повязки;
- пальцевым прижатием артерии;
- прямым давлением на рану;
- максимальным сгибанием конечности в суставе;
- наложением жгута.

8. Провести подробный осмотр пострадавшего в целях выявления признаков травм, отравлений и других состояний, угрожающих его жизни и здоровью:

- осмотреть голову;
- осмотреть шею;
- осмотреть грудь;
- осмотреть спину;
- осмотреть живот и таз;
- осмотреть конечности;

- наложить повязки при травмах различных областей тела;
- зафиксировать шейный отдел позвоночника (подручными средствами, с использованием медицинских изделий);
- прекратить воздействие опасных химических веществ (промыть желудок путем приема воды и вызывания рвоты, удалить с поврежденной поверхности и промыть поврежденные поверхности проточной водой);
- провести местное охлаждение при травмах, термических ожогах и иных воздействиях высоких температур;
- провести термоизоляцию при обморожениях и других эффектах воздействия низких температур.

9. Придать пострадавшему оптимальное положение тела для обеспечения ему комфорта и уменьшения степени его страданий.

10. Постоянно контролировать состояние пострадавшего, наличие сознания, дыхания и кровообращения и оказывать психологическую поддержку.

11. Передать пострадавшего бригаде скорой медицинской помощи, сообщив необходимую информацию.

Отравление угарным газом

При отравлении угарным газом у пострадавшего появляется головная боль, шум в ушах, головокружение, общая слабость. В тяжелых случаях возможны судороги и бессознательное состояние.

Пострадавшего необходимо вывести (или вынести) на свежий воздух, уложить на спину, положить на голову и грудь холодный компресс, напоить горячим чаем или кофе. Лучшее средство при отравлении угарным газом – длительное вдыхание кислорода (применение кислородных подушек). При отсутствии дыхания или резком его угнетении сделать искусственное дыхание.

Утопление

Характер оказания помощи пострадавшему, извлеченному из воды, зависит от тяжести его состояния. Если пострадавший в сознании, пульс и дыхание удовлетворительные, нет жалоб на недостаточность дыхания, то его следует уложить на сухую жесткую поверхность так, чтобы голова была низко опущена, раздеть, растереть сухим полотенцем, дать горячее питье и укутать сухим одеялом.

После извлечения из воды пострадавшего с удовлетворительным пульсом и дыханием, но в бессознательном состоянии, необходимо запрокинуть его голову и выдвинуть нижнюю челюсть, затем уложить так, чтобы голова была низко опущена, и освободить ротовую полость от тины, ила, рвотных масс, обтереть его насухо и согреть.

При извлечении из воды пострадавшего без самостоятельного дыхания, но с сохраненной сердечной деятельностью, после тех же предварительных мероприятий следует как можно быстрее сделать искусственное дыхание. Если у пострадавшего отсутствуют самостоятельное дыхание и сердечная деятельность, необходимо сочетать проведение искусственного дыхания с непрямой массажем сердца.

После оказания первой помощи, независимо от степени тяжести состояния, пострадавшего необходимо доставить в медицинское учреждение, так как во всех случаях возможны осложнения, от которых пострадавший может умереть.

Ушиб

Для ослабления боли и уменьшения кровоизлияния следует:

1. Сразу применить холод: сделать холодную примочку, положить пузырь со льдом.
2. Наложить давящую повязку и обеспечить покой ушибленной части тела: руку подвесить на косынке, ногу уложить высоко на подушке.

Очень сильная боль после ушиба может означать повреждение кости. Нельзя растирать ушибленное место, это может привести к тромбофлебиту.

Если отек и гематома не исчезают, нужно обратиться к врачу.

При сильных ушибах головы (особенно если они сопровождаются тошнотой, потерей сознания), груди, живота могут быть повреждены мозг и внутренние органы. В таких случаях необходимо обеспечить пострадавшему покой и обратиться за медицинской помощью.

Вывих

Вывих – стойкое смещение суставных концов костей, вызывающее нарушение функции сустава. *Вывих должен быть вправлен исключительно врачом (фельдшером)!*

Вывихи называют открытыми, если они сопровождаются ранением, проникающим в полость сустава.

Признаки вывиха – резкая болезненность, изменение формы сустава, невозможность или ограниченность движений в нем.

До прихода врача необходимо:

- положить холод на вывихнутый сустав;
- ограничить движения поврежденной части: наложить фиксирующую повязку или шину.

Перелом

Перелом – повреждение кости с нарушением ее целостности.

Признаки перелома – резкая боль, невозможность пользоваться конечностью, изменение подвижности и формы поврежденной конечности, иногда хруст осколков костей, кровоизлияние и отечность мягких тканей. *Нельзя самостоятельно вправлять перелом!*

Первая помощь при переломе:

1. Сразу наложить шину из любого твердого материала. Длина должна быть такой, чтобы шина заходила за те два сустава конечности, между которыми произошел перелом. Если шину не из чего сделать, то поврежденную ногу привязать к здоровой ноге, а поврежденную руку повесить на косынку.

2. Перелом открытый – смазать кожу вокруг раны йодом, а на рану наложить стерильную повязку. Если обильное кровотечение, то до наложения шины требуется наложить кровоостанавливающий жгут. Пострадавшего доставить к врачу на носилках.

Кровотечение

Кровотечение – это истечение крови из кровеносных сосудов в органы, ткани, естественные полости тела или во внешнюю среду. Пострадавшему необходима срочная медицинская помощь, так как быстрая и значительная потеря крови несет серьезную угрозу здоровью и может привести к летальному исходу.

Цель и порядок выполнения обзорного осмотра пострадавшего

Целью обзорного осмотра является определение признаков кровотечения, требующего скорейшей остановки. Обзорный осмотр производится очень быстро, в течение 1–2 секунд, с головы до ног.

Основные признаки острой кровопотери

Резкая общая слабость; чувство жажды; головокружение; мелькание «мушек» перед глазами; обморок, чаще при попытке встать; бледная, влажная и холодная кожа; учащенное сердцебиение; частое дыхание. Указанные признаки могут наблюдаться как при наличии продолжающегося наружного кровотечения, так и при остановленном кровотечении, а также при отсутствии видимого или продолжающегося кровотечения.

Наружное кровотечение сопровождается повреждением кожных покровов и слизистых оболочек, при этом кровь изливается наружу в окружающую среду.

Артериальные кровотечения

Являются наиболее опасными, так как при ранении крупных артерий происходит большая потеря крови за короткое время. Признаком артериальных кровотечений обычно является пульсирующая алая струя крови, быстро расплывающаяся лужа крови алого цвета, быстро пропитываемая кровью одежда пострадавшего.

Венозные кровотечения

Характеризуются меньшей скоростью кровопотери, кровь темно-вишневая, вытекает «ручьем». Венозные кровотечения могут быть менее опасными, чем артериальные, однако также требуют скорейшей остановки.

Капиллярные кровотечения

Наблюдаются при ссадинах, порезах, царапинах. Капиллярное кровотечение непосредственной угрозы для жизни, как правило, не представляет.

Смешанные кровотечения

Наблюдаются, например, при отрыве конечности и представляют собой одновременно артериальное, венозное и капиллярное кровотечение. Опасны из-за наличия артериального кровотечения.

Способы временной остановки кровотечения

1. Прямое давление на рану. Является наиболее простым способом остановки кровотечений. При его использовании рана закрывается стерильными салфетками или стерильным бинтом, после чего

на область раны осуществляется давление рукой участника оказания первой помощи с силой, достаточной для остановки кровотечения. При отсутствии бинта или салфеток для наложения на рану можно использовать любую подручную ткань.

2. Наложение давящей повязки. Используется для более продолжительной остановки кровотечения. Повязка должна накладываться с усилием (давлением). Если повязка начинает пропитываться кровью, то поверх нее накладывают еще несколько стерильных салфеток и туго прибинтовывают.

3. Пальцевое прижатие артерии. Позволяет достаточно быстро и эффективно останавливать кровотечение из крупных артерий. Давление осуществляется в определенных точках между раной и сердцем. Выбор точек обусловлен возможностью прижатия артерии к кости. Результатом является прекращение поступления крови к поврежденному участку сосуда и остановка или значительное ослабление кровотечения. Как правило, пальцевое прижатие артерии предшествует наложению кровоостанавливающего жгута и используется в первые секунды после обнаружения кровотечения и начала оказания первой помощи (так же, как и прямое давление на рану). Эффективность и правильность использования этого способа определяется визуально – по уменьшению или остановке кровотечения.

4. Максимальное сгибание конечности в суставе. Приводит к перегибу и сдавлению кровеносного сосуда, что способствует прекращению кровотечения. Этот способ достаточно эффективно останавливает кровотечение. Для повышения эффективности в область сустава необходимо вложить 1–2 бинта или свернутую валиком одежду. После сгибания конечность фиксируют руками, несколькими турами бинта или подручными средствами (например, брючным ремнем).

5. Наложение кровоостанавливающего жгута (табельного или импровизированного). Может применяться для более продолжительной временной остановки сильного артериального кровотечения. Для снижения негативного воздействия жгута на конечности его следует накладывать в соответствии со следующими правилами:

– жгут следует накладывать только при артериальном кровотечении при ранении конечностей;

- жгут необходимо накладывать максимально близко к ране. Если место наложения жгута приходится на среднюю треть плеча и на нижнюю треть бедра, следует наложить жгут выше;
- жгут на голое тело накладывать нельзя, только поверх одежды или тканевой (бинтовой) прокладки;
- перед наложением жгут следует завести за конечность и растянуть;
- кровотечение останавливается первым (растянутым) туром жгута, все последующие (фиксирующие) туры накладываются так, чтобы каждый последующий тур примерно наполовину перекрывал предыдущий;
- жгут не должен быть закрыт повязкой или одеждой, т. е. должен быть на виду;
- точное время наложения жгута следует указать в записке, записку поместить под жгут;
- максимальное время нахождения жгута на конечности не должно превышать 60 минут в теплое время года и 30 минут – в холодное;
- после наложения жгута конечность следует обездвижить и укутать доступными способами.

Рана

При любой ране необходимо:

1. Остановить кровотечение.

2. Наложить повязку на свежую рану. Лучшей является асептическая повязка из стерильной марли, поверх которой накладывается вата и закрепляющий бинт. При наложении повязки необходимо соблюдать определенные правила:

– рану не следует обмывать, можно омыть края (спиртом, одеколоном), протирая кожу по направлению от раны.

– если в рану попали кусочки дерева, земля и т. п., то вынимать их самим можно только в том случае, когда они находятся на поверхности.

– при смене повязки не следует отрывать присохшую марлю от раны: нужно приподнять края марли и полить рану перекисью водорода, раствором марганцовки или хотя бы кипяченой теплой водой.

Ожог

Ожог – повреждение тканей, вызванное действием высокой температуры, химических веществ, электрического тока или ионизирующего излучения. В соответствии с этим различают термические, химические, электрические и лучевые ожоги. Различают четыре степени ожога. Площадь ожога можно определить правилом ладони, которая составляет 1 % площади поверхности тела человека.

При ожоге необходимо:

1. Устранить причины, вызвавшие ожог.
2. В области обожженного места одежду разрезать и осторожно снять, а прилипшие к коже куски материи коротко обрезать ножницами по краям.
3. Если ожог вызван химическими веществами, следует сразу же струей холодной воды обмыть (в течение 15–20 минут) обожженные участки тела.

При обширных ожогах после наложения повязок пострадавшего нужно срочно доставить в больницу.

Химический ожог – поражение тканей человеческого организма при воздействии на них агрессивных веществ, обладающих определенными разрушающими свойствами в отношении органики.

Вызывают ожог как органические, так и не органические вещества в разном агрегатном состоянии (газообразное, жидкое, твердое). К таким веществам относятся щелочи, соли тяжелых металлов, кислоты, агрессивные жидкости.

Важная особенность химических ожогов – разрушающий эффект от контакта с химикатом не прекращается при его удалении с кожи. Необходимо именно инактивировать химикат, только в этом случае прервется реакция.

Алгоритм первой помощи при химических ожогах

1. Как можно скорее устранить химическое вещество с поверхности кожи. Если контакт с химикатом происходит через ткань, необходимо быстро снять одежду.

2. Если речь идет о порошковом химикате, перед промыванием требуется удалить порошок (стряхнуть его или использовать подручные средства).

3. Нельзя пытаться удалить агрессивное вещество салфеткой, губкой, тряпкой и тем более рукой (даже во время промывания водой). Даже незначительные нажатия способствуют более глубокому проникновению химиката, что усугубит последствия.

4. Для устранения остатков химического вещества пораженную область необходимо в течение 15–20 минут промывать проточной холодной водой. При запоздалой реакции и интенсивных болевых ощущениях длительность промывания увеличивается до 40–45 минут (при ожогах щелочами до нескольких часов). Если промывание не дает положительных результатов, процедуру повторяют.

5. После оказания первой помощи человека необходимо вывести на свежий воздух или сразу открыть в помещении окна.

6. Вызвать к пострадавшему врача, в неотложных случаях – скорую помощь.

Отравление

Отравление – системное поражение организма вследствие попадания внутрь ядовитых веществ.

Вредные вещества могут проникнуть в организм через рот, дыхательные пути или кожные покровы. При отравлении страдают все функции организма, но наиболее сильно страдает деятельность нервной, пищеварительной и дыхательной систем. В тяжелых случаях нарушение функций жизненно важных органов может привести к летальному исходу, в связи с чем первая помощь при отравлении чрезвычайно важна.

Общие правила оказания первой помощи при отравлениях ядовитыми веществами

1. Прекратить контакт с ядовитым веществом.
2. Как можно быстрее вывести яд из организма.
3. Поддержать жизненно важные функции организма, в первую очередь дыхательную и сердечную деятельность.
4. В случае необходимости провести реанимационные мероприятия (закрытый массаж сердца, искусственное дыхание).
5. Вызвать к пострадавшему врача, в неотложных случаях – скорую помощь.

Отравление летучими веществами

Человека в сознании необходимо вывести на чистый воздух, ослабить тугую одежду.

Если есть возможность, дать прополоскать рот и горло раствором соды (1 ст. л. на стакан воды).

В том случае, если сознание отсутствует, следует уложить пострадавшего с приподнятой головой и обеспечить приток воздуха. Необходимо проверить пульс и дыхание и в случае их нарушения проводить реанимационные мероприятия до стабилизации сердечной и дыхательной деятельности или до приезда скорой помощи.

Обморок

Обморок – внезапное головокружение, слабость, онемение рук и ног, тошнота, слабый пульс, кратковременная потеря сознания, наступающие вследствие острого малокровия мозга.

При появлении таких признаков необходимо:

1. Срочно вызвать врача.
2. До прихода врача пострадавшего положить так, чтобы голова была ниже туловища.
3. Пояс и воротник расстегнуть.
4. К ногам положить грелки или растереть ноги жесткой тканью.
5. Обеспечить приток воздуха.
6. Обрызгать лицо холодной водой.

Индивидуальные задания

Изучите теоретический материал. Систематизируйте полученные знания путем заполнения таблицы, закрепите изученный материал с помощью решения ситуационных задач и теста.

Задание 1. Заполнить таблицу.

Виды поражения: отравление угарным газом, утопление, ушиб, вывих, наружное кровотечение (артериальное, венозное, смешанное), рана, ожог (термический, химический), отравление (ядовитыми веществами, летучими веществами), обморок.

Вид поражения	Особое внимание	Первая помощь

Задание 2. Дать письменный алгоритм оказания первой помощи.

1. Пострадавший обнаружен на месте происшествия. Общее состояние тяжелое, кожные покровы бледные, на ощупь влажные. Отмечается повреждение мягких тканей средней трети правого бедра. Из раны отмечается обильное кровотечение пульсирующего характера, кровь ярко-красного цвета.

2. Пострадавший во время аварии на заводе получил удар по голове во время обрушения цеха, был засыпан землей. При осмотре пострадавший без сознания, сердечная деятельность сохранена, дыхание отсутствует.

3. У человека отмечается бледность, потливость, расширение зрачков. Затем потеря сознания.

4. На руки пострадавшего попал кипяток. Жалуется на сильные боли, наблюдается изменение цвета кожных покровов кисти.

Задание 3. Выполнить тест (один правильный ответ).

1. Промывание желудка при отравлении в порядке первой помощи (немедицинским персоналом и без желудочного зонда) запрещено:

- а) при отравлениях у несовершеннолетних детей;
- б) при отравлениях у лиц, не имеющих при себе документов, удостоверяющих личность;
- в) при отравлениях кислотами, щелочами, нефтепродуктами, при судорогах, в случае потери сознания пострадавшим.

2. Какие из мероприятий по оценке обстановки и обеспечению безопасных условий для оказания первой помощи совершаются в порядке осмотра места происшествия?

- а) придание правильного транспортного положения и организация транспортировки пострадавшего;
- б) определение угрожающих факторов для собственной жизни и здоровья; определение угрожающих факторов для жизни и здоровья пострадавшего; оценка количества пострадавших;
- в) устранение угрожающих факторов для жизни и здоровья; прекращение действия повреждающих факторов на пострадавшего.

3. Первым действием (первым этапом) при оказании первой помощи является:

- а) правильная транспортировка пострадавшего;
- б) предотвращение возможных осложнений;
- в) прекращение воздействия травмирующего фактора.

4. Вторым действием (вторым этапом) при оказании первой помощи является:

- а) предотвращение возможных осложнений;
- б) устранение состояния, угрожающего жизни и здоровью пострадавшего;
- в) правильная транспортировка пострадавшего.

5. Третьим действием (третьим этапом) при оказании первой помощи является:

- а) прекращение воздействия травмирующего фактора;
- б) предотвращение возможных осложнений;
- в) правильная транспортировка пострадавшего.

6. Способы временной остановки кровотечения:

- а) частичное сгибание конечности, наложение пластыря, наложение давящей повязки;
- б) придание возвышенного положения конечности, наложение асептической повязки;
- в) пальцевое прижатие, максимальное сгибание конечности, наложение жгута (закрутки), наложение давящей повязки.

7. В каком порядке проводятся мероприятия первой помощи при ранении?

- а) обеззараживание раны, наложение повязки, остановка кровотечения;
- б) остановка кровотечения, обеззараживание раны, наложение повязки;
- в) остановка кровотечения, наложение повязки.

8. Что необходимо сделать при ожоговой ране?

- а) смазать рану маслом, наложить повязку;
- б) очистить рану и промыть ее холодной водой;
- в) наложить чистую увлажненную повязку.

9. При повреждении костей предплечья или голени шину накладывают:

- а) с захватом двух суставов (выше и ниже места перелома);
- б) с захватом трех суставов;
- в) с захватом только верхнего (по отношению к месту перелома) сустава.

10. Как оказать помощь пострадавшему при ожоге отдельных участков тела щелочными растворами?

- а) промыть пораженный участок водой, смазать жирным кремом, наложить повязку из чистой ткани;
- б) обработать пораженное место 1–2 % уксусной или лимонной кислоты, наложить антисептическую повязку;
- в) помыть мыльным или 2 % раствором соды, наложить антисептическую повязку.

11. В мероприятия по оценке обстановки и обеспечению безопасных условий для оказания первой помощи не входит:

- а) определение угрожающих факторов для жизни и здоровья пострадавшего;
- б) вызов скорой помощи;
- в) прекращение действия повреждающих факторов на пострадавшего.

12. Для венозного кровотечения характерно:

- а) быстрое и обильное кровотечение;
- б) ярко-красный цвет крови;
- в) кровь темно-красного или бордового цвета ровно вытекает из раны.

13. Оптимальный срок оказания первой помощи:

- а) до 60 минут, а в случае остановки сердца – до 10 минут;
- б) до 30 минут, а в случае остановки сердца – до 5 минут;
- в) до 15 минут

14. Наиболее опасное кровотечение:

- а) смешанное;
- б) артериальное;
- в) венозное.

Литература

1. Чиж, Л. В. Первая помощь пострадавшим : учебное пособие / Л. В. Чиж. – Минск : Колоград, 2020. – 274 с.
2. Алгоритмы оказания первой помощи пострадавшим на месте происшествия : учебно-методическое пособие / А. П. Станишевский [и др.]. – Минск : БелМАПО, 2021. – 119 с.
3. Первая помощь : учебно-методическое пособие / Д. А. Чернов [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2021. – 178 с.
4. Демичев, С. В. Первая помощь : учебник / С. В. Демичев. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 192 с.

Практическая работа № 2

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ И КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ

Цель работы: изучить средства индивидуальной и коллективной защиты населения при чрезвычайных ситуациях.

Средства индивидуальной защиты

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты людей от попадания радиоактивных и отравляющих веществ, а также бактериальных агентов внутрь организма, на кожные покровы и одежду.

Классификация средств индивидуальной защиты:

- по характеру воздействия;
- по принципу защиты;
- по способу изготовления: изготовленные промышленностью и изготовленные населением из подручных материалов.

По характеру воздействия СИЗ делятся на:

- средства защиты органов дыхания;
- средства защиты кожи;
- медицинские средства защиты.

Средства индивидуальной защиты могут быть табельные, обеспечение которыми предусматривается табелями (номера) оснащения в зависимости от организационной структуры формирований, и нетабельные, предназначенные для обеспечения формирований в дополнение к табельным средствам или в порядке их замены.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) предназначены для того, чтобы предохранить от вдыхания и попадания в организм человека вредных веществ (аэрозолей, газов, паров) и/или от недостатка кислорода (содержание кислорода в воздухе менее 18 %).

К СИЗОД относятся: противогазы, респираторы, дыхательные аппараты, противопыльные тканевые маски, ватно-марлевые повязки.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания по принципу защиты подразделяют на два вида:

1. *Фильтрующего типа.* В фильтрующих аппаратах воздух из окружающей среды проходит через набор фильтров, после чего подается к органам дыхания. Самый простой вариант фильтрующего дыхательного аппарата – марлевая повязка, респиратор. Самый известный – противогаз.

2. *Изолирующего типа.* Такие средства индивидуальной защиты органов дыхания способны обеспечивать органы дыхания человека необходимым количеством свежего воздуха независимо от состава окружающей атмосферы. К ним относят: автономные дыхательные аппараты, обеспечивающие органы дыхания человека дыхательной смесью из баллонов со сжатым воздухом или сжатым кислородом либо за счет регенерации кислорода с помощью кислородсодержащих продуктов; шланговые дыхательные аппараты, с помощью которых чистый воздух подается к органам дыхания по шлангу от воздуходувок или компрессорных магистралей.

В отличие от фильтрующих, изолирующие дыхательные аппараты не связаны с атмосферой, так как имеют собственный запас кислорода или воздуха. Благодаря этому в таких дыхательных аппаратах возможно проведение работ в малоокислородной среде (например, на месте пожара или в воде). Аппараты данного вида разделяются на два класса:

– *открытого цикла* – продукты выдоха в этом случае отводятся в атмосферу;

– *замкнутого цикла* – углекислый газ, выделяющийся в процессе дыхания, поглощается химическим составом, обогащается кислородом и подается на вдох. Возможное время работы в таком снаряжении в несколько раз больше, чем в аппаратах открытого цикла. Однако такие аппараты сложнее в обслуживании и эксплуатации.

Наиболее надежное средство защиты органов дыхания – *противогаз*, который предназначен для защиты органов дыхания, лица, глаз, а иногда и кожи головы от вредных примесей, а также болезнетворных микробов. Все противогазы по принципу действия подразделяются на фильтрующие и изолирующие. Человек, надевший фильтрующий противогаз, дышит предварительно очищенным воздухом, а надевший изолирующий – смесью кислорода, находящегося в баллоне, и выдыхаемого воздуха после его очистки от влаги и углекислого газа.

Респираторы представляют собой облегченное средство защиты органов дыхания от вредных газов, паров, аэрозолей и пыли.

Противогазовые маски защищают органы дыхания от аэрозолей различных видов, противогазовые – от вредных паров и газов, газопылезащитные – от газов, паров и аэрозолей.

Когда нет ни противогаза, ни респиратора, можно воспользоваться простейшими средствами защиты органов дыхания – *ватно-марлевой повязкой и противопыльной тканевой маской* (ПТМ). Они защищают органы дыхания человека (а ПТМ – кожу лица и глаза) от радиоактивной пыли, вредных аэрозолей, бактериальных средств.

К **средствам защиты кожи** относятся: защитные комплекты; комбинезоны и костюмы, изготовленные из специальной прорезиненной ткани; накидки; резиновые сапоги и перчатки.

По своему назначению средства защиты кожи делятся на: специальные (табельные) и подручные. *Специальные* средства защиты кожи предназначаются для защиты личного состава формирований при проведении им спасательных и аварийно-восстановительных работ в очагах ядерного, химического и бактериологического поражения (разрушения, аварий и катастроф).

По принципу защитного действия они бывают: изолирующие (воздухонепроницаемые); фильтрующие (воздухопроницаемые).

Конструктивно эти средства защиты выполнены в виде курток с капюшонами, полукombineзонов и комбинезонов.

Простейшие средства защиты кожи (подручные средства) – прежде всего, производственная одежда: куртки, брюки, комбинезоны, халаты с капюшонами, сшитые в большинстве своем из брезента, огнезащитной или прорезиненной ткани, грубого сукна. Брезентовые изделия, например, защищают от капельно-жидких аварийно-химически опасных веществ (АХОВ) зимой до 1 ч, летом – до 30 мин.

Из предметов бытовой одежды наиболее пригодны для этой цели плащи и накидки из прорезиненной ткани или ткани, покрытой хлорвиниловой пленкой, в комплекте с ватно-марлевой повязкой или ПТМ. Защиту могут обеспечить также и зимние вещи: пальто из грубого сукна или драпа, ватники, дубленки, кожаные пальто. Эти предметы могут защищать до 2 ч.

Для защиты ног лучше всего использовать резиновые сапоги промышленного или бытового назначения, резиновые боты и гало-

ши. На руки следует надеть резиновые или кожаные перчатки, можно рукавицы из брезента. На голову – повязать платок или надеть шапку.

Чтобы одежда лучше защищала от паров и аэрозолей АХОВ, ее нужно пропитать специальным раствором. Пропитке подлежит только одежда из тканевых материалов. Пропиточный раствор может готовиться на основе моющих веществ, применяемых при стирке белья.

Медицинские средства индивидуальной защиты (МСИЗ) – это медицинские препараты, материалы и специальные средства, предназначенные для использования в ЧС с целью предупреждения поражения или снижения эффекта воздействия поражающих факторов и профилактики осложнений.

К медицинским средствам индивидуальной защиты относятся:

1. Аптечка индивидуальная АИ-1, 2, 3, 3с, предназначенная для профилактики и первой медпомощи при радиационном, химическом и бактериальном поражении, а также при их комбинациях с травмами.

2. Универсальная аптечка бытовая для населения, проживающего на радиационно опасных территориях.

3. Индивидуальные противохимические пакеты – ИПП-8, ИПП-10, ИПП-11.

4. Пакет перевязочный индивидуальный – ППИ.

К *табельным* МСИЗ относятся аптечка индивидуальная (АИ-2), индивидуальный противохимический пакет (ИПП-8, ИПП-10, ИПП-11), пакет перевязочный индивидуальный (ППИ).

Аптечка индивидуальная АИ-2 выдается военнослужащим при локальной или крупномасштабной войне; спасателям – при авариях в мирное или военное время и т. п.

Индивидуальный противохимический пакет ИПП-11 предназначен для обеззараживания участков кожи, прилегающей к ним одежды и СИЗ населения старше 7-летнего возраста от отравляющих веществ. Последовательность обработки: смоченным тампоном протереть открытые участки кожи (шея, кисти рук), а также наружную поверхность маски противогаза, который был надет. Другим тампоном протереть воротничок и края манжет одежды, прилегающие к открытым участкам кожи. Дегазирующую жидкость можно использовать при дезактивации кожных покровов, загрязненных

радиоактивными веществами, когда не удастся водой и мылом снизить наличие радиоактивных веществ до допустимых пределов.

Пакет перевязочный индивидуальный медицинский (ППИ) применяется для перевязки ран, ожогов и остановки некоторых видов кровотечения. Представляет собой стерильный бинт с двумя ватно-марлевыми подушечками (особенно необходимы при сквозных ранениях), заключенными в непроницаемую герметическую упаковку. Порядок пользования ППИ: разорвать по надрезу наружную оболочку и снять ее; развернуть внутреннюю оболочку; одной рукой взять конец, а другой – скатку бинта и развернуть повязку; на раневую поверхность накладывать так, чтобы их поверхности, прошитые цветной ниткой, оказались наверху.

Средства коллективной защиты

Средства коллективной защиты (СКЗ) населения – это различные устройства и конструкции, которые используются для уменьшения воздействия чрезвычайной ситуации на большое количество людей.

Укрытие в защитных сооружениях – один из наиболее надежных способов защиты населения от воздействия АХОВ при авариях на химически опасных объектах; от радиоактивных веществ при авариях на АЭС; во время стихийных бедствий: бурь, ураганов, смерчей, снежных заносов; в случае применения оружия обычных видов и современных средств массового поражения.

К защитным сооружениям относят убежища, противорадиационные укрытия, простейшие укрытия.

Защитные сооружения по месту расположения могут быть *встроенными*, расположенными в подвалах и на цокольных этажах зданий и сооружений, и *отдельно стоящими*, сооружаемыми вне зданий и сооружений. Размещают их возможно ближе к местам работы или проживания людей.

По срокам строительства защитные сооружения подразделяются на *построенные заблаговременно*, то есть в мирное время, и *быстрозводимые*, которые сооружаются в предвидении каких-либо чрезвычайных ситуаций (событий) или при возникновении военной угрозы.

Убежища – это защитные сооружения герметического типа, защищающие от всех поражающих факторов ЧС мирного и военного

времени. В убежище укрывающиеся люди не используют средства индивидуальной защиты кожи и органов дыхания.

Убежища состоят из основных помещений (отсеков и тамбура-шлюзов), а также вспомогательных – фильтровентиляционных камер, санитарных узлов, дизельных электростанций, защищенных входов и выходов. Убежище оборудуется системой освещения, аппаратурой связи и оповещения. Водоснабжение осуществляется от наружной водопроводной сети, а также создается аварийный запас питьевой воды в емкостях. Снабжение помещения наружным воздухом обеспечивается в двух режимах: чистая вентиляция (очищение от радиоактивной пыли) и фильтро-вентиляция (очищение от отравляющих веществ и бактериальных средств).

При создании убежища рассчитывается не менее 0,5 м² на человека. По вместимости убежища подразделяются: малой вместимости – 15–600 человек; средней вместимости – 600–2000 человек; большой вместимости – более 2000 человек.

В тех случаях, когда убежищ недостаточно, их заполнение может производиться с переуплотнением. Тогда людей размещают не только в основных отсеках, но и в коридорах, проходах, тамбурах-шлюзах. В подобных условиях пребывание в защитном сооружении должно быть непродолжительным.

Нормативное время укрытия населения в убежищах – 2 суток.

Заполнение убежища и правила поведения в нем:

1. Население укрывается в защитных сооружениях в случае аварии на АЭС, химическом предприятии, при стихийных бедствиях (смерч, ураган) и возникновении военных конфликтов.

2. Маршруты движения обозначены указателями, установленными на видных местах. Чтобы не допустить скопления людей в одном месте и разделить потоки, на путях движения обычно назначают несколько маршрутов, расчищают территорию, освобождают от всего, что может служить помехой.

3. В убежище лучше всего размещать людей группами – по цехам, бригадам, учреждениям, домам, улицам, обозначив соответствующие места указателями. В каждой группе назначают старшего.

4. Тех, кто прибыл с детьми, размещают в отдельных отсеках или в специально отведенных местах. Престарелых и больных стараются устроить поближе к воздухоразводящим вентиляционным трубам.

5. В убежище (укрытие) люди должны приходить со средствами индивидуальной защиты, продуктами питания и личными документами. Нельзя приносить с собой громоздкие вещи, сильно пахнущие и воспламеняющиеся вещества, приводить домашних животных.

6. В защитном сооружении запрещается ходить без надобности, шуметь, курить, выходить наружу без разрешения коменданта (старшего), самостоятельно включать/выключать электроосвещение, оборудование, открывать защитно-герметические двери, зажигать керосиновые лампы, свечи, фонари. Необходимо соблюдать тишину.

7. Укрываемые должны строго выполнять все распоряжения звена по обслуживанию убежища (укрытия), соблюдать правила внутреннего распорядка, оказывать помощь больным, инвалидам, женщинам и детям.

8. Отдых в защитном сооружении организуется посменно, чтобы при длительном пребывании каждый мог отдохнуть лежа. В первую очередь отдыхают престарелые, дети и больные.

9. Прием пищи желательно производить тогда, когда вентиляция отключена. Предпочтительнее продукты без острых запахов и по возможности в защитной упаковке (в пергаментной бумаге, целлофане, различного вида консервы). Рекомендуются следующий набор для дневной нормы питания взрослого человека: сухари, печенье, галеты в бумажной или целлофановой упаковке; мясные или рыбные консервы, готовые к употреблению; конфеты; сахар-рафинад. Для детей, учитывая их возраст и состояние здоровья, лучше брать сгущенное молоко, фрукты, фруктовые напитки и др. Продукты и воду хранят в плотно закрывающейся таре, чтобы обеспечить их защиту от различных видов загрязнений (радиоактивных, химических).

10. Для всех укрываемых, за исключением детей, больных и слабых, на время пребывания в защитном сооружении следует установить определенный порядок приема пищи, например, 2–3 раза в сутки, и в это время раздавать воду, если она лимитирована.

11. Медицинское обслуживание проводится силами санитарных постов и медпунктов предприятий, организаций и учреждений, в чьем распоряжении находится убежище.

12. В случае необходимости, комендант может привлечь любого из укрываемых к работам по устранению каких-либо неисправностей, поддержанию чистоты и порядка.

13. После заполнения убежища, по распоряжению коменданта, личный состав звена закрывает защитно-герметические двери, ставни аварийных выходов и регулировочные заглушки вытяжной вентиляции, включает фильтровентиляционный агрегат на режим чистой вентиляции.

14. Уборка помещения производится два раза в сутки самими укрываемыми по указанию старших групп. При этом санитарные узлы обязательно обрабатывают дезинфицирующим раствором. Технические помещения убирает личный состав звена по обслуживанию убежища. Пол в укрытии нужно периодически смачивать водой, а через 2–3 суток все поверхности в убежище и предметы в нем протираются мокрой тряпкой.

15. В случае обнаружения проникновения вместе с воздухом ядовитых или отравляющих веществ укрываемые немедленно надевают средства защиты органов дыхания, а убежище переводится на режим фильтровентиляции.

16. При возникновении вблизи убежища пожаров или образования опасных концентраций АХОВ защитное сооружение переводят на режим полной изоляции и включают установку регенерации воздуха, если такая имеется.

17. Время пребывания населения в защитных сооружениях определяется штабами гражданской обороны объектов. Выход из убежища без разрешения коменданта запрещается. При вынужденном выходе на зараженную местность нужно надевать индивидуальные средства защиты, при возвращении в укрытие – стряхнуть пыль с верхней одежды, головного убора и обуви вне укрытия, осторожно снять их и оставить в тамбуре.

18. Эвакуация укрываемых из убежища производится в такой последовательности: сначала на поверхность выходят несколько человек, чтобы оказать помощь тем, кто не может выйти самостоятельно, затем эвакуируются пострадавшие, престарелые и дети, а после них – все остальные.

Противорадиационные укрытия обеспечивают защиту населения от радиоактивного заражения и светового излучения, уменьшают воздействие ударной волны, значительно снижают воздействие проникающей радиации, а также защищают от полива жидкими отравляющими веществами и частично от химических и биологических аэрозолей.

В качестве противорадиационных укрытий в первую очередь используются подвалы зданий, подполья домов, погреба, овощехранилища, подземные горные выработки, помещения жилых и производственных зданий, специально приспособленные и оборудованные для размещения укрываемых. Все укрытия и приспособленные под укрытия подвалы и другие помещения обозначаются так же, как и убежища. Вместимость противорадиационных укрытий: 5–50, 50–600, 600–2000, 2000 и более человек.

Нормативное время укрытия населения в противорадиационных укрытиях – 2 суток.

Простейшие укрытия – это сооружения, обеспечивающие частичную защиту укрываемых от светового излучения и обломков разрушенных зданий, а также снижающее воздействие проникающей радиации, ударной волны ядерного взрыва и радиоактивных излучений на зараженной местности.

К простейшим укрытиям относятся щели, траншеи, окопы, блиндажи, землянки и т. д. Все эти сооружения максимально просты, возводятся с минимальными затратами времени и материалов. Вместимость простейших укрытий составляет 10–60 человек.

Щель может быть открытой и перекрытой. Она представляет собой ров глубиной 1,8–2 м, шириной по верху 1–1,2 м, по низу – 0,8 м. Обычно щель строится на 10–40 человек. Каждому укрываемому отводится 0,5 м. Устраиваются щели в виде расположенных под углом друг к другу прямолинейных участков, длина каждого из которых не более 10 м. Входы делаются под прямым углом к примыкающему участку. Перекрытие щели делается из бревен, брусьев, железобетонных плит или балок. Сверху укладывают слой мятой глины или другого гидроизоляционного материала (руберида, толя и т. д.), и все это засыпается слоем грунта 0,7–0,8 м.

Нормативное время укрытия населения в простейших укрытиях в период действия обычных средств поражения – 1 сутки.

Индивидуальные задания

Изучите теоретический материал. Систематизируйте полученные знания путем заполнения таблиц. Закрепите изученный материал с помощью контрольных вопросов и теста.

Задание 1. Заполнить таблицы.

Таблица 2.1

СИЗ – это ...		
Виды	Назначение	Примеры

Таблица 2.2

СКЗ – это ...			
Виды	Назначение	Вместимость	Нормативное время укрытия

Задание 2. Дать письменные ответы на вопросы.

1. На какие группы делятся средства индивидуальной защиты?
2. Опишите назначение и состав АИ-2.
3. Опишите устройство убежища.
4. Что необходимо взять с собой, направляясь в убежище?
5. Назовите основные обязанности укрываемых в убежище.
6. Что запрещается делать укрываемым в убежище?
7. Какие помещения пригодны для противорадиационных укрытий?

Задание 3. Выполнить тест (может быть один или несколько правильных ответов).

1. От каких опасностей защищают коллективные средства защиты?
 - а) от действия отравляющих веществ и биологических средств;
 - б) от действия ядерного оружия;
 - в) от действия обычного оружия;
 - г) от действия радиоактивных веществ;
 - д) все выше перечисленное.
2. Что относится к индивидуальным средствам защиты органов дыхания?
 - а) общевойсковой защитный комплект;
 - б) противогаз;
 - в) аптечка АИ-1, АИ-2;
 - г) вентилируемый блиндаж;
 - д) противопыльная тканевая маска.

3. К средствам коллективной защиты относятся:

- а) убежища;
- б) укрытия;
- в) противогазы;
- г) респираторы;
- д) блиндажи.

4. Что является подручным средством защиты органов дыхания?

- а) любая ткань, носовой платок;
- б) противогаз;
- в) ватно-марлевая повязка;
- г) противопыльная тканевая маска;
- д) куртка с капюшоном.

5. Что относится к индивидуальным медицинским средствам защиты?

- а) респиратор;
- б) ватно-марлевая повязка;
- в) индивидуальная аптечка;
- г) легкий защитный костюм;
- д) индивидуальный противохимический пакет.

6. Изолирующий противогаз предназначен для защиты:

- а) органов дыхания, кожи лица и глаз от отравляющих и радиоактивных веществ;
- б) глаз и кожи лица от отравляющих веществ и биологических средств;
- в) органов дыхания, кожи лица и глаз от отравляющих веществ и биологических средств;
- г) органов дыхания, кожи лица и глаз от отравляющих и радиоактивных веществ и биологических средств;
- д) органов дыхания от отравляющих и радиоактивных веществ и биологических средств.

7. Назовите группы СИЗ организма человека по характеру их воздействия:

- а) средства защиты кожи;
- б) средства защиты слизистых оболочек;
- в) средства защиты органов дыхания;

- г) химические средства защиты;
- д) медицинские средства защиты.

8. Защитные сооружения, которые максимально просты и возводятся с минимальными затратами времени и материалов, – это:

- а) убежища;
- б) противорадиационные укрытия;
- в) простейшие укрытия;
- г) сооружения индивидуальной защиты;
- д) сооружения химической защиты.

9. По принципу защиты СИЗОД подразделяются на:

- а) средства защиты органов дыхания; средства защиты кожи; медицинские средства защиты;
- б) фильтрующие; изолирующие;
- в) открытого цикла; замкнутого цикла;
- г) промышленные; из подручных материалов;
- д) коллективные; индивидуальные.

10. Системы жизнеобеспечения убежища должны гарантировать непрерывное пребывание в них расчетного количество укрываемых в течение:

- а) 1 суток;
- б) 3 суток;
- в) неограниченного времени;
- г) 2 суток;
- д) 5 суток.

Литература

1. Лебедев, С. М. Технические средства индивидуальной и коллективной защиты : учебно-методическое пособие / С. М. Лебедев, В. В. Белянко. – Минск : БГМУ, 2023. – 50 с.

2. Коллективные и индивидуальные средства защиты. Контроль защитных свойств: Энциклопедия «Экометрия» из серии справочных изданий по экологическим и медицинским измерениям. – М. : ФИД «Деловой экспресс», 2020. – 408 с.

3. Бадагуев, Б. Т. Средства индивидуальной защиты. Классификация и контроль качества. Порядок выдачи и применения. Хранение и уход. Учет в СИЗ / Б. Т. Бадагуев. – М. : Альфа-Пресс, 2012. – 128 с.

Практическая работа № 3

ДЕМЕРКУРИЗАЦИЯ

Цель работы: изучить вредное воздействие на человека ртути и ее соединений, а также действия по демеркуризации с соблюдением мер безопасности.

Термины

Абсорбция – поглощение вещества из газовой или жидкой среды всей массой другого вещества (абсорбента).

Адсорбция – поглощение вещества из газовой или жидкой среды поверхностным слоем твердого тела (адсорбента) или жидкости.

Амальгамы – жидкие или твердые сплавы ртути с другими металлами.

Антидоты (противоядия) – химические соединения, способные обезвреживать попавшие в организм яды или отравляющие вещества.

Демеркуризаторы – вещества, которые вступают в химическое взаимодействие с металлической ртутью и (или) ее соединениями, в результате чего образуются малотоксичные продукты.

Демеркуризация – удаление ртути и ее соединений физико-химическими или механическими способами с целью исключения отравления людей и животных.

Десорбция – удаление из жидкостей или твердых тел веществ, поглощенных при адсорбции и абсорбции.

Критерии эффективности демеркуризации – снижение загрязненности аварийных объектов до допустимых норм.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – концентрация, которая при ежедневном воздействии на человека в течение длительного времени не вызывает патологических изменений или заболеваний.

Основные свойства ртути

Ртуть (Hg) – это блестящий, серебристо-белый, жидкий, тяжелый металл. Заметно испаряется при комнатной температуре, при повышении температуры скорость испарения сильно возрастает. Пары ртути тяжелее воздуха в 7 раз. Растворяет золото, серебро,

цинк, образуя твердые растворы **амальгамы**. Железо, кобальт, никель в ртути не растворяются. Ртуть активно реагирует с сероводородом, а полученный сульфид ртути – нерастворимое нетоксичное соединение, которое выводится из организма. На базе этого разработан антидот. Ртуть хорошо растворяется в азотной кислоте. В холодной и горячей воде ртуть практически не растворяется. Ртуть и ее пары хорошо сорбируются на всех без исключения конструкционных материалах, по степени воздействия на организм она относится к первому классу опасности.

Воздействие ртути на организм человека

Основным путем поступления ртути в организм человека, приводящим к развитию острых и хронических отравлений, является ингаляционный. Соли ртути могут проникать и через кожные покровы. Пары ртути не обладают ни цветом, ни вкусом, ни запахом, не оказывают немедленного раздражающего действия на организм человека. Острые отравления людей возможны при концентрации паров ртути в воздухе в пределах $0,13\text{--}0,80\text{ мг/м}^3$. В помещениях объемом 60 м^3 и менее разбитый ртутный медицинский термометр может создать опасные для здоровья людей концентрации ртути.

Пары и соединения ртути чрезвычайно ядовиты, легко сорбируются легочной тканью, поражают нервную систему, могут вызвать тяжелое отравление. Ртуть имеет свойство накапливаться в организме. Поэтому при воздействии даже в концентрациях, незначительно превышающих ПДК, ее пары могут вызвать необратимые изменения. Поражающее действие проявляется через определенный промежуток времени (при остром отравлении – через 8–24 ч). Ртуть выделяется из организма через почки, кишечник, слюнные и потовые железы. Отравление возможно как от паров ртути, так и ее соединений.

Симптомы поражения при концентрациях выше допустимой: головокружение, общая слабость, кровоточивость десен, повышенное выделение слюны, потливость, боли при глотании, бледность кожных покровов.

При тяжелых формах хронического отравления наблюдается воспаление слизистой полости рта (часто гнойного характера), поражение нервной системы, выражающееся в виде дрожания кистей рук, переходящего затем на веки и губы. Наблюдаются параличи,

боли, особенно в суставах. При острых отравлениях больной ощущает металлический привкус во рту, изменяется окраска полости рта, возникает потеря аппетита, тошнота, рвота. Возможен шок, летальный исход наступает в течение 6–10 суток.

Источники ртутной интоксикации

Ртуть широко применяется в электротехнике, электронике, приборостроении, металлургии и химии (термометры, барометры, лампы дневного света, кварцевые, ртутные лампы), в производстве хлора и щелочей, для получения металлов высокой чистоты, как катализатор в органической химии. Непосредственные выбросы ртутных паров в атмосферу не создают повышенных концентраций в открытой атмосфере. Время жизни паров ртути в атмосфере составляет около 3–5 суток, после чего она в виде органических соединений закрепляется на уровне земной поверхности.

Таблица 3.1

Предельно допустимые концентрации металлической ртути

ПДК	Ед. изм.	Значение
В населенных пунктах (среднесуточная)	мг/м ³	0,0003
Воздуха в рабочей зоне (максимальная разовая)	мг/м ³	0,01
В сточных водах (для неорганических соединений в пересчете на двухвалентную ртуть)	мг/мл	< 0,005
В водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения	мг/л	0,0005
В почве	мг/кг	2,1

Сбор пролитой ртути

Ртуть обладает высоким поверхностным натяжением и, как следствие, большой подвижностью, что затрудняет ее сбор механическими способами. При сметании ртути происходит ее дробление с образованием частиц, принимающих форму шара. С уменьшением размеров капель металлической ртути поверхность испарения увеличивается. Сбор ртути проводится от периферии загрязненного участка к его центру. Поиск скрытых источников ртутного зараже-

ния проводится только после тщательного сбора видимой ртути. Недопустимо ограничиваться осмотром только видимых участков. Если помещение расположено на первом этаже здания, необходимо провести обследование подвальных помещений с целью механического сбора пролитой ртути и последующей обработки грунта демеркуризаторами.

Для сбора небольших количеств ртути рекомендуются различные конструкции пипеток. Большие количества пролитой ртути рекомендуется засасывать в толстостенную склянку с помощью водоструйного насоса или бытового пылесоса. Допускается сметать капли ртути мокрой волосистой кистью или щеткой в эмалированный совок, извлекать депонированную ртуть из углублений и щелей при помощи полосок алюминиевой фольги или очищенной цинковой жести.

Очень мелкие (пылевидные) капельки ртути (до 1 мм) могут собираться влажной фильтрованной или газетной бумагой. Бумага размачивается в воде до значительной степени разрыхления, отжимается и в таком виде употребляется для протирки загрязненных поверхностей. Капельки ртути прилипают к бумаге и вместе с ней переносятся в герметичную емкость.

Химическая демеркуризация

Самая тщательная уборка не обеспечивает полного извлечения ртути с зараженных поверхностей, так как капли могут задерживаться в неровности поверхности, попадать в трещины покрытия. Поэтому вторым этапом проводимых работ является химическая демеркуризация, представляющая процесс воздействия на металлическую ртуть различными соединениями, которые снижают скорость испарения ртути путем перевода ее в оксиды и соли, а также облегчают ее последующее удаление с зараженных поверхностей.

Перед химической обработкой поверхности необходимо осуществить:

- сбор видимой металлической ртути;
- удаление продуктов коррозии (ржавчины);
- снятие старых некондиционных антикоррозийных покрытий.

К числу наиболее эффективных демеркуризаторов относятся:

- мыльно-содовый раствор (4%-й раствор мыла в 5%-м водном растворе соды);

- 20%-й водный раствор хлорида железа;
- 5–10%-й водный раствор полисульфида натрия или кальция;
- 20%-й водный раствор хлорной извести;
- 5–10%-й водный раствор соляной кислоты;
- 10%-й водный раствор сульфата меди или иодида калия.

Демеркуризаторы применяются обычно из расчета 0,15–1,0 л на 1 м². Время обработки 1 м² загрязненной поверхности включает:

- нанесение демеркуризирующих растворов – 10 минут;
- экспозиция демеркуризации – от 36 до 48 часов;
- смыв и влажная уборка – 15 минут.

Различают три степени загрязнения конструкций ртутью:

- 1 (незначительная интенсивность) – содержание ртути не превышает 0,0001 мг в 1 г материала конструкции;
- 2 (средняя интенсивность) – 0,001 мг/г;
- 3 (высокая интенсивность) – 0,01 мг/г и выше.

В зависимости от глубины проникновения ртути в различные материалы и конструкции эти материалы или удаляют из помещений, или производят депонирование с применением ртутьнепроницаемых составов: грунтовок, шпатлевок, эмалей и лаков. Способов и средств демеркуризации воды для питьевых целей нет. Разработана лишь технология обезвреживания сточных вод после демеркуризации.

Порядок проведения демеркуризации бытовых помещений

Рекомендуется следующий порядок:

- выявление источников, характера и объемов заражения;
- подготовка помещения к демеркуризации (вынос оборудования);
- механический сбор видимой металлической ртути;
- тщательная уборка помещения от пыли с интенсивным проветриванием;
- применение химических демеркуризаторов и смывающих средств;
- интенсивное проветривание помещения, двухразовый контроль зараженности;
- при необходимости увлажнение удаляемого со стен, потолка и пола материала (штукатурки, подпольной засыпки и т. п.);

– складирование загрязненного ртутью мусора на водонепроницаемой подстилке (толь, рубероид) и своевременный (не позже 2–3 суток) вывоз его в места, отведенные для захоронения твердых отходов, закрепленным для этого транспортом. После этого транспорт подвергается химической демеркуризации.

Влажная уборка объекта

Влажная уборка проводится на заключительном этапе ликвидации загрязнения объекта металлической ртутью после каждого этапа демеркуризации. Мытье поверхностей осуществляется нагретым до 70–80 °С мыльно-содовым раствором с нормой расхода 0,5–1,0 л/м². Раствор готовится растворением 4 % мыла в 5%-м водном растворе кальцинированной соды. Уборка завершается тщательной обмывкой поверхностей водопроводной водой и протиранием их ветошью насухо.

Требования безопасности при проведении демеркуризации

Запрещается:

- нахождение на зараженном ртутью объекте людей, не связанных с выполнением работ и не обеспеченных средствами индивидуальной защиты;
- принимать пищу, пить, курить, расстегивать одежду и снимать средства индивидуальной защиты;
- выливать собранную ртуть в канализацию;
- содержать собранную ртуть вблизи нагревательных приборов;
- хранить собранную ртуть на объекте даже временно;
- все приспособления, используемые для сбора ртути и демеркуризации, должны храниться на объекте до завершения работ в отдельных закрытых помещениях.

В качестве средств индивидуальной защиты используются промышленные противогазы типа «Г», респираторы газо-пылезащитные – при демеркуризации относительно небольших количеств ртути на открытом воздухе, в подъездах жилых домов, в помещениях с открытыми окнами. Возможно применение и других респираторов.

После окончания работ необходимо:

- очистить одежду и обувь от пыли, резиновые сапоги обмыть водой (не снимая средств защиты);
- принять душ;
- прополоскать полость рта 0,025%-м раствором перманганата калия;
- почистить зубы.

Первая медицинская помощь

При выявлении признаков поражения необходимо выполнить следующие действия:

- покинуть опасную зону;
- очистить одежду и обувь от пыли.

До оказания врачебной помощи необходимо полоскать рот водным 5%-м раствором хлорида цинка. Пострадавшему необходимо обеспечить чистый воздух, покой и согревание. При раздражении верхних дыхательных путей требуется вдыхание распыленного 2–5%-го раствора тиосульфата натрия, соды или буры. Глаза, нос и рот промываются 2%-м раствором соды.

Противоядием для ртути являются яичный белок и касторовое масло, которые необходимо применять внутрь. При отравлении солями ртути следует немедленно дать пострадавшему 3 сырых яйца в молоке (около 1 литра) и вызвать рвоту. При острых отравлениях ртутью и ее соединениями подкожно или внутримышечно вводится «УНИТИОЛ» (в течение 6–7 суток) и дается антидот Metalloram, содержащий сероводород. Предварительно необходимо выпить 200–300 мл воды.

При тяжелых острых отравлениях пострадавшему вводится в желудок через зонд разведенная в 300 мл воды одна ложка уксусной эссенции, а затем – 100 мл антидота. Вместо уксусной эссенции можно использовать 1,5 г лимонной кислоты или 2 г виннокислой соли. Через 10 минут желудок промывают слегка подкисленной водой до появления «чистой» воды (до нейтральной среды). Воду подкислять можно тем же противоядием. После этой процедуры вводится слабительное (растительного происхождения, синтетические средства или солевые растворы). При отсутствии антидота следует немедленно и неоднократно обильно промыть желудок во-

дой с 20–30 г активированного угля или белковой водой, затем дать молоко (около 1 л), взбитый с водой яичный белок и, наконец, слабительное. Необходимо полоскать рот водным раствором бертолетовой соли или 5%-м раствором хлорида цинка. Пострадавшему необходим полный покой.

Хранение ртути

Хранение ртути, используемой в промышленных целях, производится в стальных баллонах в количестве не более 35 кг в каждом, а также в толстостенных керамических или стеклянных баллонах емкостью 500 мл. В лабораторных условиях ртуть хранится в толстостенной стеклянной посуде с притертыми пробками на вакуумной смазке. Однако основным способом хранения является хранение в запаянных стеклянных ампулах по 30–40 мл в каждой, которые помещаются в сварные стальные коробки.

Индивидуальные задания

Задание 1. Законспектировать ответы на следующие вопросы:

1. Основные свойства ртути и ее воздействие на организм человека.
2. Источники ртутной интоксикации и порядок сбора пролитой ртути.
3. Химическая демеркуризация и порядок ее проведения.
4. Первая медицинская помощь.

Задание 2. Выполнить контрольный тест (может быть один или несколько вариантов ответа).

1. Допускается ли перевозить ртуть и ртутьсодержащие вещества в стальной таре?
 - а) допускается.
 - б) не допускается.
2. Что такое абсорбция?
 - а) поглощение вещества из газовой или жидкой среды поверхностным слоем твердого тела или жидкости;

б) поглощение вещества из газовой или жидкой среды всей массой другого вещества;

в) поглощение вещества из газовой или жидкой среды твердым телом.

3. К какому классу опасности среди высокотоксичных веществ относится ртуть?

а) первый;

б) второй;

в) третий;

г) четвертый.

4. В каком максимальном объеме помещения разбитый ртутный медицинский термометр может создать опасные для здоровья концентрации?

а) 20 м^3 ;

б) 30 м^3 ;

в) 60 м^3 ;

г) 100 м^3 .

5. В какой кислоте ртуть хорошо растворима?

а) разбавленная серная кислота;

б) разбавленная соляная кислота;

в) разбавленная азотная кислота;

г) разбавленная фосфорная кислота.

6. При каких концентрациях паров ртути в воздухе возможны острые отравления людей?

а) $0,05\text{--}0,93 \text{ мг/м}^3$;

б) $0,13\text{--}0,80 \text{ мг/м}^3$;

в) $0,10\text{--}0,55 \text{ мг/м}^3$;

г) $0,28\text{--}0,45 \text{ мг/м}^3$.

7. Можно ли отнести ртуть к кумулятивным ядам?

а) да;

б) нет.

8. Через какое время проявляется поражающее действие ртути при остром отравлении?

- а) через 5–10 часов;
- б) через 8–24 часа;
- в) через 2–5 часов.

9. Основной путь поступления металлической ртути в организм человека:

- а) через органы дыхания;
- б) через органы пищеварения;
- в) через кожные покровы;
- г) через слизистые оболочки.

10. Можно ли захоранивать отходы, загрязненные ртутью?

- а) да, можно на городских свалках;
- б) да, можно в местах захоронения твердых отходов;
- в) да, можно сбрасывать в водоемы;
- г) нет.

11. Рекомендуемая норма расхода мыльно-содового раствора при проведении влажной уборки в ходе демеркуризации:

- а) 0,2–0,3 л/м²;
- б) 0,3–0,5 л/м²;
- в) 0,5–1 л/м²;
- г) 1,0–1,5 л/м².

12. Какой раствор рекомендуется использовать для полоскания рта при обнаружении признаков поражения ртутью?

- а) раствор хлорида кальция;
- б) раствор хлорида цинка;
- в) раствор хлорида железа;
- г) раствор сульфида натрия.

13. Какой раствор рекомендуется использовать для полоскания рта по окончании демеркуризации?

- а) раствор хлорида кальция;
- б) раствор перманганата калия;
- в) раствор хлорида железа;
- г) раствор иодида калия.

14. Во сколько раз пары ртути тяжелее воздуха?

- а) в 5 раз;
- б) в 7 раз;
- в) в 10 раз;
- г) в 2 раза.

15. Взаимодействует ли ртуть с сероводородом?

- а) да;
- б) нет.

16. Способна ли ртуть сорбироваться на конструкционных материалах?

- а) да;
- б) нет.

17. Какой натуральный продукт является противоядием для ртути?

- а) молоко;
- б) кофе;
- в) яичный белок;
- г) апельсиновый сок;
- д) крепкий чай.

18. Через какие органы выделяется ртуть из организма?

- а) через почки;
- б) через органы дыхания;
- в) через печень.

19. При каких значениях среднесуточной концентрации паров ртути в помещении и населенных пунктах существует опасность для человека?

- а) 0,00001–0,00007 мг/м³;
- б) 0,0001–0,0002 мг/м³;
- в) 0,0003–0,0005 мг/м³.

20. Где применяется ртуть?

- а) в электронике;
- б) металлургии;
- в) в производстве сахара;

- г) при переработке молока;
- д) в производстве хлора.

21. Признаки острого отравления ртутью?

- а) боли в коленях;
- б) сильный кашель;
- в) сонливость;
- г) тошнота, рвота;
- д) шок.

22. Время, отводимое на влажную уборку для обработки 1 м² поверхности после демеркуризации:

- а) 5 минут;
- б) 7 минут;
- в) 15 минут;
- г) 20 минут;
- д) 30 минут.

23. Необходимая для демеркуризации 1 м² загрязненной ртутью поверхности экспозиция:

- а) 3 часа;
- б) 5 часов;
- в) 36–48 часов;
- г) 3 суток.

24. Когда необходимо проветривать помещение, загрязненное ртутью?

- а) до демеркуризации;
- б) после демеркуризации;
- в) в процессе демеркуризации;
- г) постоянно на всех этапах.

25. В каких баллонах можно хранить ртуть?

- а) в стеклянных;
- б) в медных;
- в) в стальных;
- г) из пластмассы.

Литература

1. Емельянов, В. М. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / В. М. Емельянов, В. Н. Коханов, П. А. Некрасов. – М. : Академический проект, 2003.
2. Демеркуризационные работы : учебное пособие / В. П. Астапов [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2001. – 183 с.
3. Мисун, Л. В. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : учебное пособие / Л. В. Мисун, А. А. Мисун, Т. В. Севастюк. – Минск : БГАТУ, 2016. – 224 с.
4. Чиж, Л. В. Первая помощь в чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / Л. В. Чиж, А. В. Воробей, И. И. Полевода. – Минск : Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям РБ, 2017. – 396 с.

Практическая работа № 4

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФИЦИТА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ВИТАМИНОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА И МЕРЫ ПО ЕГО ЛИКВИДАЦИИ

Цель работы: научиться выявлять дефицит витаминов и микроэлементов в своем организме, а также оценивать степень его опасности для здоровья и выбирать продукты питания, которые его ликвидируют.

Общие сведения

Жизнь на нашей планете зарождалась в океане – растворе всевозможных элементов. Поэтому химические элементы таблицы Д. И. Менделеева, участвующие практически во всех биохимических процессах, в первую очередь составили основу всех организмов.

Из 92 химических элементов, встречающихся в природе, 81 обнаружен в организме человека. Из них 12 элементов называют структурными, так как они на 99 % формируют элементный состав человеческого организма. Это кислород (65 %), углерод (18 %), водород (19 %), азот (3 %), а также минеральные элементы: кальций, магний, калий, натрий, фосфор, сера, хлор, фтор. Иные химические элементы также необходимы организму для нормальной работы, но в значительно меньших количествах.

Экологические условия (загрязнение среды тяжелыми металлами, истощение почвы отдельными микроэлементами и др.), социально-экономические условия жизни, экологическая безграмотность людей в вопросах питания вызывают дисбаланс микроэлементов в организме, что приводит к ухудшению здоровья и сокращению продолжительности жизни.

Для нормальной работы организма очень важно сбалансированное питание, то есть в организм должно поступать определенное количество микроэлементов и витаминов. На занятии рассматриваются только некоторые витамины и микроэлементы, дефицит которых испытывает большинство граждан Республики Беларусь.

Микроэлементы и макроэлементы

Микроэлементы и макроэлементы – это химические элементы, необходимые для протекания жизненно важных процессов в живых организмах, хотя потребность в них невелика.

Кальций – важнейший макроэлемент, необходимый для нормальной жизнедеятельности организма. Хранилище кальция – желудок, кишечник, костная ткань. Он необходим для нормальной возбудимости нервной системы, участвует в процессе свертывания крови, активизирует сократительную функцию мышечной ткани. Суточная потребность взрослого человека – 800 мг, пожилого – 1000 мг.

Большое количество жира в пище, а также щавелевая кислота, обнаруживаемая в шоколаде, петрушке, шпинате и листьях свеклы могут помешать усвоению кальция.

Дефицит кальция может вызвать гипертонию, рак, заболевания центральной нервной системы и костной ткани.

Избыток кальция длительное время вызывает заболевания почек, сосудов, приводит к уменьшению прочности костей.

Калий – это макроэлемент, который содержится в мышцах, особенно много его содержится в мышцах сердца. Он способствует выведению из организма воды, помогает избавиться от шлаков, является конкурентом радиоактивного цезия-137. Суточная потребность составляет 300–3000 мг.

Дефицит калия возникает при эмоциональных и физических нагрузках, при недостаточном его количестве в продуктах питания, а также при злоупотреблении алкоголем, кофе, сахаром и мочегонными средствами. Длительный дефицит калия в организме вызывает астению (психическое и физическое истощение), нарушение функции почек, заболевания сердечно-сосудистой и нервной систем.

Избыток калия длительное время вызывает усиление мочеотделения.

Магний – макроэлемент, необходимый для поддержания нормальной возбудимости нервной системы, а также функции сокращения мышц. При его недостатке появляются судороги в мышцах. Суточная потребность составляет 500–750 мг.

Дефицит магния в организме вызывает заболевания центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, заболевания желудочно-кишечного тракта и мочекаменную болезнь.

Избыток магния вызывает артериальную гипотонию, замедление пульса, расстройство работы желудка, нарушает дисбаланс микроэлементов, приводит к дефициту кальция и фосфора.

Железо – микроэлемент, содержащийся в костном мозге, селезенке, печени. Оно необходимо для образования эритроцитов и поддержания физиологических функций организма. Суточная потребность в железе составляет 10–20 мг для мужчин и 20–30 мг для женщин.

Дефицит железа вызывает малокровие, изменения в сердечной и скелетных мышцах, заболевания пищевода, а также иммунодефицитные состояния.

Избыток железа в первую очередь оказывает токсическое влияние на организм и усиливает воспалительные процессы.

Цинк – микроэлемент, который можно обнаружить во всех органах и тканях, но больше всего его содержится в предстательной железе, коже, волосах, мышечной ткани и клетках крови. Суточная потребность в нем для организма человека составляет 10–15 мг в сутки. Роль цинка в работе человеческого организма невозможно переоценить, он участвует в метаболизме, способствует повышению иммунитета, обладает мощными антиоксидантными свойствами.

Дефицит цинка приводит к выпадению волос, ломкости ногтей, воспалительным процессам на коже (экзема, дерматит), а также к снижению массы тела и нарушению выработки половых гормонов.

Избыток цинка встречается крайне редко. Передозировка цинком при употреблении обычной еды невозможна. Это состояние возникает, когда человек использует большое количество обогащенных цинком добавок, как следствие возникают боли в животе, тошнота, головная боль, головокружение и бессонница.

Йод – микроэлемент, необходимый для построения гормонов щитовидной железы. Его суточная потребность для человека колеблется от 90 до 250 мкг/сутки в зависимости от возраста.

Дефицит йода приводит к хронической усталости, ослаблению иммунитета и, как следствие, частым рецидивирующим простудным, вирусным, паразитарным и грибковым заболеваниям. При нехватке йода у женщин происходит нарушение менструального цикла. Также недостаточное поступление йода в организм человека приводит к гипотонии (снижению артериального давления), к нарушению работы сердечно-сосудистой системы, к снижению внима-

ния, памяти, к депрессиям, апатии и пассивности. У детей нехватка йода приводит к снижению умственного, физического и полового развития, интеллектуальных способностей, памяти.

Избыток йода может привести к различным тяжелым заболеваниям, например остеопорозу, который возникает вследствие нарушений белкового обмена.

Витамины

Витамины – органические соединения химической природы, необходимые для питания человека и животных в очень малых количествах по сравнению с белками, жирами и углеводами, но имеющие огромное значение для нормального обмена веществ и жизнедеятельности.

Дефицит витаминов в рационе вызывается:

- неправильным питанием;
- неправильной кулинарной обработкой и хранением пищевых продуктов.

Внутренними *причинами недостаточности витаминов* являются:

- угнетение кишечной микрофлоры, способной синтезировать ряд витаминов;
- заболевания желудочно-кишечного тракта, ведущие к нарушению всасывания витаминов из пищи (гепатиты, гастриты, холециститы и др.);
- нарушенный обмен веществ.

Повышенная потребность организма в витаминах наблюдается в следующих случаях:

- особые физиологические состояния организма (беременность, кормление грудью и др.);
- интенсивная физическая нагрузка, стрессовые состояния;
- действия вредных экологических факторов;
- инфекционные заболевания и интоксикации.

Витамин С – это основной витамин овощей и фруктов. Он стимулирует многие физиологические процессы в организме, но главное его качество – то, что он необходим для производства белка коллагена. В организме человека он сохраняется только в течение четырех часов, поэтому должен чаще поступать в организм.

Дефицит витамина С вызывает подавление иммунной системы, рак, а также снижение устойчивости организма к инфекционным заболеваниям.

Избыток витамина С ускоряет развитие атеросклероза сонных артерий.

Витамины группы В (В₁–В₁₅) обеспечивают работу нервной, иммунной и других систем организма. Больше всего проблем в организме возникает при дисбалансе витаминов В₁ и В₆.

Витамин В₁ улучшает работу сердца, снижает количество подкожного жира и холестерина в крови.

Дефицит витамина В₁ вызывает утомляемость, боли в мышцах, атеросклероз, угнетение функций печени.

Витамин В₆ улучшает работу нервной и иммунной системы, системы кроветворения и печени.

Дефицит витамина В₆ вызывает раздражительность, потерю аппетита и сонливость.

Витамин А и каротин обеспечивают рост и развитие организма.

Дефицит витамина А вызывает подавление иммунной системы, заболевания дыхательных путей, кожи, органов зрения, а также желудочно-кишечного тракта.

Избыток витамина А вызывает обострение желчно-каменной болезни и хронического панкреатита.

Витамин Е обеспечивает стабильность мембран каждой клетки, влияет на функции половых и других эндокринных желез.

Дефицит витамина Е вызывает сердечно-сосудистые заболевания, заболевания кровеносной системы и органов дыхания, а также заболеваний кожи.

Избыток витамина Е ведет к ухудшению заживления ран, но предупреждает инфаркты и инсульты благодаря разжижению крови.

Витамин D способствует усвоению кальция и фосфора из кишечника, которые необходимы для нормального образования костей.

Дефицит витамина D проявляется у детей в виде рахита, у взрослых – остеопороза и размягчения костей. Признаком дефицита витамина является нарушение сна, потливость и раздражительность.

Избыток витамина D вызывает общую слабость, потерю аппетита, тошноту и усиленное мочеиспускание. При отсутствии лечения развивается гипертония, заболевания почек.

Методика выполнения работы

1. Изучить вопросы каждого теста и дать на каждый из них однозначный ответ «да» или «нет» (записывать на черновик). Затем необходимо рассчитать процент ответов «нет» в каждом тесте и занести в таблицу отчета.

2. Если количество ответов «нет» в тесте составит менее 30 %, тогда можно считать, что существует большая угроза для вашего здоровья. В этом случае оценка выставляется «1».

3. Если количество ответов «нет» в тесте составит 30–50 %, тогда можно считать, что угроза для вашего здоровья значительная. Оценка в отчет выставляется «2».

4. Если количество ответов «нет» в тесте составит 51–70 %, тогда можно считать, что угроза для вашего здоровья умеренная. Оценка в отчет выставляется «3».

5. Если количество ответов «нет» в тесте составит 71–90 %, тогда можно считать, что угрозы для вашего здоровья нет. Оценка выставляется «4».

6. Если количество ответов «нет» в тесте составит 91–100 % и нет признаков избытка микроэлемента (витамина), тогда оценка выставляется «5».

7. Если количество ответов «нет» в тесте составит 91–100 % и имеется один признак избытка витамина (микроэлемента), тогда оценка выставляется «4».

8. Если количество ответов «нет» в тесте составит 91–100 % и имеется два признака избытка микроэлемента (витамина), тогда оценка выставляется «3».

9. Если количество ответов «нет» в тесте составит 91–100 % и имеется более двух признаков избытка микроэлемента (витамина), тогда оценка выставляется «2».

Снизить опасность дефицита микроэлемента или витамина можно за счет корректировки рациона. Для этого необходимо проанализировать свой рацион и включить в него те продукты питания, которые богаты нужным микроэлементом или витамином для восполнения его в организме.

После выбора рациона по каждому тесту в обобщенный рацион необходимо отобрать те продукты питания, которые являются общими для нескольких витаминов и микроэлементов.

Таблица 4.1

Тест на обеспеченность магнием (Mg)

№	Вопрос	Да	Нет
1	Часто ли у вас бывают судороги (ночные судороги икроножных мышц)?		
2	Страдаете ли вы болями в сердце, учащенным сердцебиением и сердечной аритмией?		
3	Часто ли вы ощущаете онемение в руках?		
4	Часто ли у вас возникают стрессовые ситуации?		
5	Регулярно ли вы употребляете алкогольные напитки?		
6	Регулярно ли вы применяете мочегонные средства?		
7	Много ли вы занимаетесь спортом?		
8	Предпочитаете ли вы изделия из белой муки?		
9	Редко ли вы употребляете в пищу салат и зеленые овощи?		
10	Наблюдаются ли внезапные головокружения, потери равновесия, мерцающие точки перед глазами?		
Продукты, содержащие магний: отруби пшеничные, семена подсолнечника, гречиха, арахис, чернослив, халва, орехи грецкие, пшено, курага, хурма.			

Таблица 4.2

Тест на обеспеченность калием (K)

№	Вопрос	Да	Нет
1	Повышено ли у вас артериальное давление?		
2	Склонны ли вы к отекам?		
3	Страдаете ли вы от пассивной деятельности кишечника?		
4	Регулярно ли вы принимаете мочегонные препараты?		
5	Регулярно ли вы употребляете в большом количестве алкогольные напитки?		
6	Активно ли вы занимаетесь спортом?		
7	Часто ли вы употребляете в пищу салат и овощи?		
8	Часто ли вы употребляете картофель?		
9	Во время готовки картофеля и овощей вы используете длительную водную обработку?		
10	Редко ли вы едите сухофрукты?		
Продукты, содержащие калий: курага, отруби пшеничные, фасоль, изюм, чернослив, горох, шпинат, картофель, укроп, петрушка, белые грибы.			

Таблица 4.3

Тест на обеспеченность железом (Fe)

№	Вопрос	Да	Нет
1	Часто ли вы чувствуете усталость и подавленность?		
2	Произошли ли у вас в последнее время изменения волос и ногтей (ломкость волос, вмятины на ногтях)?		
3	Теряете ли вы в последнее время много крови, например при авариях или через донорство?		
4	Обильны ли ваши менструации? (для женщин)		
5	Занимаетесь ли вы профессиональным спортом?		
6	Вы редко употребляете мясо?		
7	Выпиваете ли вы более трех чашек черного чая / кофе в день?		
8	Вы едите мало овощей?		
9	Подвержены ли вы частым инфекциям?		
10	Часто ли у вас возникает дискомфорт в желудочно-кишечном тракте?		
Продукты, содержащие железо: дрожжи пивные, вода минеральная, икра осетровая, абрикосы, гречиха, овсяная крупа.			

Таблица 4.4

Тест на обеспеченность кальцием (Ca)

№	Вопрос	Да	Нет
1	Страдаете ли вы остеопорозом?		
2	У вас есть аллергия, например на солнце?		
3	Возникают ли проблемы с кожей, волосами и ногтями?		
4	Часто ли у вас бывают судороги?		
5	Вы выпиваете ежедневно меньше одного стакана молока?		
6	Вы часто употребляете творог и сыр?		
7	Пьете ли вы ежедневно сладкие, газированные напитки?		
8	Вы употребляете мало зеленых овощей?		
9	Вы едите много мяса и колбасы?		
10	Вам свойственна повышенная нервная возбудимость, раздражительность?		
Продукты, содержащие кальций: сыры твердые, мак, крабы, укроп, рыба, кисломолочные продукты, курага, молоко коровье, творог.			

Таблица 4.5

Тест на обеспеченность цинком (Zn)

№	Вопрос	Да	Нет
1	Наблюдаете ли вы у себя выпадение волос и ломкость ногтей?		
2	Имеются ли у вас воспалительные процессы на коже (угри, экзема, дерматит)?		
3	Страдаете ли вы СПК (синдром раздраженного кишечника)?		
4	Часто ли у вас возникают стрессовые состояния, депрессии?		
5	Была ли у вас потеря вкусовых ощущений, язвы во рту?		
6	Наблюдаете ли вы у себя потерю или снижение аппетита?		
7	Вы можете сказать, что вы гиперактивны?		
8	Происходит ли у вас снижение массы тела?		
9	Было ли выявлено у вас нарушение выработки половых гормонов?		
10	Был ли у вас выявлен дефицит витамина E?		
Продукты, содержащие цинк: говядина, печень, морепродукты, зародыши пшеницы, рисовые отруби, овсяная мука, морковь, горох, фасоль, лук, шпинат, какао-порошок, яйца, орехи, семечки.			

Таблица 4.6

Тест на обеспеченность йодом (I)

№	Вопрос	Да	Нет
1	Страдаете ли вы от хронической усталости, сонливости?		
2	Свойственны ли вам частые рецидивирующие простудные и вирусные заболевания?		
3	Для вас характерно медленное заживление ран?		
4	Страдаете ли вы отеками?		
5	Возникает ли у вас нарушение менструального цикла? (для женщин)		
6	Имеете ли вы избыточную массу тела?		
7	Страдаете ли вы гипотонией (снижение артериального давления)?		
8	Свойственны ли вам депрессии, пассивность, апатичность?		
9	Бывает ли у вас головокружение, слабость?		
10	Есть ли у вас проблемы в работе сердечно-сосудистой системы?		
Продукты, содержащие йод: морепродукты, рыба, ламинария (морская капуста), свекла, зеленый салат, шпинат, помидоры, морковь, хурма, яблоки, абрикосы, грецкие и кедровые орехи, гречка.			

Таблица 4.7

Тест на обеспеченность витамином А и бета-каротином

№	Вопрос	Да	Нет
1	Страдаете ли вы «куриной слепотой»?		
2	Вы много работаете за экраном компьютера?		
3	Ваша кожа сухая и шелушащаяся?		
4	Вы страдаете повышенной восприимчивостью к инфекциям?		
5	Вы много курите?		
6	Вы редко едите темно-зеленые овощи?		
7	Вы редко едите сладкий перец, морковь и помидоры?		
8	У вас снижено зрение?		
9	Наблюдается ли у вас снижение аппетита, снижение массы тела и быстрая утомляемость?		
10	Наблюдается ли у вас потеря блеска волос, поражение эмали зубов?		
Продукты, содержащие витамин А: рыбий жир, печень, яичный желток, сыры, масло сливочное.			
Продукты, содержащие каротин: облепиха, абрикосы, курага, морковь.			

Таблица 4.8

Тест на обеспеченность витаминами группы В

№	Вопрос	Да	Нет
1	Вы часто чувствуете себя неспособным к деятельности и лишенным энергии?		
2	Вы легко раздражаетесь?		
3	Часто ли вы подвергаетесь стрессам?		
4	У вас есть проблемы с кожей, например, сухая кожа, трещины в уголках рта?		
5	Вы регулярно употребляете алкогольные напитки?		
6	Отдаете ли вы предпочтение продуктам из муки грубого помола?		
7	Вы регулярно едите мясо?		
8	У вас наблюдаются боли в мышцах после физической нагрузки?		
9	Вам свойственны головные боли, головокружение после физической нагрузки?		
10	Вы страдаете сонливостью днем и бессонницей ночью?		
Продукты, содержащие витамины группы В: печень, почки и сердце говяжьи, скумбрия, дрожжи пивные, пшено, мясо куриное, шиповник, соя, зеленый горошек, семена подсолнечника, отруби пшеничные.			

Таблица 4.9

Тест на обеспеченность витамином С

№	Вопрос	Да	Нет
1	Страдаете ли вы частыми простудами или повышенной восприимчивостью к инфекциям?		
2	Вы выкуриваете больше пяти сигарет в день?		
3	Вы часто принимаете антибиотики, аспирин и обезболивающие средства?		
4	Вы редко едите свежие овощи?		
5	Вы едите мало сырых салатов?		
6	Вы часто едите сохраняющуюся в тепле или вновь разогретую еду?		
7	Вы используете овощной бульон после варки овощей?		
8	У вас повышенная чувствительность к холоду?		
9	У вас присутствует снижение аппетита, раздражительность?		
10	Вы часто запекаете овощи и картофель?		
Продукты, содержащие витамин С: шиповник, облепиха, смородина черная, хрен, капуста белокочанная, перец болгарский, шпинат, цитрусовые.			

Таблица 4.10

Тест на обеспеченность витамином Е

№	Вопрос	Да	Нет
1	Вы страдаете нарушениями кровоснабжения?		
2	Вам характерны слабость и боли в мышцах?		
3	У вас наблюдаются признаки потери эластичности кожи, сухость, преждевременные морщины?		
4	Вы часто бываете на солнце?		
5	Вы курите?		
6	Часто ли вы подвергаетесь негативному влиянию, например, выхлопных газов или смога?		
7	Вы ежедневно употребляете растительные масла?		
8	Вы часто употребляете растительный маргарин?		
9	Вы регулярно употребляете продукты из муки грубого помола?		
10	У вас возникает нарастающая мышечная слабость?		
Продукты, содержащие витамин Е: масло оливковое, соевое, кукурузное, арахисовое, подсолнечное, халва, кукуруза молочной спелости.			

Таблица 4.11

Тест на обеспеченность витамином D

№	Вопрос	Да	Нет
1	Вы страдаете остеопорозом?		
2	Вы избегаете солнца?		
3	Вы едите мало рыбы, мяса и яиц?		
4	Избегаете ли вы масла или маргарина?		
5	Вы часто едите грибы?		
6	Возникают ли у вас резкие боли в суставах?		
7	Бывают ли у вас судороги?		
8	У вас часто возникает состояние слабости?		
9	Свойственна ли вам потеря аппетита?		
10	Страдаете ли вы повышенным артериальным давлением?		
Продукты, содержащие витамин D: печень палтуса, печень трески, сельдь жирная, скумбрия, желток яйца, масло сливочное.			

Заполняя в отчете раздел «Возможные заболевания», необходимо учесть не только прогнозируемые хронические заболевания, но и известные вам хронические заболевания, диагноз которых подтвержден.

Проанализируйте, имеется ли в вашем организме избыток отдельных витаминов и микроэлементов на основании анализа принимаемой ежедневно пищи и симптомов имеющихся заболеваний. Результаты запишите в отчет.

Таблица 4.12

Номер теста	Количество ответов «нет», %	Оценка	Развитие возможных заболеваний	Ликвидация дефицита (перечислить продукты питания)
Обобщенный рацион:				
Выводы об избытке отдельных витаминов и микроэлементов:				
Перечислить продукты питания, которыми питался (питалась) последние две недели:				

Литература

1. Губарева, Л. И. Экология человека / Л. И. Губарева, О. М. Мирзерева, Т. М. Чурилова. – М. : Владос, 1994. – 112 с.
2. Држевецкая, И. А. Основы физиологии обмена веществ и эндокринной системы / И. А. Држевецкая. – М. : Высшая школа, 1994. – 255 с.
3. Лифляндский, В. Г. Новейшая энциклопедия незаменимых веществ / В. Г. Лифляндский. – СПб. : Нева, 2004. – 384 с.
4. Скальный, А. Микроэлементы для вашего здоровья / А. Скальный. – М. : ОНИКС 21 век, 2004. – 272 с.
5. Фокин, Ю. Г. Преподавание и воспитание в высшей школе / Ю. Г. Фокин. – М. : Академия, 2001. – 224 с.
6. Динамический мониторинг йодной обеспеченности в Беларуси: результаты и проблемы / Т. В. Мохорт [и др.] // Проблемы эндокринологии. – 2018. – Т. 64, № 3. – С. 170–179.
7. Гмошинский, И. В. Микроэлементы в питании человека: биологические индикаторы недостаточности цинка / И. В. Гмошинский, Б. Мунхуу, В. К. Мазо // Вопросы питания. – 2006. – Т. 75, № 6. – С. 4–11.

Практическая работа № 5

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ УМЕНЬШЕНИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ПО ЗАКОНУ ВЭЯ–ВИГНЕРА

Цель работы: выработать у студентов навык оценки радиационной обстановки при радиоактивном загрязнении на территории, загрязненной радионуклидами в результате аварии на АЭС или взрыва одиночного ядерного боеприпаса, по данным радиационной разведки местности.

Общие сведения

Радиационная обстановка – это совокупность последствий радиоактивного заражения или загрязнения территории, оказывающая влияние на жизнедеятельность людей и требующая принятия определенных мер защиты. Радиационная обстановка характеризуется, прежде всего, мощностью экспозиционной дозы γ -излучения и размерами загрязненной территории.

Оценка радиационной обстановки – это выявление масштабов и степени радиоактивного загрязнения территории в результате аварии на радиационно опасном объекте, а также выбор вариантов защиты, исключающих поражение людей.

Выявление и оценка радиационной обстановки проводятся двумя методами:

- оценка по результатам прогнозирования зон радиоактивного загрязнения территории;
- оценка по результатам разведки.

На данном занятии рассматривается вариант оценки только по данным разведки с учетом воздействия на людей только внешнего γ -излучения.

Сущность разведки заключается в том, что после радиоактивного загрязнения территории не ранее чем через час после аварии с выбросом радиоактивных веществ (ядерного взрыва) с помощью дозиметрического прибора дважды измеряют мощность экспозиционной дозы γ -излучения с определенным интервалом времени (10–50 минут для ядерного взрыва и несколько часов при аварии

на АЭС) и с фиксацией астрономического времени измерения. Имея эти исходные данные, можно определить:

- мощность экспозиционного γ -излучения на один час после взрыва (аварии на АЭС с выбросом радиоактивных веществ);
- эквивалентные дозы облучения людей γ -излучением на открытой местности, в зданиях и в других укрытиях;
- допустимую продолжительность пребывания людей на открытой местности при заданной дозе облучения;
- возможные радиационные потери людей, в том числе и с летальным исходом;
- режимы радиационной защиты.

Разработаны 13 вариантов радиационной защиты для различных групп населения, а также для формирований гражданской обороны, проживающих и выполняющих задачи в различных условиях. На занятии рассматривается только один из вариантов радиационной защиты рабочих и служащих завода, имеющего убежища. В течение первых 100–160 суток после аварии на АЭС или ядерного взрыва изменение мощности экспозиционной дозы излучения на радиоактивно зараженной местности описывается законом Взя–Вигнера:

$$\frac{D_1}{D_2} = \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^n, \quad (5.1)$$

где D_1, D_2 – мощности экспозиционных доз (Р/ч), соответствующие моментам времени t_1, t_2 (ч) после начала радиоактивного заражения (загрязнения) территории;

n – показатель степени, характеризующий величину спада мощности экспозиционной дозы излучения во времени и зависящий от изотопного состава радионуклидов (при ядерном взрыве образуется около 300 изотопов 36 химических элементов, при аварии на АЭС – несколько десятков). Для радиационных аварий величина показателя $n = 0,4–0,86$, для подрыва ядерного боеприпаса $n = 1,2$.

Величину n можно рассчитать, преобразуя формулу (5.1):

$$n = \frac{\log D_1 - \log D_2}{\log t_2 - \log t_1}. \quad (5.2)$$

По величине n в справочниках выбирают специальные таблицы, по которым с использованием аналитических выражений определяют мощность экспозиционной дозы на один час после взрыва, эквивалентные дозы облучения людей, допустимое время пребывания людей на открытой местности, возможные потери людей и режимы защиты.

В качестве примера ниже решаются пять задач для случая взрыва ядерного боеприпаса, но методика эта применима и для случая заражения (загрязнения) территории при аварии на АЭС.

Индивидуальные задания

1. Изучить теоретический материал. Использовать его при решении задач.
2. В процессе решения задач выбирать исходные данные своего варианта из табл. 5.1 и 5.6 в соответствии с порядковым номером фамилии студента в журнале учета занятий.

Задачи для решения

Задача 1. Рассчитать мощность экспозиционной дозы через один час после взрыва.

Методика решения:

1. Разницу во времени между вторым и первым измерениями (см. табл. 5.1) определяем по формуле:

$$t_2 - t_1. \quad (5.3)$$

2. Отношение уровней радиации при втором и первом измерениях рассчитываем по формуле:

$$D_2/D_1. \quad (5.4)$$

3. По результатам расчетов по формулам (5.3) и (5.4) в табл. 5.2 находим время, прошедшее с момента взрыва до второго измерения ($t_{\text{изм}}$).

4. По табл. 5.3 определяем коэффициент пересчета K на время $t_{\text{изм}}$.

5. Определяем уровень радиации на один час после взрыва:

$$D = D_2 K. \quad (5.5)$$

6. Находим время взрыва по формуле:

$$t_{\text{взр}} = t_2 - t_{\text{изм}}. \quad (5.6)$$

Задача 2. Определить возможные эквивалентные дозы γ -облучения при нахождении людей на местности, загрязненной радионуклидами.

Определение возможных доз γ -облучения рабочих и служащих, находящихся на местности, загрязненной радионуклидами, необходимо для того, чтобы принять меры по их защите от опасного облучения.

Методика решения:

1. По исходным данным своего варианта (табл. 5.1) для задачи 2 по табл. 5.4 находим экспозиционную дозу излучения B (в Рентгенах) при величине мощности экспозиционной дозы 100 Р/ч.

2. Экспозиционную дозу γ -облучения в воздухе на открытой местности находим по формуле:

$$D_{\text{вх}} = B \frac{D}{100}, \quad (5.7)$$

где D – мощность экспозиционной дозы по результатам решения задачи 1.

3. Для пересчета экспозиционной дозы в эквивалентную дозу (для биологической ткани) используем формулу:

$$H = 0,96 D_{\text{вх}}. \quad (5.8)$$

4. Эквивалентная доза облучения, полученная работниками в производственных помещениях, рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{п}} = H / K_{\text{осл}}, \quad (5.9)$$

где $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления радиации, принимаемый равным 7 для одноэтажных производственных зданий.

Задача 3. Расчет допустимой продолжительности работы предприятия, находящегося на территории, загрязненной радионуклидами.

Методика решения:

1. Определяем мощность экспозиционной дозы на момент начала облучения людей (входа на территорию, загрязненную радионуклидами):

$$D_{\text{вх}} = D/K, \quad (5.10)$$

где D – мощность экспозиционной дозы на один час после взрыва (по результатам решения задачи 1);

K – поправочный коэффициент (табл. 5.3), при этом t_3 – время, прошедшее после взрыва до начала облучения, – берется из табл. 5.1.

2. Отношение R рассчитываем по формуле:

$$R = \frac{H_{\text{зад}}}{D_{\text{вх}}} K_{\text{осл}}, \quad (5.11)$$

где $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления радиации, принимаемый равным 7 для одноэтажных производственных зданий.

3. По значениям этого отношения и времени t_3 , прошедшего с момента взрыва, по табл. 5.6 определяем допустимое время пребывания людей в цехах предприятия.

Задача 4. Определение возможных радиационных потерь работников на открытой местности и в цехах предприятия.

Методика решения:

1. Определяем $H_{\text{д}}$ (бэр) – долю остаточной эквивалентной дозы от ранее полученной дозы в зависимости от времени t_5 , прошедшего после первого облучения (недели), – по формуле:

$$H_{\text{д}} = \frac{H_{\text{пп}}}{100} H_1, \quad (5.12)$$

где H_1 – остаточная эквивалентная доза (табл. 5.7).

Значения $H_{\text{пп}}$ и t_5 указаны в исходных данных (табл. 5.5).

2. Определяем суммарную эквивалентную дозу $H_{\text{сумм}}$ (бэр):

$$H_{\text{сумм}} = H + H_{\text{д}}, \quad (5.13)$$

где значение H берем по результатам решения задачи 2.

3. Конкретное количество пораженных (потерявших трудоспособность) людей $N_{\text{пт}}$ находим по формуле:

$$N_{\text{пт}} = \frac{N}{100} N_{\text{вп}}, \quad (5.14)$$

где N – количество работников в табл. 5.5;

$N_{\text{вп}}$ находим по табл. 5.8 по значению $H_{\text{сумм}}$ в столбце «всево пораженных».

Примечание. В табл. 5.8 для справки представлены также % пораженных людей от всех облученных в течение двух суток, второй и третьей недель, третьей и четвертой недель.

4. Аналогичным способом определяем количество погибших людей (от всех пораженных) для доз, превышающих 200 бэр:

$$N_{\text{п}} = \frac{N}{100} N_{\text{см}}, \quad (5.15)$$

где $N_{\text{см}}$ находим по табл. 5.8 по значению $H_{\text{сумм}}$ в столбце «Количество смертельных исходов».

Задача 5. Определение режимов защиты работников и работы промышленного предприятия.

Основным способом защиты рабочих и служащих в условиях сильного радиоактивного заражения является их укрытие в защитных сооружениях и строгое ограничение времени пребывания на открытой местности.

Режим защиты – это порядок применения средств и способов защиты людей, который предусматривает максимальное уменьшение доз облучения и наиболее целесообразные действия в зоне заражения. Типовые режимы защиты изложены в табл. 5.9. Они разработаны с учетом доз облучения за время пребывания рабочих и служащих в защитных сооружениях, производственных, административных

и жилых зданиях, а также при передвижении из мест отдыха в цеха для работы. Продолжительность смены – 10–12 ч в сутки. Соблюдение режима защиты не допускает облучения людей сверх установленных доз, исключает радиационные потери и обеспечивает производственную деятельность предприятия с минимальным временем прекращения его работы при различных уровнях радиации.

Методика решения:

1. Определяем условное наименование режима в табл. 5.9 по мощности экспозиционной дозы на один час после взрыва, вычисленной по результатам решения задачи 1.

2. В исходных данных табл. 5.5 находим коэффициент ослабления защитного сооружения. В табл. 5.9 необходимо определить, в какой диапазон коэффициентов S_1 – S_4 входит коэффициент ослабления защитного сооружения вашего варианта: $S_1 = 50$ – 100 , $S_2 = 101$ – 200 , $S_3 = 201$ – 999 , $S_4 = 1000$ и более.

3. После этого в табл. 5.9 находим и фиксируем в тетрадь:

а) на какое время объект прекращает работу, а люди укрываются в защитных сооружениях;

б) при возобновлении работы объекта в течение какого времени рабочие и служащие должны использовать для отдыха защитные сооружения;

в) продолжительность режима с ограниченным пребыванием людей на открытой местности;

г) общую продолжительность соблюдения режима.

Таблица 5.1

Исходные данные для решения задач 1 и 2

Номер варианта	Задача 1				Задача 2	
	Время измерения мощности экспозиционной дозы		Мощность экспозиционной дозы, Р/ч		Время, прошедшее с момента взрыва до начала облучения t_3 , ч	Время пребывания на радиоактивно зараженной местности t_4 , ч
	t_1	t_2	D_1	D_2		
1	2	3	4	5	6	7
1	9:00	9:30	60,10	48,13	2	3
2	6:15	6:30	107,30	85,89	2	8
3	8:45	9:00	40,90	34,78	1	6
4	14:15	15:00	153,90	100,00	7	10
5	7:30	7:45	76,60	61,35	1	8

Окончание табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7
6	17:00	17:10	67,70	60,87	5	12
7	11:00	11:30	133,60	106,95	5	6
8	18:15	19:00	92,30	60,00	3	7
9	18:50	19:05	51,10	43,48	1	3
10	13:45	14:30	102,70	82,24	7	6
11	10:00	10:10	115,80	104,35	4	7
12	12:45	13:00	107,30	85,89	2	5
13	13:00	13:15	89,10	80,21	6	8
14	10:25	10:35	79,75	75,76	8	10
15	5:25	5:40	76,70	61,35	1	6
16	8:35	8:50	92,00	78,26	3	7
17	10:15	11:00	118,50	88,89	7	5
18	11:00	11:30	133,30	100,00	4	9
19	7:05	7:20	122,70	104,35	3	5
20	8:00	8:30	81,80	49,10	1	7
21	16:30	16:45	114,26	80,00	2	9
22	20:00	20:45	49,36	39,47	3	4
23	22:15	22:30	23,77	21,39	1	7
24	23:10	23:20	35,87	34,09	2	8
25	10:20	10:50	133,45	100,00	4	9
26	17:20	17:35	61,33	49,08	2	6
27	19:50	20:20	62,23	46,67	3	7
28	12:05	12:50	41,03	26,67	2	6
29	8:30	9:00	33,43	26,74	1	2
30	14:15	14:45	40,10	34,09	3	9

Таблица 5.2

Определение времени ($t_{\text{изм}}$), прошедшего с момента взрыва

Отношение мощностей экспозиционных доз при втором и первом измерениях D_2/D_1	Время между двумя измерениями			
	10 мин	15 мин	30 мин	45 мин
0,95	4 ч	6 ч	12 ч	18 ч
0,90	2 ч	3 ч	6 ч	9 ч
0,85	1 ч 20 мин	2 ч	4 ч	6 ч
0,80	1 ч	1 ч 30 мин	3 ч	4 ч 30 мин
0,75	50 мин	1 ч 15 мин	2 ч 30 мин	3 ч 30 мин
0,70	40 мин	1 ч	2 ч	3 ч
0,65	35 мин	50 мин	1 ч 40 мин	2 ч 30 мин
0,60	30 мин	45 мин	1 ч 30 мин	2 ч 10 мин
0,55	–	40 мин	1 ч 20 мин	1 ч 50 мин
0,50	–	35 мин	1 ч 10 мин	1 ч 45 мин

Таблица 5.3

Коэффициент пересчета мощности экспозиционной дозы
на один час после взрыва

Время, прошедшее после взрыва $t_{\text{изм}}$, ч	Поправочный коэффициент K	Время, прошедшее после взрыва $t_{\text{изм}}$, ч	Поправочный коэффициент K
0,5	0,44	6	8,59
1	1	7	10,33
1,5	1,63	8	12,13
2	2,30	9	13,96
2,5	3,00	10	15,85
3	3,74	11	17,77
3,5	4,50	12	19,72
4	5,28	13	21,71
4,5	6,08	14	23,73
5	6,90	15	25,73

Таблица 5.4

Экспозиционные дозы излучения (B) на открытой местности для заданного времени пребывания людей при мощности экспозиционной дозы 100 Р/ч на один час после взрыва, Р

Время t_5 , ч	Время пребывания на радиоактивно зараженной местности t_4 , ч									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	64,8	98,8	121	138	151	161	170	178	184	190
2	34	56,4	72,8	85,8	96,4	105	113	119	125	131
3	22,4	38,8	52,8	62,4	71,2	77,8	84,6	91,9	95,8	100
4	16,4	29,4	40,2	49,2	56,6	63,4	69,4	74,7	79,4	83,8
5	13	23,6	32,4	40	46,8	52,8	58	62,8	67,2	71,2
6	10,6	19,4	27	33,8	39,8	45	49,8	54,2	58,2	62
7	9	16,5	23,3	29,3	34,6	39,4	43,9	47,8	51,6	55,1
8	7,5	14,4	20,4	25,6	30,4	34,8	38,8	42,6	46,1	49,3
9	6,8	12,8	18,1	22,9	27,4	31,3	35,1	38,6	41,8	45,3
10	6	11,2	16	20,4	24,5	28,2	31,7	34,9	37,9	40,7

Таблица 5.5

Исходные данные для решения задач 3, 4 и 5

Вариант	Задача 3	Задача 4			Задача 5
	Доза облучения $H_{\text{зд}}$, бэр	Количество людей N , чел.	Полученная доза $H_{\text{п}}$, бэр	Время, прошедшее после облучения t_5 , недели	Коэффициент ослабления $S_{\text{осл}}$
1	22	270	21	6	160
2	17	250	27	2	90
3	23	300	64	2	70
4	25	155	40	7	80
5	36	290	58	4	200
6	17	175	49	5	200
7	25	210	65	8	1100
8	21	130	12	3	1000
9	14	180	68	4	90
10	21	230	48	5	1600
11	19	140	19	4	150
12	17	220	34	2	1400
13	30	150	34	6	180
14	28	310	33	4	190
15	14	400	38	1	1800
16	21	160	45	3	90
17	14	220	53	7	90
18	32	125	24	4	1200
19	27	180	33	3	1300
20	29	270	59	1	150
21	30	100	64	2	85
22	9	140	23	5	160
23	29	165	76	1	1250
24	11	145	36	2	400
25	24	195	24	4	180
26	20	230	64	2	200
27	32	320	34	3	100
28	15	380	54	1	300
29	14	330	45	2	400
30	28	290	41	5	200

Таблица 5.6

Допустимое время пребывания людей
на радиоактивно зараженной территории

R	Время, прошедшее с момента взрыва до начала облучения t_3 , ч									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,5	1 ч 2 мин	42 мин	35 мин	34 мин	32 мин	32 мин	32 мин	31 мин	31 мин	31 мин
1,0	2 ч 3 мин	1 ч 23 мин	1 ч 14 мин	1 ч 10 мин	1 ч 8 мин	1 ч 6 мин	1 ч 5 мин	1 ч 5 мин	1 ч 4 мин	1 ч 4 мин
2,0	11 ч	4 ч 6 мин	3 ч 13 мин	2 ч 46 мин	2 ч 35 мин	2 ч 29 мин	2 ч 24 мин	2 ч 20 мин	2 ч 18 мин	2 ч 16 мин
2,5	31 ч	6 ч 26 мин	4 ч 28 мин	3 ч 48 мин	3 ч 28 мин	3 ч 16 мин	3 ч 8 мин	3 ч 3 мин	2 ч 59 мин	2 ч 55 мин
3,0	Без ограниче- ний	9 ч 54 мин	6 ч 9 мин	5 ч 1 мин	4 ч 28 мин	4 ч 10 мин	3 ч 58 мин	3 ч 49 мин	3 ч 43 мин	3 ч 38 мин
4,0		19 ч 30 мин	11 ч 5 мин	8 ч 12 мин	6 ч 57 мин	6 ч 10 мин	5 ч 50 мин	5 ч 33 мин	5 ч 19 мин	5 ч 10 мин
6,0		23 ч	35 ч 35 мин	19 ч 48 мин	14 ч 40 мин	12 ч	11 ч	10 ч	9 ч 24 мин	8 ч 57 мин

Таблица 5.7

Значение остаточных эквивалентных доз облучения
в зависимости от времени

Время, прошедшее после облучения, недели	1	2	3	4	5	6	7	8
Остаточная доза радиации H_1	90	75	60	50	42	35	30	25

Таблица 5.8

**Воздействие однократного облучения
на состояние здоровья работников**

Суммарная доза	Количество заболевших, % к общему числу облученных через				Количество смертельных исходов, % от общего числа облученных
	2 суток	3 недели	4 недели	Всего пораженных	
1	2	3	4	5	6
100	Ед. случаи	0	Ед. случаи	Ед. случаи	0
125	То же	0	5	5	0
130	То же	0	7	7	0
140	То же	0	10	10	0
145	То же	0	12	12	0
150	То же	0	15	15	0
155	1	0	16	17	0
160	2	0	18	20	0
165	2	0	20	22	0
170	3	0	22	25	0
175	5	0	25	30	0
180	7	0	27	34	0
190	10	0	30	40	0
200	15	0	35	50	Ед. случаи
210	20	0	40	60	2
225	30	40	0	70	5
240	40	40	0	80	8
250	50	35	0	85	10
260	60	30	0	90	12
280	75	25	0	100	15
300	85	15	0	100	20
350	90	10	0	100	35
400	100	0	0	100	43
450	100	0	0	100	50
500	100	0	0	100	75
550	100	0	0	100	85

Таблица 5.9

Режимы защиты работников и работы объекта
в условиях радиоактивного заражения местности

Наименование зон	Уровни радиации на 1 ч	Условное наименование режима защиты	Коэффициент ослабления	Характеристика режима			Общая продолжительность соблюдения режима, сутки
				Время прекращения работы объекта (люди непрерывно находятся в защитных сооружениях), ч	Продолжительность работы объекта с использованием для отдыха защитных сооружений, ч	Продолжительность режима с ограниченным пребыванием на открытой местности, ч	
1	2	3	4	5	6	7	8
А	80	А-3	K_1	6	16	22	1,5
			K_2	3	9	24	1,5
			K_3	3	8	25	1,5
			K_4	3	7	26	1,5
Б	100	Б-1	K_1	8	24	28	2
			K_2	4	14	30	2
			K_3	3	12	33	2
			K_4	3	9	36	2
Б	140	Б-2	K_1	12	36	46	2,5
			K_2	6	18	36	2,5
			K_3	5	16	39	2,5
			K_4	4	12	44	2,5
Б	180	Б-3	K_1	24	48	72	4
			K_2	8	24	64	4
			K_3	6	20	70	4
			K_4	5	14	77	4
Б	240	Б-4	K_1	48	72	120	6
			K_2	12	28	104	6
			K_3	8	24	112	6
			K_4	6	18	120	6
В	300	В-1	K_1	96	120	144	10
			K_2	16	32	192	10
			K_3	12	28	200	10
			K_4	8	24	208	10

1	2	3	4	5	6	7	8
В	400	В-2	K_1	144	168	168	15
			K_2	24	48	208	15
			K_3	18	36	306	15
			K_4	12	32	316	15
В	500	В-3	K_2	36	60	394	20
			K_3	32	48	400	20
			K_4	24	40	416	20

Литература

1. Радиационная безопасность после техногенных аварий (курс лекций) / И. В. Ролевич [и др.]. – Минск : Дикта, 2013. – 632 с.

2. Защита населения и хозяйственных объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : учебное пособие : в 2 т. / И. В. Ролевич [и др.]. – Минск : РИВШ, 2016. – Т. 2. – 186 с.

3. Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 28.12.2012, № 213.

4. Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ) / Под общ. ред. М. Ф. Киселева и Н. К. Шандалы; пер. с англ. – М. : Алана, 2009. – 312 с.

Практическая работа № 6

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ И ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ПРОТИВОРАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

Цель работы: научить студентов решать типовые задачи по расчету основных характеристик ионизирующих излучений и выбору отдельных физических способов радиационной защиты. Закрепить теоретические знания, полученные при изучении явления радиоактивности, основного закона радиоактивного распада, защиты от ионизирующих излучений на территории Республики Беларусь.

Общие сведения

Среди наиболее часто определяемых на практике величин можно выделить такие как активность радиоактивного распада, степень поглощения γ -излучения веществом и глубину проникновения β -частиц в веществе.

Основной закон радиоактивного распада, выраженный через активность и период полураспада можно представить в виде:

$$A = \frac{A_0}{2^{t/T}},$$

где A – активность в данный момент времени t ;

A_0 – начальная активность;

t – время;

T – период полураспада радионуклида.

Единицей активности в системе СИ принят 1 распад/с = 1 Бк (назван Беккерелем в честь французского ученого (1852–1908 г), открывшего в 1896 году естественную радиоактивность солей урана). Существует и внесистемная единица Кюри, которая изымается из употребления согласно ГОСТ 8.417-81 и РД 50-454-84. Однако на практике она пока используется. За 1 Ки принята активность 1 г радия-226.

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}; \quad 1 \text{ Бк} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ки}.$$

Радионуклиды могут быть распределены в массе вещества, в определенном объеме или на некоторой поверхности. Поэтому в дозиметрической практике часто используют величину удельной, поверхностной или объемной активности A , которую можно записать соответственно в виде:

$$A_m = A/m, \quad A_v = A/v, \quad A_s = A/s,$$

где m – масса вещества;

v – объем вещества;

s – площадь поверхности вещества.

Эти виды активности связаны друг с другом через плотность вещества ρ :

$$\rho = m/v.$$

Тогда виды активности можно пересчитать по формулам:

$$A_m = A/m = A/s\rho h = A_s/\rho h = A_v/\rho,$$

где ρ – плотность почвы, принимается в Республике Беларусь равной 1000 кг/м^3 ;

h – корнеобитаемый слой почвы, принимается равным $0,2 \text{ м}$;

s – площадь радиоактивного заражения, м^2 .

Тогда

$$A_m = 5 \cdot 10^{-3} A_s; \quad A_m = 5 \cdot 10^{-3} A_v.$$

В этих формулах выражается: A_s – в Бк/м^2 или Ки/м^2 ; A_v – в Бк/м^3 или Ки/м^3 . A_m может быть выражена в Бк/кг или Ки/кг .

Если известна активность радионуклида A , можно определить массу m и наоборот, используя формулу:

$$m = \frac{MTA}{0,693N_A},$$

где M – массовое число;

T – период полураспада;

N_A – число Авогадро.

На практике часто необходимо оценить проникающую способность γ -квантов. Не имея массы, они не могут замедляться в среде, а лишь поглощаются или рассеиваются. При прохождении через вещество их энергия не меняется, но уменьшается интенсивность γ -излучения по следующему закону:

$$I = I_0 e^{-\mu x}, \quad (6.1)$$

где I – интенсивность γ -излучения после прохождения через вещество;

μ – коэффициент поглощения вещества;

x – толщина слоя вещества;

I_0 – начальная интенсивность γ -квантов до прохождения вещества.

В формуле (6.1) величину μ можно найти в таблицах, но она не несет прямой информации о степени поглощения γ -излучения веществом. Поэтому в практических расчетах используют коэффициент половинного ослабления d (или «толщина слоя половинного ослабления»).

Тогда, формула (6.1) примет вид:

$$K_{\text{осл}} = 2^{x/d},$$

где $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления γ -излучения, проходящего через вещество;

x – толщина слоя вещества, см;

d – коэффициент половинного ослабления для данного материала.

Для примерной оценки глубины пробега β -частиц пользуются приближенными формулами. Одна из них:

$$\frac{R_{\text{среды}}}{R_{\text{возд}}} = \frac{\rho_{\text{возд}}}{\rho_{\text{среды}}},$$

где $R_{\text{среды}}$ – длина пробега в среде;

$R_{\text{возд}}$ – длина пробега в воздухе, $R_{\text{возд}} = 450 E_{\beta}$;

$\rho_{\text{возд}}$ и $\rho_{\text{среды}}$ – плотность воздуха и среды соответственно;

E_{β} – энергия β -частиц.

Для оценки защиты от γ -излучения временем и расстоянием обычно используют формулу:

$$t_{\text{дв}} = \frac{X_{\text{дд}} R^2}{A\Gamma},$$

где $t_{\text{дв}}$ – допустимое время работы, ч;

$X_{\text{дд}}$ – допустимая экспозиционная (эквивалентная) доза, бэр;

Γ – γ -постоянная радионуклида.

Индивидуальные задания

Выбрать исходные данные своего варианта из табл. 6.1. Номер варианта соответствует порядковому номеру фамилии студента в журнале учета занятий. Решить задачи.

Задачи для решения

Задача 1. Выражение активности радионуклида через различные единицы измерения.

В лабораторных экспериментах использована некоторая масса (m) радия-226. Определите активность радия в Ки и Бк.

Задача 2. Определение массы радионуклида по его активности.

Найдите массу цезия-137, стронция-90, плутония-239 по его активности A_1, A_2, A_3 соответственно.

Использовать формулу:

$$m = a_2 M T A,$$

где $a_2 = 2,8 \cdot 10^{-6}$;

M – массовое число (суммарное количество протонов и нейтронов в ядре);

T – период полураспада: цезия-137 – 30 лет, стронция-90 – 29 лет, плутония-239 – 24 063 года.

Задача 3. Пересчет поверхностной радиоактивности почв в удельную активность.

Пересчитайте A_s (Ки/км²) в Ки/кг и Бк/кг.

Для почв Республики Беларусь использовать формулу:

$$A_m = 5 \cdot 10^{-3} \cdot A_s,$$

где A_s – поверхностная активность (Ки/м² или Бк/м²).

Тогда

$$A_m = A_s \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ (Ки/кг)}$$

при

$$A_s \text{ (Ки/км}^2\text{)} = A_s \cdot 10^{-6} \text{ Ки/м}^2$$

или

$$A_m = A_s \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк/кг,}$$

учитывая, что

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк.}$$

Задача 4. Пересчет удельной радиоактивности почв в поверхностную радиоактивность.

Пересчитайте A_m (Ки/кг) в A_s (Ки/км²).

Использовать формулу:

$$A_s = \frac{A_m \cdot 10^6}{5 \cdot 10^{-3}}, \text{ Ки/км}^2.$$

Задача 5. Оценка загрязненности радионуклидами овощей, выращенных на радиоактивной почве.

Местность загрязнена радионуклидами с активностью A_s (Ки/км²). Определите загрязненность овощей, выращенных на данной почве, если коэффициент перехода радионуклидов из почвы в овощи составляет K .

Используются результаты решения задачи 3, которые умножаются на K и сравниваются с РДУ-2001 (для овощей допустимый уровень 100 Бк/кг). Предложите способ дезактивации.

Задача 6. Прогнозирование загрязненности радионуклидами почвы через заданное время.

Участок местности загрязнен плутонием-239 с поверхностной активностью A_0 . Какая активность будет через t лет? Период полураспада T плутония-239 равен 24 063 лет. Воспользуйтесь формулой:

$$A_s = \frac{A_0}{2^{t/T}}.$$

Задача 7. Оценка эффективности защиты людей от γ -излучения экранами из различных материалов.

Оцените эффективность ослабления γ -излучения при прохождении его через кирпичную стену толщиной x_1 и оконное стекло толщиной x_2 .

Для расчета использовать формулу:

$$K_{\text{осл}} = 2^{x/d},$$

где x_1 – толщина кирпичной стены, а x_2 – толщина оконного стекла (табл. 6.1), см;

d – толщина слоя половинного ослабления, $d = 0,693/\mu$;

μ_1 и μ_2 – коэффициенты поглощения кирпича и стекла соответственно.

Сравните надежность защиты кирпичной кладкой и оконным стеклом как экраном.

Задача 8. Оценка эффективности защиты людей от β -излучения экранами из различных материалов.

Определите глубину проникновения β -частиц в кирпиче и в стекле, если известна энергия бета-частиц E_β и плотность среды $\rho_{\text{среды}}$. Использовать формулы:

$$\frac{R_{\text{среды}}}{R_{\text{возд}}} = \frac{\rho_{\text{возд}}}{\rho_{\text{среды}}},$$

$$R_{\text{возд}} = 450E_\beta,$$

где $R_{\text{среды}}$ – длина пробега β -частиц в среде (ρ_c – в стекле, ρ_k – в кирпиче), см;

$R_{\text{возд}}$ – длина пробега β -частиц в воздухе, см;

$\rho_{\text{возд}}$ – плотность воздуха, принимается равной $0,0013 \text{ г/см}^3$.

Данные для расчета приведены в табл. 6.1.

Задача 9. Защита людей от γ -излучения временем облучения.

Рассчитайте безопасное время работы на расстоянии R (см) от источника меди-64 активностью A (мКи). Использовать формулу:

$$t_{\text{дв}} = \frac{X_{\text{дд}} R^2}{A \Gamma},$$

где $t_{\text{дв}}$ – допустимое время работы, ч;

$X_{\text{дд}}$ – допустимая экспозиционная (эквивалентная) доза, бэр;

Γ – γ -постоянная для меди-64, равная $1,13 \text{ (Р}\cdot\text{см}^2)/(\text{ч}\cdot\text{мКи})$.

Задача 10. Защита от γ -облучения расстоянием.

Рассчитайте безопасное время работы на расстоянии R (см) от источника лантана-140 активностью A (мКи).

Использовать формулу:

$$R = \sqrt{\frac{A \Gamma t}{X_{\text{дд}}}},$$

где Γ – γ -постоянная для лантана-140, равная $11,14 \text{ (Р}\cdot\text{см}^2)/(\text{ч}\cdot\text{мКи})$;

t – время работы, ч/год.

Задача 11. Защита применением минимальной массы радионуклида.

Рассчитайте количество радиоизотопа радия-226, обеспечивающего безопасную работу с ним в течение года на расстоянии R (см).

Использовать для расчета допустимой активности формулу:

$$A = \frac{X_{\text{дд}} R^2}{\Gamma t},$$

где $\Gamma = 9,03 \text{ (Р}\cdot\text{см}^2)/(\text{ч}\cdot\text{мКи})$.

Для расчета допустимой массы использовать формулу:

$$m = a_2 MTA,$$

где $a_2 = 2,8 \cdot 10^{-6}$.

Период полураспада T радия-226 – 1600 лет.

Таблица 6.1

Исходные данные для решения задач

№ варианта	Задача 1	Задача 2			Задача 3	Задача 4	Задача 5	Задача 6	
	m , г	A_1 , Ки	A_2 , Ки	A_3 , Ки	A_5 , Ки/км ²	A_m , Ки/кг	K	A_0 , Ки/км ²	t , лет
1	8	3	5	7	5	$2 \cdot 10^{-8}$	0,25	2	4000
2	9	7	1	0,5	4	$3 \cdot 10^{-9}$	0,20	0,5	3000
3	10	5	2	4	2	$2 \cdot 10^{-7}$	0,50	10,0	2500
4	15	4	7	8,5	9	$3 \cdot 10^{-8}$	0,15	3,0	3500
5	20	15	0,5	10	7	$4 \cdot 10^{-8}$	0,09	2,5	900
6	5	18	9	3,5	12	$6 \cdot 10^{-9}$	0,15	4,0	300
7	6	24	2,5	1,5	8	$5 \cdot 10^{-8}$	0,20	1,5	2000
8	7	12	3	2	20	$2 \cdot 10^{-9}$	0,10	3,5	700
9	11	9	1,5	8	18	$4 \cdot 10^{-7}$	0,05	5,0	500
10	12	21	6	6,5	5	$5 \cdot 10^{-9}$	0,30	0,6	1500
11	13	14	3,5	5	11	$2 \cdot 10^{-7}$	0,05	4,5	800
12	14	8	7,5	10	3	$5 \cdot 10^{-7}$	0,50	0,7	4500
13	21	6	5,5	4,5	15	$8 \cdot 10^{-8}$	0,10	3,0	5500
14	22	20	10	3	24	$9 \cdot 10^{-9}$	0,04	0,9	600
15	23	10	4,5	9	17	$3 \cdot 10^{-8}$	0,08	6,0	1800
16	16	27	11	2,5	36	$1 \cdot 10^{-7}$	0,05	0,8	1700
17	17	39	8,5	11	6	$8 \cdot 10^{-7}$	0,25	2,5	5000
18	18	16	6,5	13	22	$6 \cdot 10^{-8}$	0,04	0,4	700
19	19	22	9,5	5,5	29	$7 \cdot 10^{-8}$	0,03	0,6	1600
20	25	33	12	2	13	$6 \cdot 10^{-8}$	0,08	5,5	2600
21	26	40	11,5	9,5	27	$4 \cdot 10^{-8}$	0,04	1,0	500
22	30	23	3	5	31	$1 \cdot 10^{-8}$	0,06	4,5	3000
23	27	35	5	7,5	16	$8 \cdot 10^{-9}$	0,04	2,0	900
24	31	41	8	1,5	21	$9 \cdot 10^{-7}$	0,05	3,5	2700
25	28	25	4,5	9	34	$2 \cdot 10^{-9}$	0,06	0,8	1900
26	33	38	9,5	6	12	$7 \cdot 10^{-9}$	0,10	1,5	1600
27	29	13	3,5	10,5	26	$4 \cdot 10^{-9}$	0,15	4,0	2200
28	32	36	6	3	21	$7 \cdot 10^{-7}$	0,03	0,9	1800
29	34	29	7,5	4,5	32	$9 \cdot 10^{-8}$	0,07	3,0	1400
30	24	34	10,5	12	14	$1 \cdot 10^{-9}$	0,05	0,7	1600

Продолжение табл. 6.1

№ вари- анта	Задача 7				Задача 8			Задача 9		
	x_1 , см	μ_1 , см ⁻¹	x_2 , см	μ_2 , см ⁻¹	x , см	ρ_K , г/см ³	ρ_C , г/см ³	$X_{дл}$, бэр	R , см	A , мКи
1	12	0,113	0,2	0,0908	0,2	1,95	4,2	1	70	6
2	25	0,113	0,3	0,0908	0,3	1,73	4,3	2	80	11
3	38	0,113	0,4	0,0908	0,04	1,6	4,5	3	90	14
4	51	0,113	0,5	0,0908	1,0	1,45	2,6	4	100	9
5	64	0,113	0,6	0,0908	0,5	2,0	4,0	5	110	12
6	12	0,0646	0,2	0,1583	0,2	1,8	4,3	1	50	1
7	25	0,0646	0,3	0,1583	0,8	1,4	2,5	2	60	7
8	38	0,0646	0,4	0,1583	0,4	1,2	3,9	3	70	12
9	51	0,0646	0,5	0,1583	0,09	1,95	4,0	4	80	9
10	64	0,0646	0,6	0,1583	0,4	1,73	3,8	5	90	13
11	12	0,0473	0,2	0,2571	0,7	1,6	2,6	1	100	8
12	25	0,0473	0,3	0,2571	0,6	1,45	3,7	2	110	10
13	38	0,0473	0,4	0,2571	0,08	2,0	4,3	3	120	11
14	51	0,0473	0,5	0,2571	0,07	1,8	4,4	4	130	14
15	64	0,0473	0,6	0,2571	0,15	1,4	3,5	5	140	20
16	12	0,0738	0,2	0,2924	0,25	1,2	3,6	1	90	7
17	25	0,0738	0,3	0,2924	0,45	2,05	2,8	2	100	5
18	38	0,0738	0,4	0,2924	0,06	1,78	4,5	3	110	8
19	51	0,0738	0,5	0,2924	0,75	1,9	2,7	4	120	11
20	64	0,0738	0,6	0,2924	0,85	2,16	2,5	5	130	15
21	12	0,0543	0,2	0,4392	0,07	2,05	4,4	1	30	1
22	25	0,0543	0,3	0,4392	0,35	1,78	3,6	2	40	4
23	38	0,0543	0,4	0,4392	0,05	1,9	4,5	3	50	5
24	51	0,0543	0,5	0,4392	1,1	2,16	2,5	4	60	6
25	64	0,0543	0,6	0,4392	0,65	2,05	2,6	5	70	8
26	12	0,0543	0,2	0,3483	0,55	1,78	2,9	1	130	5
27	25	0,0543	0,3	0,3483	0,95	1,9	2,5	2	140	9
28	38	0,0543	0,4	0,3483	0,5	2,16	2,8	3	150	17
29	51	0,0646	0,5	0,3483	0,7	2,05	3,0	4	160	16
30	64	0,0473	0,6	0,3483	0,4	1,78	3,5	5	170	19

Окончание табл. 6.1

№ варианта	Задача 10			Задача 11		
	A , мКи	t , ч	$X_{дл}$, бэр	R , см	$X_{дл}$, бэр	t , ч
1	6	600	1	100	1	1000
2	11	700	2	200	2	2000
3	14	800	3	300	3	3500
4	9	900	4	350	4	6000
5	12	1000	5	400	5	9000
6	1	3000	1	150	1	500
7	7	3100	2	250	2	1600
8	12	3200	3	360	3	3500
9	9	3300	4	370	4	5000
10	13	1000	5	380	5	7000
11	8	1100	1	50	1	2500
12	10	1200	2	60	2	1500
13	11	1300	3	70	3	1200
14	14	1400	4	80	4	2600
15	20	1500	5	90	5	2200
16	7	2000	1	120	1	1400
17	5	2100	2	130	2	900
18	8	2200	3	140	3	1200
19	11	2300	4	150	4	2800
20	15	2400	5	160	5	2900
21	1	1600	1	170	1	1100
22	4	1700	2	180	2	1600
23	5	1800	3	190	3	2700
24	6	1900	4	210	4	3100
25	8	2000	5	220	5	3100
26	5	2500	1	260	1	4100
27	9	2600	2	270	2	3600
28	17	2700	3	280	3	2800
29	16	2800	4	290	4	4500
30	19	2900	5	330	5	5000

Литература

1. Ролевич, И. В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : в 2 ч. / И. В. Ролевич. – Минск : РИВШ, 2018. – Ч. 1. – 401 с.

2. Герменчук, М. Г. Радиационный мониторинг окружающей среды : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Природоохранная деятельность (по направлениям)», «Ядерная и радиационная безопасность» / М. Г. Герменчук. – Минск : Вышэйшая школа, 2021. – 277 с.

3. Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 28.12.2012, № 213.

Практическая работа № 7

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНОГО ОБЪЕКТА К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВОЗДУШНОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

Цель работы:

- освоить методику оценки устойчивости потенциально опасного объекта к воздействию воздушной ударной волны при взрыве на предприятии газо-воздушной смеси (ГВС);
- дать оценку устойчивости конкретного производства к воздействию воздушной ударной волны;
- предложить рекомендации по повышению устойчивости объекта.

Общие сведения

Устойчивость работы хозяйственного объекта – способность объекта выпускать установленные виды продукции в необходимых объемах и номенклатуре в ЧС, а также возможность быстрого восстановления в случае повреждения. Оценка устойчивости работы потенциально опасного объекта (ПОО) к воздействию воздушной ударной волны производят на этапе проектирования объекта для того, чтобы учесть и предупредить физическое разрушение зданий, сооружений и оборудования, не допустить остановки производства.

Воздушная ударная волна представляет собой область резко сжатого воздуха, распространяющегося с огромной скоростью. Передняя граница слоя сжатого воздуха, характеризующаяся резким увеличением давления, называется фронтом ударной волны. Она производит слабые, средние, сильные и полные разрушения.

Оценка степени устойчивости объекта к воздействию воздушной ударной волны заключается:

- 1) в выявлении основных элементов объекта (цехов, участков производства, подводящих систем и т. д.), от которых зависит устойчивость его функционирования;
- 2) определении предела устойчивости каждого элемента по нижней границе диапазона давлений, вызывающих средние разрушения, $\Delta P_{кри}$ и объекта в целом по минимальному пределу входящих в его состав элементов;

- 3) сопоставлении найденного предела устойчивости объекта с ожидаемым (расчетным) максимальным значением ударной волны;
- 4) заключении об устойчивости объекта.

Индивидуальные задания

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Выписать в тетрадь исходные данные из табл. 7.2 и 7.3 для своего варианта. Номер варианта соответствует порядковому номеру фамилии студента в журнале группы.
3. Решить задачу и сделать выводы.
4. Результаты, полученные в ходе выполнения практической работы, оформить в виде табл. 7.1.

Таблица 7.1

Выводы по работе «Оценка устойчивости потенциально опасного объекта к воздействию воздушной ударной волны»

№ п/п	Расчетная операция	Результат	Оценка
1	Определение эквивалентной массы Q_3 органического вещества до аварии		
2	Определение избыточного давления $\Delta P_{ГВС}$ во фронте ударной волны для производственного объекта		
3	Степень разрушения производственного здания		
4	Степени разрушения оборудования цеха:		
	Вывод по устойчивости производственного объекта, предложения по повышению устойчивости		
5	Расчет безопасного расстояния от производственного цеха до емкости с ГВС		

Задачи для решения

Взрыв газовоздушной смеси в помещении происходит при создании взрывоопасной концентрации и поднесении к взрывчатой смеси искры или открытого огня либо от соприкосновения накали-

ного тела со смесью. Образуется большое количество нагретых газов, в результате увеличения объема которых повышается давление и разрушаются окна, двери, перекрытия и даже стены.

Задача 1. Оценка воздействия на объект воздушной ударной волны при взрыве ГВС на ПОО.

Из табл. 7.2 выписать в рабочую тетрадь исходные данные для расчетов в соответствии с вашим вариантом.

Таблица 7.2

Исходные данные для определения избыточного давления в районе расположения потенциально опасного объекта

№ варианта	Наименование органического вещества	Коэффициент взрывоопасности по пропану	Масса органического вещества, т	Расстояние от цеха до емкости с органическим веществом, м
1	2	3	4	5
1	Ацетон	1,0	20	600
2	Ацетилен	1,2	15	550
3	Бензол	1,0	16	500
4	Бутан	1,0	25	800
5	Бутилен	1,0	20	700
6	Водород	0,85	25	600
7	Водород цианистый	0,85	30	600
8	Гептан	1,0	18	600
9	Дихлорпропан	1,15	15	650
10	Дихлорэтан	1,15	10	500
11	Диметилпропан	1,0	17	600
12	Дихлорэтилен	1,05	15	650
13	Изобутиловый спирт	1,0	20	700
14	Кокосовый газ	0,9	25	750
15	Метан	1,0	15	600
16	Метиламин	1,1	12	350
17	Нитрорастворитель	0,5	35	500
18	Пропан	1,0	15	550
19	Природный газ	1,0	20	650
20	Серовуглерод	0,4	40	600
21	Сероводород	0,8	30	750
22	Этилен	1,0	17	600
23	Сернистый ангидрид	1,0	15	500
24	Этан	1,0	20	700

1	2	3	4	5
25	Ацетон	1,0	10	400
26	Бензол	1,0	5	200
27	Водород	0,85	15	500
28	Пропан	1,0	12	450
29	Сероводород	0,8	20	600
30	Этиловый эфир	1,0	25	650

Методика решения:

1. Определить эквивалентную массу *органического вещества (по пропану) до аварии*.

Эквивалентное количество АХОВ рассчитывают по формуле:

$$Q_3 = 640K_{эв}Q, \text{ кг,}$$

где Q – масса органического вещества, т;

$K_{эв}$ – коэффициент, учитывающий эквивалентность органического вещества по пропану (табл. 7.2).

2. Рассчитать избыточное давление $\Delta P_{ГВС}$ *во фронте воздушной ударной волны*, возникающее при взрыве ГВС на расстоянии R_i от объекта:

$$\Delta P_{ГВС} = \frac{848\sqrt{Q_3}}{R_i} + \frac{3440\sqrt{Q_3^2}}{R_i^2} + \frac{11\,200Q_3}{R_i^3}, \text{ кПа,}$$

где R_i – расстояние от емкости с ГВС до здания (см. табл. 7.2), м.

3. Построить *график слабых, сильных, средних и полных разрушений для всех элементов производственного объекта* в соответствии с вашим вариантом расчетов (рис. 7.1).

Основные элементы производственного объекта указаны в исходных данных табл. 7.3 и 7.4.

В качестве критерия устойчивости элемента объекта $\Delta P_{кри}$ принимаем нижнее значение диапазона давлений средних разрушений для каждого элемента производственного объекта.

Полученные величины заносим в таблицу графика устойчивости объекта к воздействию воздушной ударной волны (рис. 7.1). График позволяет оценить устойчивость ПОО к воздействию воздушной

ударной волны. Используя график, дать оценку воздействия воздушной ударной волны на производственный объект путем сравнения расчетного значения $\Delta P_{ГВС}$ с критерием устойчивости каждого элемента объекта $\Delta P_{кри}$ (из графика).

Элементы объекта и их краткая характеристика	Степень разрушения при избыточном давлении, кПа								$\Delta P_{кр}$ для каждого объекта, кПа	$\Delta P_{кр}$ для производства, кПа
	10	20	30	40	50	60	70	80		
<u>ЗДАНИЕ:</u> одноэтажное кирпичное, бескаркасное, перекрытия из ж/б элементов									20	20
<u>ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:</u> -краны и крановое оборудование; -станки тяжелые									30	20
									40	
<u>КЭС</u> (коммунально-энергетические сети) -воздуховоды на металлических эстакадах; -электросеть кабельная наземная									30	20
									30	

Условные обозначения степени разрушения объектов
(условные обозначения выбираются студентом произвольно)

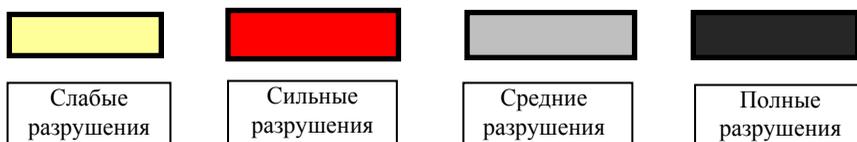


Рис. 7.1. График устойчивости объекта к воздействию воздушной ударной волны

Таблица 7.3

Основные элементы потенциально-опасного объекта

№ варианта	Элементы инженерно-технического комплекса объекта
1, 16	Производственное здание с тяжелым крановым оборудованием, станки тяжелые, кузнечно-прессовое оборудование, ковшовые конвейеры, электрокары, контрольно-измерительная аппаратура (КИА)
2, 17	Производственное здание с крановым оборудованием до 50 т, станки тяжелые, электрокары, трубопроводы на железобетонных эстакадах, станки средние, открытые распределительные устройства (ОРУ)
3, 18	Производственное здание с металлическим каркасом, станки средние, кран мостовой, КИА, наземные трубопроводы, ОРУ
4, 19	Производственное здание из сборного железобетона, кран мостовой, станки средние, электрокары, трубопроводы на металлических эстакадах, ОРУ
5, 20	Кирпичное, бескаркасное производственное здание, станки средние, кран мостовой, трубопроводы наземные, КИА, электрокары
6, 21	Производственное здание со сплошным хрупким заполнением стен, кран мостовой, станки средние, электрокары, КИА, станки легкие
7, 22	Производственное здание с железобетонным каркасом, станки средние, трубопроводы, кран мостовой, электрокары, ОРУ
8, 23	Производственное здание с крановым оборудованием до 50 т, кузнечно-прессовое оборудование, станки тяжелые, наземные кабельные линии, ОРУ, электрокары
9, 24	Производственное здание с железобетонным каркасом, станки средние, кран мостовой, ковшовые конвейеры, электрокары, КИА
10, 25	Производственное здание с тяжелым крановым оборудованием, станки тяжелые, электрокары, кузнечно-прессовое оборудование, ОРУ, наземные трубопроводы
11, 26	Производственное здание с металлическим каркасом, кран мостовой, станки средние, электрокары, наземные кабельные линии, КИА
12, 27	Производственное здание из сборного железобетона, станки тяжелые, кран мостовой, наземные трубопроводы, станки легкие, ОРУ
13, 28	Кирпичное бескаркасное производственное здание, станки средние, электрокары, станки легкие, трубопроводы наземные, КИА
14, 29	Производственное здание со сплошным хрупким заполнением стен, кран мостовой, станки средние, ковшовые конвейеры, электрокары, ОРУ
15, 30	Производственное здание с железобетонным каркасом, станки тяжелые, кран мостовой, станки легкие, КИА, наземные трубопроводы

Таблица 7.4

Степень разрушения элементов цеха (участка) при различных избыточных давлениях ударной волны, кПа

Элементы цеха (участка)	Слабое разрушение	Среднее разрушение	Сильное разрушение	Полное разрушение
Производственные здания				
с тяжелым крановым оборудованием	20–40	40–50	50–60	60–80
с крановым оборудованием, до 50 т	20–30	30–40	40–50	50–70
с металлическим каркасом	10–20	20–30	30–40	40–50
с ж/б каркасом	10–20	20–30	30–40	40–50
из сборного железобетона	10–20	20–30	30–50	50–60
кирпичное бескаркасное	10–20	20–35	35–45	45–60
со сплошным хрупким заполнителем стен	10–20	20–30	30–40	40–50
Оборудование цеха				
станки тяжелые	25–40	40–60	60–70	–
станки средние	15–25	25–35	35–45	–
станки легкие	6–12	12–15	15–25	–
краны мостовые	20–30	30–50	50–70	–
кузнечно-прессовое оборудование	50–100	100–150	150–250	–
ковшовые конвейеры	8–10	10–20	20–30	30–50
открытые распределительные устройства	15–25	25–35	35–45	45–60
контрольно-измерительная аппаратура	5–10	10–20	–	–
кабельные наземные линии	10–30	30–50	50–60	–
трубопроводы наземные	20–30	30–50	130	–
трубопроводы на металлических и ж/б эстакадах	20–30	30–40	40–50	–
электрокары	10–20	20–45	45–55	55–80

4. Сравнить расчетное значение $\Delta P_{ГВС}$ с величиной $\Delta P_{кри}$ для каждого элемента производства. Для этого проводим по графику линию, соответствующую расчетному значению $\Delta P_{ГВС}$. Оценку устойчивости объекта начинаем производить со здания. Если здание устойчиво к воздействию ударной волны, т. е. находится в зоне

слабых разрушений или в зоне нижнего значения диапазона давлений средних разрушений, то и оборудование не пострадает.

При сравнении может возникнуть три варианта:

а) не разрушается ни один элемент;

б) разрушается часть элементов, но можно повысить их устойчивость;

в) разрушается большинство основных элементов, повысить их устойчивость невозможно или нецелесообразно.

Если выполняется условие *б*, то необходимо в отчете описать возможные способы повышения устойчивости объекта (см. п. 5). Если выполняется условие *в*, то нужно емкость с ГВС отнести на безопасное расстояние от объекта. Расстояние найти по формуле определения $\Delta P_{ГВС}$.

Для этого в формулу вместо $\Delta P_{ГВС}$ подставить минимальное значение $\Delta P_{кр}$, которое определить из графика для ПОО (рис. 7.1). При расчете последнее слагаемое в формуле не учитывать (значение мало и не влияет на расчет безопасного расстояния). Указать в отчете безопасное расстояние.

5. Предложить мероприятия для повышения устойчивости ПОО к воздействию воздушной ударной волны. Основные способы повышения устойчивости работы производственного объекта перечислены ниже.

Повышение устойчивости зданий и сооружений достигается за счет установки дополнительных каркасов, рам, подкосов, промежуточных опор для уменьшения пролета несущих конструкций, а также колонн, балок, металлических или железобетонных поясов.

Необходимо увеличить площади световых проемов и остеклить их армированным стеклом или прозрачными синтетическими материалами. *Невысокие сооружения* для повышения их прочности частично обсыпаятся грунтом; *высокие сооружения* (трубы, вышки, башни, колонны) – закрепляются оттяжками, рассчитанными на воздействие скоростного напора ударной волны.

Распределенное размещение элементов объекта: защита емкостей с химически опасными веществами и легковоспламеняющимися жидкостями осуществляется за счет их обваловки (устройства земляного вала вокруг емкости, рассчитанного на удержание полного объема жидкости).

Повышение устойчивости технологического оборудования: сооружение над оборудованием специальных покрытий в виде кожухов, шатров, зонтов и т. п., защищающих его от повреждения обломками разрушающихся зданий; прочное закрепление оборудования на фундаментах анкерными болтами, создающее устойчивость к действию скоростного напора ударной волны.

Дополнительные мероприятия. Максимально сокращаются запасы взрывоопасных, горючих, химически опасных веществ и легко воспламеняющихся жидкостей непосредственно на территории объекта, сверхнормативные запасы вывозятся на безопасное расстояние.

Литература

1. Ролевич, И. В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : в 2 ч. / И. В. Ролевич. – Минск : РИВШ, 2018. – Ч. 1. – 186 с.

2. Ролевич, И. В. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности 1-57 01 02 «Экологический менеджмент и аудит в промышленности» / И. В. Ролевич, Г. И. Морзак, Е. В. Зеленухо. – Минск : БНТУ, 2020. – 108 с.

Учебное издание

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЧЕЛОВЕКА**

Пособие

для студентов специальности

6-05-0311-02 «Экономика и управление»

С о с т а в и т е л и:

ХРИПОВИЧ Анна Александровна

КЛЯУСОВА Юлия Владимировна

МОРЗАК Галина Иосифовна и др.

Редактор *Н. Ю. Казакова*

Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 11.04.2024. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 5,41. Уч.-изд. л. 3,28. Тираж 100. Заказ 134.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.