

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ
ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.
ПРАКТИКУМ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по аграрному техническому образованию в качестве
учебно-методического пособия для студентов учреждений
высшего образования по группе специальностей
74 06 Агроинженерия и специальности 1-36 12 01 «Проектирование
и производство сельскохозяйственной техники»*

Минск
БГАТУ
2020

УДК 614.876(075)
ББК 68.9я7
3-40

Авторы:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры управления охраной труда *Л. В. Мисун*,
ассистент *А. Л. Мисун*,
ассистент *А. В. Гаркуша*,
старший преподаватель *И. Н. Мисун*

Рецензенты:

кафедра безопасности жизнедеятельности
УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»
(доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой *В. Н. Босак*);
кафедра безопасности жизнедеятельности
УО «Белорусский государственный технологический университет»
(кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры *А. К. Гармаза*)

Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций.
3-40 Радиационная безопасность. Практикум : учебно-методическое
пособие / Л. В. Мисун [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2020. – 164 с.
ISBN 978-985-25-0056-2.

Пособие содержит материалы для проведения практических занятий по дисциплине
«Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность».

Предназначено для студентов агроинженерных специальностей, будет интересно
широкому кругу читателей.

УДК 614.876(075)
ББК 68.9я7

ISBN 978-985-25-0056-2

© БГАТУ, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Практическая работа № 1 Первая помощь пострадавшим в чрезвычайных ситуациях.....	5
Практическая работа № 2 Организация и проведение производственного экологического контроля. Определение категории опасности деятельности предприятия.....	40
Практическая работа № 3 Оценка устойчивости функционирования потенциально опасных объектов в чрезвычайных ситуациях.....	58
Практическая работа № 4 Категории зданий и сооружений по взрыво- и пожароопасности. Защитные сооружения	67
Практическая работа № 5 Оценка радиационной обстановки.....	90
Практическая работа № 6 Методика определения дозиметром-радиометром Белрад-04-01 радиоактивного загрязнения поверхностей.....	97
Практическая работа № 7 Прогноз радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции.....	108
ПРИЛОЖЕНИЯ	122

ВВЕДЕНИЕ

Практикум разработан в соответствии с типовой учебной программой по дисциплине «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность». Материалы для практических занятий обеспечивают подготовку инженеров, способных предупреждать техногенные чрезвычайные ситуации на своих участках работы, и предоставляют студентам возможность изучить общие правила поведения и способы выживания в чрезвычайных ситуациях.

В практикуме рассматриваются природные, техногенные, экологические и биолого-социальные чрезвычайные ситуации. Актуальность данной тематики заключается в том, что эволюция цивилизации приобрела негуманный характер, возникли проблемы безопасности человеческого сообщества. В социальной области активизировался терроризм, в производственной сфере произошли крупнейшие аварии и катастрофы, в природе – массовые пожары, наводнения и другие природные катаклизмы. Рост количества и масштабов аварий, катастроф, стихийных бедствий и террористических актов, числа жертв и ущерба, наносимого экономике и экологии, стал объективной реальностью. Не следует забывать и о повседневных экстремальных ситуациях – бытовых, уличных, транспортных, спортивных, которые также представляют угрозу для жизни и здоровья людей. Поэтому важнейшей задачей является подготовка специалистов АПК и всех групп населения к действиям в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

Практическая работа № 1

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Цель работы: закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки по оказанию первой помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях.

Порядок выполнения работы: изучить виды, задачи и объем первой помощи на месте происшествия, необходимые средства для оказания первой помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях.

Общие положения

Первая помощь на месте пострадавшим в чрезвычайных ситуациях (ЧС) – это комплекс экстренных мероприятий по спасению жизни или здоровья пострадавших в результате ЧС на объектах до оказания медицинской помощи. Цель помощи – предотвратить дальнейшие повреждения во время транспортировки, снять боль и снизить тяжесть возможных осложнений. Различают следующие виды помощи пострадавшим: первая помощь, первая медицинская, квалифицированная, специализированная.

Первая помощь на месте происшествия, как правило, оказывается в порядке само- и взаимопомощи пострадавшими или лицами, случайно оказавшимися на месте происшествия, – шоферами проезжающих машин, работниками милиции, прохожими, охраной предприятия и др. Своевременно и правильно оказанная первая доврачебная помощь имеет важное значение для спасения пострадавшего, его дальнейшего лечения и восстановления трудоспособности. Она включает в себя три группы мероприятий:

1. Немедленное прекращение воздействия внешних повреждающих факторов (электрический ток, высокая или низкая температура, сдавливание тяжестями) и удаление пострадавшего из неблагоприятных условий.

2. Оказание первой доврачебной помощи пострадавшему в зависимости от характера и вида травмы, несчастного случая или внезапного заболевания (остановка кровотечения, наложение повязки на рану, искусственное дыхание, непрямой массаж сердца и др.).

3. Организация скорейшей доставки пострадавшего в лечебное учреждение.

Оптимальный срок оказания первой доврачебной помощи – до 30 мин после получения травмы. При остановке дыхания это время сокращается до 5 мин. Отсутствие помощи в течение 1 ч после травмы увеличивает количество летальных (смертельных) исходов среди тяжело пораженных на 30 %, до 3 ч – на 60 % и до 6 ч – на 90 %, т. е. при несвоевременном оказании медицинской помощи количество погибших возрастает почти вдвое.

Задачи при оказании первой помощи пострадавшим в ЧС:

1. Определить признаки неотложности ситуации.
2. Принять решение действовать.
3. При необходимости оказать первую доврачебную помощь пострадавшим.
4. Ускорить поступление квалифицированной медицинской помощи.
5. Подготовить пострадавшего к транспортировке в лечебное учреждение.

Эти жизненно важные для пострадавших мероприятия ограничены во времени, и между ними порой нельзя провести четких границ. Поэтому при оказании первой доврачебной помощи следует руководствоваться следующими принципами: правильность и целесообразность, быстрота и бережность, решительность и спокойствие.

Для оценки тяжести состояния пострадавшего необходимо проверить у него наличие сознания, дыхания, сердечной деятельности (пульса).

Сохранность и ясность сознания пострадавшего определяется по первым вопросам к пострадавшему и его ответам. Потеря сознания развивается при тяжелых травмах: человек лежит не двигаясь, как правило с закрытыми глазами, не реагирует на происходящее вокруг. Необходимо четко и быстро отличить потерю сознания от смерти.

Дыхание определяют по движению грудной клетки и живота – 12 дыхательных движений в минуту для здорового взрослого человека. Повышенная частота дыхания, неритмичность, заглывание воздуха, а также нехарактерные звуки (свист, хрипы, шипение, «хлопанье») – признаки повреждения грудной клетки и ее органов.

Пульс определяется на шее (сонная артерия), в области запястья (лучевая артерия), в паховой области (бедренная артерия). Оценивается характер пульса – частота (у взрослого человека норма – 60–90 ударов в минуту), напряженность, ритмичность.

Признаки жизни:

– сердцебиение, определяемое рукой или ухом на грудной клетке в области левого соска при отсутствии пульсации крупных артерий;

– видимые движения грудной клетки и живота (ухом, приложенным к губам пострадавшего, улавливается струя выдыхаемого воздуха; увлажняется (запотеваает) зеркало, приложенное к его носу и рту; движется кусочек ваты, нити у носовых отверстий);

– реакция зрачков на свет, если осветить глаз пучком света, например фонариком (сужение зрачка – положительная реакция). Действия при дневном освещении: закрыть глаз верхним веком на 3–4 с, затем быстро открыть его – заметна реакция зрачка.

Признаки смерти. Смерть состоит из двух фаз – клинической и биологической смерти. Во время клинической смерти, длящейся 5–7 мин, человек уже не дышит, сердце перестает биться, однако необратимые явления в тканях еще отсутствуют. В этот период организм еще можно оживить. По истечении 8–10 мин наступает биологическая смерть, в этой фазе спасти пострадавшему жизнь невозможно. При установлении, жив пострадавший или мертв, исходят из сомнительных и явных трупных признаков.

Сомнительные признаки смерти: пострадавший не дышит, биения сердца нет, отсутствует реакция на укол иглой, отрицательная реакция зрачков на сильный свет.

Внимание! До тех пор, пока нет полной уверенности в смерти пострадавшего, помощь должна оказываться ему в полном объеме.

Явные трупные признаки (признаки биологической смерти):

– помутнение роговицы и ее высыхание;

– симптом «кошачьего глаза» (при сдавливании глаза с боков пальцами зрачок суживается и напоминает кошачий).

Трупное окоченение начинается через 2–4 ч после смерти. Охлаждение тела происходит постепенно, появляются трупные синеватые пятна (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Признаки жизни и смерти человека

Признаки	Пострадавший жив	Пострадавший мертв
Пульс	Прощупывается	Не прощупывается
Сердечные сокращения (тоны)	Определяются прослушиванием грудной клетки в области левого соска	Не прослушиваются

Признаки	Пострадавший жив	Пострадавший мертв
Дыхание	Определяется по улавливанию струи выдыхаемого воздуха ухом, приложенным к губам пострадавшего, запотеванию зеркала	Не определяется
Реакция зрачков на свет	Зрачок при воздействии света суживается	Зрачок широкий, на свет не реагирует
Рефлекс роговицы глаза	При прикосновении к роговице кончиком носового платка (кусочком бумаги) веки вздрагивают	Отсутствует

В терминальном состоянии выделяют три фазы (стадии) – предагональное состояние, агония, клиническая смерть (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Сравнительная характеристика фаз терминального состояния

Параметр	Преагональное состояние	Агония	Клиническая смерть
Сознание	Сохранено, но спутанное	Отсутствует	Отсутствует
Артериальное давление	Резко падает	На периферии не определяется	Отсутствует
Пульс	Резко учащается, нитевидный	На периферии не определяется, на крупных (сонных) артериях слабые единичные пульсовые волны	Отсутствует
Дыхание	Поверхностное, затрудненное	Неритмичное, прерывистое, судорожное; характерное заглывание воздуха	Отсутствует
Кожные покровы	Бледные, холодные	Бледные, холодные	Серые с синюшным оттенком

Практические навыки оказания экстренной доврачебной помощи и отработки приемов сердечно-легочной и мозговой реанимации можно получить с помощью тренажера «Максим Ш-01».

Сердечно-легочная реанимация включает непрямой массаж сердца и искусственное дыхание, используется при многих неотложных состояниях (сердечных приступах, утоплении, клинической смерти и т. п.), при которых происходит остановка дыхания и прекращается сердцебиение. Своевременно и правильно проведенная сердечно-легочная реанимация позволяет спасти жизнь пострадавшему.

Тренажер имитирует состояние пострадавшего (пульс, зрачки и т. д.) и позволяет проводить:

- непрямой массаж сердца;
- искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) способами «изо рта в рот» и «изо рта в нос».

Контролируются:

- правильность положения головы и состояние поясного ремня;
- правильность проведения непрямого массажа сердца;
- достаточность воздушного потока при проведении ИВЛ;
- правильность проведения тестовых режимов реанимации пострадавшего одним или двумя спасателями;
- пульс на сонной артерии;
- состояние зрачков у пострадавшего.

Тренажер работает в пяти режимах:

I – учебный режим (используется для отработки отдельных элементов реанимации);

II – тестовый режим реанимации одним спасателем (2:15);

III – тестовый режим реанимации двумя спасателями (1:5);

IV – тестовый режим реанимации (2:30);

V – тестовый режим реанимации (30:2).

Режимы IV и V рекомендованы Европейским советом по реанимации (ERC).

Тренажер оснащен электронным пультом контроля и управления со световой индикацией и настенным демонстрационным табло. С помощью пульта контроля и управления выбирается режим работы, определяется положение головы, состояние поясного ремня, достаточность вдуваемого воздуха, усилие компрессии, наличие пульса, состояние зрачков, положение рук при непрямом массаже сердца и правильность проведения реанимации одним или двумя спасателями. На табло изображен торс человека со световой индикацией, отображающей действия по реанимации пострадавшего.

Подготовка тренажера к работе

Положить тренажер горизонтально на жесткое основание, подключить адаптер к сети 220 В, 50 Гц или специальный кабель к источнику постоянного тока 12–14 В и подать питание через разъем на пульте контроля и управления.

Подключить манекен к пульту контроля с помощью шлейф-кабеля, расположенного на левом боку в разрезе жилета, и разъемов на нем и задней панели пульта.

Подключить настенное демонстрационное табло к пульту контроля и управления с помощью разъемов.

Включить тумблер подачи питания, расположенный на задней панели электронного пульта. При этом на пульте загорится зеленый сигнал «Вкл. сеть», а также красные, сигнализирующие о том, что пояс пострадавшего застегнут, а голова не запрокинута.

Положить на лицо тренажера гигиеническуюлицевую маску, поверх маски – санитарную одноразовую салфетку. Перед применением маску необходимо продезинфицировать, предпочтительно с предстерилизационной очисткой.

После окончания работы с тренажером выключить тумблер подачи питания на задней панели, при этом погаснет зеленый сигнал «Вкл. сеть».

Отключить блок питания от сети.

Режимы работы тренажера

Учебный режим

1. Обеспечить правильное запрокидывание головы тренажера (освободить дыхательные пути). Метод запрокидывания головы (рис. 1.1):

- положить кисть на лоб;
- подвести другую кисть под шею, охватить ее пальцами;
- движением первой кисти книзу, второй – кверху запрокинуть голову назад (без приложения силы!). При угле запрокидывания 15–20° на пульте и табло загорится зеленый сигнал «Правильное положение».

2. Расстегнуть пояс. На пульте и табло загорится зеленый сигнал «Пояс расстегнут».

3. Провести непрямой массаж сердца по правилам оказания первой доврачебной помощи. Непрямой (закрытый, наружный) массаж

сердца является наиболее простым первоочередным реанимационным мероприятием экстренного искусственного поддержания кровообращения независимо от причины и механизма клинической смерти. К закрытому массажу сердца необходимо приступать сразу, как только выявлена остановка кровообращения, без уточнения ее причин и механизмов.

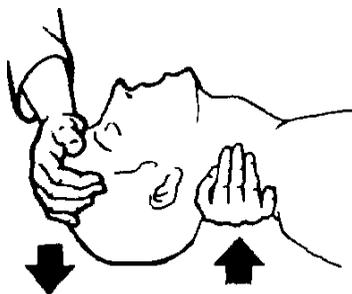


Рис. 1.1. Метод запрокидывания головы

При проведении непрямого массажа сердца руки спасателя должны находиться выше конца мечевидного отростка грудины, приблизительно на расстоянии двух диаметров пальцев руки (~3–4 см) (рис. 1.2). Ось основания кисти должна совпадать с осью грудины. Основание второй кисти должно находиться на тыльной стороне первой (соответственно оси основания этой кисти) под углом 90° . Пальцы кистей должны быть выпрямлены (рис. 1.3).

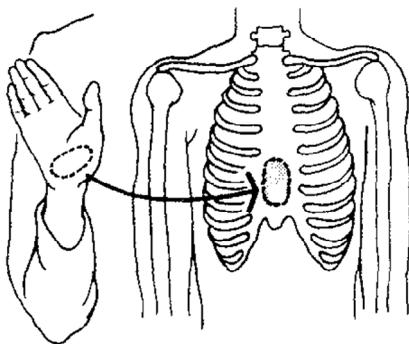


Рис. 1.2. Положение рук для проведения непрямого массажа сердца

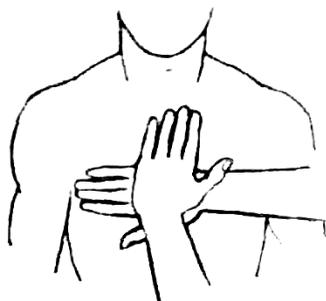


Рис. 1.3. Расположение кистей рук

Необходимо выпрямить руки в локтевых суставах, расположить их под углом 90° к передней грудной стенке (рис. 1.4). Глубина продавливания – 3–4 см (с учетом роста, массы тела), прикладываемое усилие – 25 ± 2 кгс. Частота толчков (сжатий грудины) – 100 раз в минуту, т. е. несколько менее двух толчков в секунду. Необходимо соблюдать частоту и ритм нажатий.

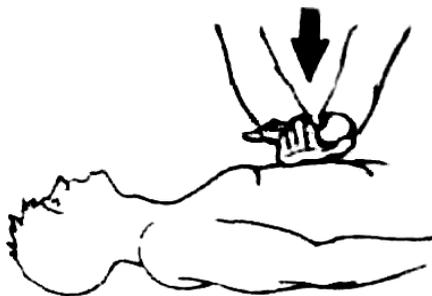


Рис. 1.4. Расположение рук

При правильном нажатии на грудину на пульте и табло кратковременно загорится зеленый сигнал «Положение рук». При недостаточном нажатии на грудину световые сигналы отсутствуют. При неправильном положении рук на грудины или смещении рук во время выполнения массажного нажатия на пульте и табло мигает красный сигнал «Положение рук» и включается звуковой сигнал.

4. Провести ИВЛ способами «изо рта в рот» и «изо рта в нос».

Способ «изо рта в рот». Запрокинуть голову, зафиксировать ее в правильном положении с помощью валика. Сделать глубокий

вдох, прижать рот ко рту пострадавшего, обеспечив полную герметичность. Большим и указательным пальцами руки зажать нос (рис. 1.5). Сделать сильный выдох воздуха в рот пострадавшему. Объем воздуха, получаемый пострадавшим при одном вдохе, должен составлять не менее 400–500 см³.



Рис. 1.5. Способ ИВЛ «изо рта в рот»

Если усилие при нажатии на грудину свыше 32 кгс (смещение грудины по направлению к позвоночнику более 5 см), на пульте и табло мигают два красных сигнала «Перелом ребер» и включается звуковой сигнал.

Способ «изо рта в нос». Запрокинуть голову, зафиксировать ее в правильном положении. Кистью руки закрыть рот тренажера. Сделать глубокий вдох, охватить нос пострадавшего своим ртом так, чтобы не зажать носовые отверстия. Плотнo прижать губы к основанию носа, обеспечив полную герметичность (рис. 1.6). Сделать сильный выдох воздуха в нос пострадавшему. Объем воздуха, получаемый пострадавшим при одном вдохе, должен составлять не менее 400–500 см³.



Рис. 1.6. Способ ИВЛ «изо рта в нос»

При правильном выполнении действий на пульте и табло кратко- временно загорается зеленый сигнал «Нормальный объем воздуха».

5. Проконтролировать наличие пульса на сонной артерии и состояние зрачков тренажера.

Включить кнопку «Пульс» на пульте. Подушечками пальцев определить пульсацию сонной артерии на передней поверхности шеи. Оттянув верхнее веко, проверить состояние зрачка – нормальное (зрачок сужен). На пульте и табло мигает зеленый сигнал «Наличие пульса». Выключить кнопку «Пульс», нажав на кнопку «Сброс» на пульте.

Если зрачки тренажера расширены, а пульс отсутствует, то пострадавший находится в состоянии клинической смерти.

По окончании работы на тренажере в учебном режиме необходимо нажать на кнопку «Сброс», при этом загорится зеленый сигнал «Сброс» и включится звуковой сигнал.

Режим реанимации одним спасателем (2:15)

Используется для отработки действий по реанимации пострадавшего одним спасателем в соотношении 2:15 (ИВЛ + непрямой массаж сердца), т. е. за двумя вдохами следуют пятнадцать компрессионных толчков грудины (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Реанимация одним спасателем

Выполнять искусственный вдох одновременно с компрессионными толчками *нельзя*.

Порядок действий:

1. Нажать на кнопку «Сброс» пульта.
2. Обеспечить правильное запрокидывание головы тренажера – на пульте и табло горит зеленый сигнал «Правильное положение».

Реанимационные мероприятия необходимо выполнять *только при правильном положении головы.*

3. Расстегнуть пояс пострадавшему – на пульте и табло загорается зеленый сигнал «Пояс расстегнут».

4. Нажав на соответствующую кнопку пульта, выбрать режим «2:15» – мигает зеленый сигнал над кнопкой, сопровождается звуковым сигналом.

5. Выполнить в течение 1 мин реанимационные мероприятия по правилам проведения первой помощи: 2 ИВЛ + 15 массажных нажатий, 5–6 циклов.

При *правильных* действиях в течение 1 мин тренажер «оживает»: включается звуковой сигнал, зрачки сужаются, на сонной артерии появляется пульс. На пульте и табло мигает зеленый сигнал «Наличие пульса». Гаснут световые сигналы «Пояс расстегнут» и «Правильное положение головы».

При *неправильных* действиях на пульте и табло загорается красный сигнал «Сбой режима», включается соответствующий месту ошибки световой сигнал.

Примеры неправильных действий и их отображение на пульте и табло:

1. Сделано три ИВЛ вместо двух, а после двух вдохов необходимо было начать выполнять нажатия на грудину. На пульте и табло загораются красный сигнал «Сбой режима» и зеленый сигнал «Правильное положение рук».

2. При компрессионных нажатиях на грудину приложено излишнее усилие – на пульте и табло загорается красный сигнал «Перелом ребер», но сигнал «Сбой режима» не включается, т. к. реанимационные мероприятия условно можно продолжать. По окончании выполнения теста включается звуковой сигнал, зрачки сужаются, появляется пульс на сонной артерии и постоянно горит красный сигнал «Перелом ребер».

3. При выполнении компрессионных нажатий на грудину произошло смещение рук от правильного положения. На пульте и табло кратковременно включается красный сигнал «Положение рук». Сигнал «Сбой режима» не включается, т. к. реанимационные мероприятия условно можно продолжать. По окончании на пульте и табло мигает зеленый сигнал «Наличие пульса» и горит красный сигнал «Положение рук».

Для последующих режимов порядок действий аналогичен.

Режим реанимации двумя спасателями (1:5)

Используется для отработки действий по реанимации пострадавшего двумя спасателями в соотношении 1:5 (ИВЛ + непрямой массаж сердца), т. е. один из оказывающих помощь делает один вдох в легкие, затем другой производит пять компрессионных толчков грудины (рис. 1.8). Действия спасателей обязательно должны быть согласованы.

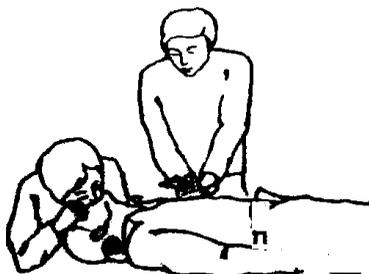


Рис. 1.8. Режим реанимации двумя спасателями

При отработке необходимо в течение 1 мин выполнить реанимационные мероприятия по правилам проведения первой помощи двумя спасателями: 1 ИВЛ + 5 массажных нажатий, 10 циклов.

Режим реанимации 2:30, рекомендованный Европейским Советом по реанимации (ERC)

Используется для отработки действий по реанимации пострадавшего в соотношении 2:30 (ИВЛ + непрямой массаж сердца), т. е. после двух вдохов следует тридцать компрессионных толчков грудины. Применяется в случае невозможности определения времени нахождения пострадавшего в состоянии клинической смерти.

При отработке необходимо в течение 1 мин выполнить реанимационные мероприятия по правилам проведения первой медицинской помощи: 2 ИВЛ + 30 компрессионных толчков, 2 цикла.

Режим реанимации 30:2, рекомендованный Европейским Советом по реанимации (ERC)

Используется для отработки действий по реанимации пострадавшего в соотношении 30:2 (непрямой массаж сердца + ИВЛ), т. е. после тридцати компрессионных толчков следует два вдоха. При-

меняется в случае, если пострадавший находится в состоянии клинической смерти не более 1 мин.

При отработке необходимо в течение 1 мин выполнить реанимационные мероприятия: 30 компрессионных толчков + 2 ИВЛ, 2 цикла.

Первая помощь пострадавшим в ЧС

1. Остановить угрожающее жизни кровотечение.
2. При отсутствии дыхания – приступить к проведению искусственного дыхания.
3. Если не прощупывается пульс, то одновременно с искусственным дыханием следует проводить непрямой массаж сердца.
4. Обработать раны и наложить повязки.
5. При переломах наложить шину.

Для осмотра травмы и определения ее характера обнажают поврежденную часть тела или снимают с пострадавшего одежду. Это действие является исходным моментом для оказания доврачебной помощи и проводится непосредственно на месте происшествия.

При оказании помощи пострадавшему во избежание возможных осложнений и дополнительного травмирования при снятии одежды следует соблюдать следующие правила:

– одежда снимается, начиная со здоровой стороны (например, если травмирована левая рука, то рубашку или пиджак сначала снимают со здоровой правой);

– если одежда пристала к ране, отрывать ее нельзя, нужно обрезать вокруг раны;

– при сильном кровотечении не следует тратить время на снятие одежды, ее надо быстро разрезать и, развернув, освободить место ранения.

При травмах голени и стопы обувь нужно разрезать по шву задника, а потом снимать, освобождая в первую очередь пятку.

При снятии с травмированной конечности одежды и обуви эту конечность должен поддерживать помощник.

В холодное время года раздевать пострадавшего без особой нужды нежелательно, достаточно прорезать в одежде «окно» так, чтобы после наложения повязки можно было прикрыть остатками одежды травмированный участок.

Транспортировка пострадавшего с территории ЧС – один из важных элементов оказания доврачебной помощи. Для переноски

пострадавшего используют стандартные носилки или импровизированные из подручных материалов (палки, лестницы, палатки, одеяла, плащи).

Положение пострадавшего на носилках – на спине с приподнятой головой, но при ранениях грудной клетки – полусидящее, при повреждениях позвоночника – лежа на спине на жесткой основе (щит, доски, фанера и т. д.), при повреждениях таза – на спине с согнутыми и разведенными в стороны ногами. При переломах конечности обязательно наложение шины. С целью создания максимального покоя не рекомендуется перекладывать пострадавшего с одних носилок на другие.

Средства для оказания первой помощи пострадавшим в ЧС

От попадания радиоактивных веществ в органы дыхания и пищеварения при нахождении в загрязненной местности надежно защищает *противогаз*. При его отсутствии следует использовать *респиратор Р-2*, *противопылевую тканевую маску* или *ватно-марлевую повязку*. Глаза могут быть защищены с помощью *очков-консервов*. Значительно ослабляет действие проникающей радиации и радиоактивных веществ на организм человека своевременное использование *радиозащитных средств*, имеющихся в *индивидуальной аптечке (АИ-2)*.

Пакет перевязочный индивидуальный. Состоит из бинта (шириной 10 см и длиной 7 м) и двух ватно-марлевых подушечек (17,5×32 см). Одна из подушечек пришита у конца бинта неподвижно, другую можно по нему передвигать. Подушечки и бинт завернуты в вощечную бумагу и вложены в герметичный чехол из прорезиненной ткани, целлофана или пергаментной бумаги. В пакете имеется булавка, на чехле указаны правила пользования пакетом.

При наложении повязки пакет берут в левую руку, а правой рукой по надрезу вскрывают наружный чехол и вынимают пакет в вощечной бумаге с булавкой. Булавку временно прикалывают на видном месте к одежде.

Осторожно разворачивают бумажную оболочку, берут в левую руку конец бинта с пришитой ватно-марлевой подушечкой, в правую – скатанный бинт и разводят руки. Бинт натягивают, вследствие чего расправляются подушечки. Их накладывают на поврежденное место той поверхностью, которой не касаются руками

(человек, оказывающий помощь, может касаться только стороны подушечки, прошитой цветными нитками). Подушечки прибинтовывают бинтом, конец которого закрепляют булавкой. При сквозных ранениях подвижную подушечку перемещают по бинту на нужное расстояние, что позволяет закрыть входное и выходное отверстия раны.

Наружный чехол пакета, внутренняя поверхность которого стерильна, используется для наложения герметичных повязок.

Перевязочные средства: повязки стерильные малые и большие, салфетки стерильные малые и большие, бинты стерильные и нестерильные разных размеров, повязки фиксирующие контурные, трубчатые трикотажные бинты.

При наложении повязок необходимо соблюдать следующие правила. При перевязке поддерживать поврежденную часть тела, бинт держать в правой руке скаткой вверх, в левой удерживать повязку и разглаживать ходы бинта. Бинт раскатывать, не отрывая от поверхности тела, обычно слева направо, каждым последующим ходом перекрывая предыдущий наполовину. Бинтовать конечности с периферии, оставляя свободными кончики неповрежденных пальцев; повязку накладывать не очень туго (если не требуется давящая повязка), чтобы она не нарушала кровообращения, но и не очень слабо, чтобы не сползала с раны.

Первая помощь при ожогах

Ожоги возникают вследствие местного воздействия высокой температуры (термические ожоги), крепких кислот и щелочей (химические ожоги), под действием ультрафиолетового и других видов облучения (лучевые ожоги), электрического или радиационного воздействия. В мирное время преобладают термические ожоги в результате неосторожности в быту (обваривание кипятком), пожаров, реже – вследствие производственных травм из-за несоблюдения техники безопасности. Наиболее типичными лучевыми ожогами являются солнечные. Ожоги в качестве боевой травмы могут быть обусловлены применением зажигательных смесей, а также ядерного оружия, световое излучение которого вызывает ожоги кожи и поражение органов зрения.

Различают четыре степени ожогов:

I степени (эритема) – стойкое покраснение кожи, отечность и боль;

II степени – отслаивание эпидермиса и образование пузырей;

III степени: поверхностное (III-а) и глубокое (III-б) выгорание кожи, подкожной клетчатки и глубжележащих структур;

IV степени (некроз) – омертвление всех слоев кожи.

Ожоги I и II степеней относятся к поверхностным, ожоги III и IV степеней – к глубоким.

Термические ожоги. Воздействие высоких температур вызывает коагуляцию белков кожи. Кожные клетки погибают и подвергаются некрозу. Чем выше температура и длительнее ее воздействие, тем глубже поражение кожи.

Важно своевременно диагностировать наличие *шока* у пострадавшего, учитывая площадь ожога и его глубину, несмотря на нормальный или повышенный уровень артериального давления. При вдыхании горячего дыма могут возникать *ожоги дыхательных путей* с развитием острой дыхательной недостаточности, может происходить *отравление угарным газом*, если пострадавший длительно находится в закрытом помещении, а также при поражениях напалмом.

Оказание помощи при термических ожогах:

- быстро удалить пострадавшего из зоны огня;
- немедленно снять горящую одежду и набросить на пострадавшего покрывало, пальто, мешок, шинель (прекратить доступ воздуха к огню);
- пламя на одежде гасить водой, засыпать песком, тушить своим телом (перекатываясь по земле);
- отечный участок подставить под струю холодной воды для снижения внутрикожной температуры, уменьшения степени и глубины прогревания тканей и предотвращения более глубокого ожога;
- не отрывать от обожженной поверхности прилипшую одежду, обрезать ее ножницами;
- снять с пострадавшего кольца, часы и другие предметы до появления отека;
- завернуть пострадавшего в свежевыглаженную простыню и уложить в постель, согреть, не тревожить повторными переключиваниями, переворачиваниями, перевязками;
- наложить стерильные марлевые или чистые повязки из подручного материала (платки, обрывки белья и др.).

С целью профилактики шока:

- при появлении озноба – укрыть, согреть, дать обильное теплое питье, при сильных болях – 100–150 мл водки;

– при ожогах средней тяжести – дать 1–2 таблетки анальгина, теплое питье (2–3 стакана теплой воды с чайной ложкой соды), положить холод на область повязки ожоговой поверхности;

– при обширных ожогах – срочно доставить пострадавшего в больницу;

– при потере сознания – дать понюхать нашатырный спирт;

– при исчезновении дыхания – сделать искусственное дыхание на свежем воздухе.

Ожоги I степени обрабатывают 33%-м раствором спирта, II–IV степеней – специальными мазями и накладывают стерильные повязки. Вскрывать или срезать пузыри не следует.

При задержке госпитализации на ожоговые поверхности накладывают повязки с фурацилиновой мазью, стрептоцидовой мазью или синтомициновой эмульсией. При наличии резкой боли вводят внутримышечно обезболивающие средства.

Транспортировка при обширных ожогах – в положении сидя или полусидя при ожогах верхней половины туловища, лица, шеи, рук; лежа на спине – при ожогах ног; при циркулярных ожогах подкладывают сложенную одежду, резиновые подушки, чтобы большая часть ноги или туловища находилась на весу и не касалась носилок. Это позволяет уменьшить боль во время транспортировки.

При термических ожогах запрещается:

1. Прикасаться к обожженной области чем-либо, кроме стерильных или чистых тампонов-повязок.

2. Использовать вату и снимать одежду с обожженного места.

3. Отрывать одежду, прилипшую к ожоговому очагу.

4. Вскрывать ожоговые волдыри.

5. Накладывать повязки с какими-либо жирами, маслами, красящими веществами, т. к. они загрязняют ожоговую поверхность и способствуют развитию инфекции.

Химические ожоги возникают при воздействии на тело концентрированных кислот (соляная, серная, азотная, уксусная, карболовая), щелочей (едкое кали и едкий натр, нашатырный спирт, негашеная известь), фосфора и некоторых солей тяжелых металлов (нитрат серебра, хлорид цинка и др.).

Особенностью химических ожогов является длительное действие на кожные покровы химического агента, если своевременно не

оказана первая помощь. Поэтому ожог может существенно углубиться за 20–30 мин. Его распространению способствует пропитанная кислотой или щелочью одежда. При химических ожогах редко возникают пузыри, т. к. в большинстве своем они относятся к ожогам III и IV степеней. При ожогах кислотами образуется струп, а при ожогах крепкими щелочами – некроз.

При химических ожогах обрывки одежды, пропитанные химическим агентом, немедленно удаляют, кожу обильно моют струей холодной проточной воды в течение 15–20 мин. Дальнейшая помощь зависит от вида химического вещества.

При ожогах *концентрированными кислотами* на месте воздействия образуется сухой струп. Необходимо:

- обмыть его 2%-м раствором питьевой соды или мыльной водой;
- наложить стерильные салфетки, смоченные 4%-м раствором питьевой соды;
- закрыть участок стерильной сухой повязкой.

При воздействии *щелочей* струп не образуется, в связи с чем возникают более глубокие ожоги. Необходимо:

- нейтрализовать щелочи 2%-м раствором борной кислоты, растворами лимонной кислоты или столового уксуса;
- смочить салфетки слабым раствором хлористоводородной, лимонной или уксусной кислоты и наложить на поврежденную поверхность.

Затем вводят обезболивающие средства (анальгин, промедол, пантопон). При шоке проводят противошоковое лечение.

Больного транспортируют в ожоговое отделение, при явлениях общего отравления – в токсикологическое отделение.

Первая помощь при поражении опасными химическими веществами

В промышленности широко используются химически опасные вещества (ХОВ), способные вызывать массовые поражения людей при авариях, сопровождаемых их выбросами (утечкой). ХОВ, которые применяют в качестве химического оружия, называют отравляющими веществами (ОВ).

ХОВ делятся на восемь групп. Среди них имеются вещества удушающего и раздражающего действия. В качестве таких веществ используют хлор и аммиак соответственно.

Степень поражения человека может быть различной.

Как при *легкой степени отравления*, так и при *средней и тяжелой* развивается раздражение слизистой оболочки глаз, кашель, затрудненное дыхание, давление за грудиной, тошнота, иногда рвота, цианоз кожи лица и слизистых оболочек.

При окончании контакта с ОВ симптомы ослабевают или исчезают. Наступает период скрытого действия.

При *тяжелой форме* период скрытого действия длится несколько десятков минут и развивается выраженный отек легких, смерть может наступить в первые сутки.

Первую помощь пострадавшим в ЧС надо оказывать по возможности быстрее:

- при попадании ХОВ на незащищенную кожу лица сначала обработать ее содержимым индивидуального противохимического пакета (ИПП) и только затем надеть противогаз (фильтрующий (ГП-5, ГП-7), общегазового, промышленный);

- ввести антидот (противоядие) по показанию;

- провести частичную санитарную обработку с помощью содержимого ИПП-8, ИПП-10 или ИПП-11.

Для проведения частичной санитарной обработки необходимо вскрыть пакет, извлечь флакон и тампон, отвинтить пробку флакона и обильно смочить его содержимым тампон, тщательно протереть открытые участки лица, шеи, рук, ног пострадавшего, а также края воротника и манжеты, прилегающие к коже. Сначала обрабатывают лицо, надевают противогаз, затем вводят антидот и продолжают обработку других зараженных или подозрительных участков.

Вне зоны загрязнения: снять с пострадавшего противогаз, освободить от стесняющей одежды, обеспечить полусидячее положение, согреть, дать теплое молоко, при резких болях в глазах закапать раствор новокаина или дикаина с адреналином. В нос закапать теплое оливковое или персиковое масло.

Хлор

Хлор – газ зеленовато-желтого цвета. Тяжелее воздуха, переводится в сжиженном состоянии.

Признаки поражения хлором: резь в глазах, слезотечение, учащенное затрудненное дыхание, мучительный кашель, чихание, боль в легких (развивается отек легких, иногда – пневмония), лицо становится

синюшным, пульс частый, слабый, сердечная слабость, общее возбуждение, страх, потеря координации, повышение температуры тела.

Первая помощь пострадавшим в зоне заражения:

- обильно промыть глаза водой, при отсутствии противогаза – прикрыть нос тканью, смоченной 2%-м раствором питьевой соды;
- провести искусственное дыхание (ручным способом, не снимая противогаза);
- ограничить неоправданные движения;
- сосредоточить пораженных для эвакуации на возвышенных, хорошо вентилируемых местах вблизи дороги;
- провести непрямой массаж сердца при его остановке с учетом конкретных условий.

Вне зоны заражения: дать вдохнуть нашатырный спирт, промыть глаза, прополоскать рот и нос 2%-м водным раствором питьевой соды. Дать теплое молоко с содой, согреть, обработать пораженные участки кожи водой или мыльным раствором.

Аммиак

Аммиак – бесцветный газ с резким запахом. Легче воздуха, перевозится в сжиженном состоянии под давлением в стальных емкостях, воздействует на человека при вдыхании паров, вызывает обморожения при соприкосновении с ним в жидком состоянии, ожоги – при горении. Поражает ударной волной при взрыве.

Вдыхание паров аммиака вызывает:

- сильный кашель, удушье, затрудненное дыхание, охриплость голоса, насморк;
- резь в глазах, слезотечение;
- ожог слизистой оболочки и ее некроз;
- сердцебиение, нарушение частоты пульса, головокружение;
- боли в желудке, рвоту;
- жжение, покраснение и зуд кожи;
- паралич, смерть от сердечной слабости или от отека легких и гортани.

Первая помощь пострадавшим в зоне заражения:

- обильно промыть глаза водой, при отсутствии противогаза – прикрыть нос тканью, смоченной 5%-м раствором уксуса;
- провести искусственное дыхание;

- сосредоточить пораженных для эвакуации на возвышенных, хорошо вентилируемых местах вблизи дороги;
- провести непрямой массаж сердца при его остановке с учетом конкретных условий.

При поражении участков кожи аммиаком делают примочки из 3–5%-го раствора борной, уксусной или лимонной кислоты.

Первая помощь при поражении молнией или электрическим током

Поражение молнией и электрическим током наступает во время грозы или работы с техническими электрическими средствами. Поражение бывает прямое (при соприкосновении с источником тока или проводником) и не прямое (по индукции).

Поражение молнией

Молнией поражаются люди, находящиеся на открытом месте во время грозы. Поражающее действие атмосферного электричества обусловлено в первую очередь высоким напряжением и мощностью разряда, но наряду с получением электротравмы пострадавший может быть отброшен воздушной взрывной волной и получить травматические повреждения, в частности черепа. Могут также наблюдаться тяжелые ожоги до IV степени (температура в области так называемого канала молнии может превышать 25 000 С°). Несмотря на кратковременность воздействия, при поражении молнией состояние пострадавшего обычно тяжелое, что объясняется поражением центральной и периферической нервной системы.

Признаки:

- потеря сознания от нескольких минут до нескольких суток;
- судороги;
- после восстановления сознания – возбуждение, беспокойство, дезориентация, крики от боли в конечностях и в местах ожогов, бред;
- могут развиваться галлюцинации, парез конечностей;
- сильная головная боль, боль и резь в глазах, нарушения зрения до полной слепоты (отслоение сетчатки), шум в ушах;
- ожоги век и глазного яблока, помутнение роговицы и хрусталика;
- на кожных покровах – своеобразные дрововидные знаки (знаки молнии) багрово-бурого цвета по ходу сосудов;
- нарушения слуха, загрудинная боль, кровохарканье, отек легких.

Неврологические расстройства могут сохраняться длительное время и требуют упорного лечения. Своевременно и правильно проводимые реанимационные мероприятия помогут спасти жизнь пострадавшего.

Неотложная помощь:

– если у пострадавшего наступила остановка сердечной деятельности, необходимо немедленно начать непрямой массаж сердца и искусственное дыхание изо рта в рот или изо рта в нос;

– транспортировать пострадавшего в больницу необходимо на носилках, лучше – в положении на боку из-за опасности возникновения рвоты, в отделение реанимации многопрофильной больницы, где имеются хирург, невропатолог, терапевт, окулист, отоларинголог.

Поражение электрическим током

Признаки:

1. Звук внезапного громкого хлопка или световая вспышка.
2. Присутствие около пострадавшего оголенного источника электрического тока.
3. «Метки» тока, располагающиеся чаще всего на кистях и стопах.
4. Очевидные ожоги на поверхности кожи.
5. Бессознательное состояние у пострадавшего, неподвижные, чаще всего расширенные зрачки, не реагирующие на свет.
6. Нарушение дыхания.
7. Пульс слабый, аритмичный или не определяющийся вовсе, в т. ч. на сонной артерии.
8. Остановка сердца, дыхания (мнимая смерть).
9. Вслед за прекращением работы сердца и остановкой дыхания наступает смерть, которая состоит из двух фаз – клинической и биологической. Во время клинической смерти, продолжающейся 5–6 мин, человек уже не дышит, сердце перестает биться, однако необратимые явления в тканях еще отсутствуют.

В этот период, пока не произошли тяжелые изменения мозга, сердца, легких, *организм можно оживить*.

Однако и до наступления клинической смерти бывают состояния, по внешнему виду *похожие на смерть*: очень редкое, едва заметное дыхание, слабое сердцебиение, отсутствие пульса, потеря сознания.

Неотложная помощь:

– оказывающему помощь рекомендуется надеть на руки сухие шерстяные перчатки или обернуть кисти рук сухой тканью, надеть

резиновые перчатки, под ноги положить изолирующий материал, чтобы не получить смертельное поражение током;

– как можно скорее отключить пострадавшего от источника электрического тока или проводника: выключить рубильник, выключить предохранительные пробки, сбить или отбросить провод сухой палкой, одеждой, бутылкой или перерубить провод топором с деревянным топорщиком, предварительно приняв меры самозащиты;

– оценить состояние пострадавшего и при необходимости немедленно приступить к его оживлению, проведению искусственного дыхания и закрытого массажа сердца до полного восстановления функции дыхания и работы сердца;

– наложить сухие асептические повязки на участки электроожога;

– при возможных переломах – произвести иммобилизацию мест перелома подручными средствами;

– отвезти пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение. Возможна повторная остановка дыхания и сердца, поэтому транспортировка таких больных должна осуществляться только на носилках.

В местах соприкосновения проводников тока с телом человека и по пути его прохождения появляется *контактный электроожог*. Поражение тканей обычно глубокое – степеней III-б или IV, повреждаются мышцы, кости и даже вся конечность (табл. 1.3). Заживление длительно.

Таблица 1.3

Первая помощь при поражении молнией или электрическим током

Повреждение	Признаки	Первая помощь
Поражение молнией или электрическим током	Ожоги у места входа и выхода тока. Потеря сознания	Прекратить действие тока на организм. Вынести пострадавшего в безопасное место, провести длительный наружный массаж сердца и искусственное дыхание
Ожоги	Покраснение, припухлость кожи (I степень), пузыри с прозрачной жидкостью (II степень), омертвление кожи и глубже лежащих тканей (III и IV степени)	Устранить причину, вызывающую ожог, пузыри не вскрывать, наложить стерильную повязку. Конечность иммобилизовать

Помощь пострадавшему при утоплении

В основе утопления лежит попадание жидкости в верхние дыхательные пути и легкие. В зависимости от причин различают три вида утопления:

- первичное (истинное, или «мокрое») – в легкие поступает большое количество воды (не менее 10–12 мл/кг массы тела), оно различное при утоплении в пресной или морской воде, встречается чаще всего (в 75–95 % случаев);

- асфиксическое («сухое») – стойкий спазм гортани, встречается в 5–20% всех случаев;

- вторичное утопление – развивается в результате остановки сердца вследствие попадания пострадавшего в холодную воду («ледяной шок», «синдром погружения»), рефлекторной реакции на попадание воды в дыхательные пути или полость среднего уха при поврежденной барабанной перепонке. Для вторичного утопления характерен выраженный спазм периферических сосудов.

При несчастных случаях может наступить смерть в воде, не вызванная утоплением (травма, инфаркт миокарда, нарушение мозгового кровообращения и т. д.).

Признаки:

- в легких случаях сознание сохранено, но больные возбуждены, отмечают дрожь, частая рвота;

- при относительно длительном утоплении (первичном и асфиксическом) сознание отсутствует или отмечают резкое двигательное возбуждение, судороги, синюшные кожные покровы;

- для вторичного утопления характерна резкая бледность кожных покровов;

- зрачки расширены, дыхание клочущее, учащенное или – после длительного пребывания под водой – редкое с участием вспомогательных мышц, при утоплении в морской воде быстро нарастает отек легких, отмечается выраженная тахикардия, иногда экстрасистолия;

- при длительном первичном или асфиксическом, а также при вторичном утоплении пострадавший может быть извлечен из воды без признаков дыхания и сердечной деятельности.

Неотложная помощь:

- извлечь пострадавшего из воды;

- очистить полость рта пальцем, обернутым платком или марлей;

– при истинном утоплении быстро уложить больного животом на бедро согнутой ноги спасателя и резкими толчкообразными движениями сжать боковые поверхности грудной клетки (в течение 10–15 с), после чего вновь повернуть его на спину. Ошибкой являются попытки удалить «всю» воду из легких;

– при потере сознания провести искусственную вентиляцию легких способом «изо рта в нос». Желательно начать на воде, однако выполнить эти приемы может только хорошо подготовленный, физически сильный спасатель. При извлечении пострадавшего на катер, спасательную лодку или берег необходимо продолжить искусственное дыхание;

– при отсутствии пульса на сонных артериях немедленно начать непрямой массаж сердца;

– при проведении искусственной вентиляции легких способами «изо рта в рот» или «изо рта в нос» голова больного должна находиться в положении максимального затылочного разгибания;

– в отдельных случаях дыхательные пути утонувшего могут оказаться непроходимыми из-за наличия крупного инородного тела в гортани или стойкого спазма гортани, что требует проведения трахеотомии;

– при ознобе тщательно растереть кожные покровы, обернуть пострадавшего в теплые сухие одеяла. Применение грелок противопоказано, если сознание отсутствует или нарушено.

Помощь при тепловом и солнечном ударах

Отмечается значительное повышение температуры тела, приводящее к расширению сосудов, гипервентиляции легких, усилению потоотделения. В результате развивается обезвоживание, снижается деятельность сердца, периферический сосудистый тонус, уровень артериального давления, возникают кислородное голодание мозга и судороги.

Признаки:

– сильные головные боли, возбуждение, утрата контакта с пострадавшим;

– тошнота, рвота, судороги, потеря сознания различной степени – вплоть до коматозного состояния;

– температура тела повышается до 40 °С и более; кожные покровы – сначала влажные, впоследствии сухие, покрасневшие;

– дыхание частое, поверхностное, тоны сердца глухие, пульс резко учащен, уровень артериального давления снижен.

Неотложная помощь:

– устранить воздействие высоких температур на организм пострадавшего;

– снизить высокую температуру (гипертермию) у пострадавшего физическими средствами – поместить его в прохладное место, напоить холодной водой (при наличии сознания);

– обернуть пострадавшего простыней, смоченной холодной водой;

– транспортировать в стационар.

Первая помощь в очаге радиационной аварии

Авария вызывает радиоактивное загрязнение местности. Источниками загрязнения являются выпавшие на поверхность земли или находящиеся во взвешенном состоянии в виде пыли или тумана радиоактивные вещества и продукты деления.

Радиоактивное загрязнение местности характеризуется уровнями радиации и измеряется в рентгенах за 1 ч (Р/ч), а доза облучения человека – в греях (Гр) или зивертах (Зв). Различают зоны умеренного, сильного и опасного загрязнения. С течением времени уровень загрязнения местности снижается, уменьшается опасность поражения незащищенных людей.

Лучевая болезнь может возникать у человека в результате воздействия проникающей радиации в момент ядерного взрыва, при нахождении его на зараженной территории и при попадании внутрь радиоактивных веществ. В зависимости от величины полученной дозы принято различать 4 степени тяжести острой лучевой болезни.

Предупреждение возникновения острой лучевой болезни и радиационных ожогов кожи достигается:

– использованием индивидуальных средств защиты органов дыхания и кожи;

– организацией режима правильного поведения людей на радиоактивно загрязненной местности;

– своевременным оказанием медицинской помощи.

От попадания радиоактивных веществ в органы дыхания и пищеварения при нахождении на загрязненной местности надежно защищает противогаз, а при его отсутствии используют респиратор Р-2,

противопылевую тканевую маску или ватно-марлевую повязку. Средством защиты кожных покровов может быть обычная одежда, наглухо застегнутая на все пуговицы и крючки. Глаза могут быть защищены с помощью очков-консервов.

После вывода пострадавших из опасной зоны организуется их помывка со сменой одежды и дозиметрический контроль. По возможности всем дают выпить адсорбирующие средства (активированный уголь).

При невозможности организовать помывку пострадавших следует промыть слизистые и открытые кожные покровы водой, снять верхнюю одежду.

Пострадавших с тяжелой и крайне тяжелой степенями поражения необходимо срочно направить в лечебное учреждение.

Тестовые задания

1. Помощь пострадавшим в ЧС оказывают в следующей последовательности:

- а) первая помощь;
- б) специализированная;
- в) первая медицинская;
- г) квалифицированная;
- д) первая врачебная.

2. Признаками биологической смерти являются:

- а) потеря сознания;
- б) серый цвет кожных покровов;
- в) появление трупных пятен;
- г) отсутствие пульса;
- д) отсутствие видимых движений грудной клетки и живота.

3. Человек, оказывающий первую помощь, должен:

- а) определить неотложность ситуации;
- б) принять решение действовать;
- в) подготовить пострадавшего к транспортировке в лечебное учреждение;

г) ускорить поступление квалифицированной медицинской помощи.

4. При оказании первой помощи первоочередной задачей является:

- а) скорейшая доставка пострадавшего в медицинское учреждение;

б) устранение опасности, угрожающей жизни человека;
в) ускорение поступления квалифицированной медицинской помощи;

г) подготовка пострадавшего к транспортировке в лечебное учреждение.

5. Для оценки тяжести состояния пострадавшего следует проверить:

а) остроту зрения; б) целостность костей скелета;

в) наличие пульса; г) остроту слуха.

6. Если пострадавший находится в состоянии клинической смерти, необходимо:

а) уложить пострадавшего на спину;

б) не трогать одежду;

в) быстро удалить пальцем, салфеткой или платком содержимое полости рта или глотки;

г) перенести пострадавшего;

д) начать оживление пострадавшего.

7. Прежде чем начать проведение искусственного дыхания, следует:

а) провести непрямой массаж сердца;

б) уложить пострадавшего на спину на твердую горизонтальную поверхность;

в) расстегнуть одежду, стесняющую грудную клетку;

г) освободить дыхательные пути от инородных тел, слизи, пищевых масс.

8. Число вдуваний в минуту составляет при искусственном дыхании:

а) 5–10; б) 12–14; в) 16–20; г) 20–25.

9. Если реанимацию проводит один человек, два сильных вдоха проводятся:

а) после 5 надавливаний; б) после 10 надавливаний;

в) после 15 надавливаний; г) после 20 надавливаний;

д) после 25 надавливаний.

10. Если реанимацию проводят два человека, один сильный вдох проводится:

а) после 5 надавливаний; б) после 10 надавливаний;

в) после 15 надавливаний; г) после 20 надавливаний.

11. Признаками эффективного массажа сердца являются:

а) расширение зрачков, светобоязнь;

б) бледность кожных покровов;

в) восстановление самостоятельного дыхания;

г) появление пульса на сонных, бедренных артериях;

д) сужение зрачков.

12. Последовательность оказания первой медицинской помощи:

а) обработать раны и наложить повязку;

б) остановить угрожающее жизни кровотечение;

в) если не прощупывается пульс, то одновременно с искусственным дыханием провести непрямой массаж сердца;

г) при отсутствии дыхания приступить к проведению искусственного дыхания.

13. Последовательность наложения кровоостанавливающего жгута:

а) кожу на месте наложения жгута обернуть бинтом или поместить под жгут подкладку;

б) прикрепить записку с указанием времени наложения жгута;

в) надежно закрепить наложенный жгут;

г) поврежденную конечность приподнять;

д) сделать первый оборот жгута, затянуть его, чтобы остановилось кровотечение.

14. Кровоостанавливающий жгут можно накладывать летом:

а) не более чем на 2 мин; б) не более чем на 2 ч; в) не более чем на 2 сут.

15. При правильном наложении кровоостанавливающего жгута:

а) не изменяют положение конечности;

б) накладывают жгут на голое тело;

в) накладывают жгут на конечность выше раны и поближе к ней;

г) накладывают жгут на конечность на 3–4 ч.

16. При открытом переломе перед иммобилизацией необходимо:

а) вправить в рану торчащий обломок;

б) положить холод на место перелома;

в) не шевелить сломанную конечность, создать костям наибольший покой, наложить шину;

г) дать пострадавшему антибиотики;

д) наложить асептическую повязку;

е) создать пострадавшему покой;

ж) быстро доставить пострадавшего в лечебное учреждение.

17. Признаками травматического шока являются:

а) бледная, холодная и влажная кожа; б) редкий пульс;

в) редкое дыхание; г) спутанное сознание;

д) слюнотечение; е) вялость и апатичность.

18. При травматическом шоке необходимо предпринять следующие меры:

- а) ввести антибиотики;
- б) уменьшить боль (иммобилизация, введение обезболивающих);
- в) дать жаропонижающие средства;
- г) организовать бережную транспортировку в лечебное учреждение;
- д) обеспечить полноценное питание;
- е) дать внутрь жидкость.

19. Оказывая неотложную помощь при аллергическом шоке, необходимо:

- а) усадить больного;
- б) дать внутрь жидкость;
- в) прекратить контакт с аллергеном;
- г) наложить на рану повязку;
- д) уложить больного и зафиксировать язык.

20. Предвестниками обморока являются:

- а) мелькание «мушек», «хлопьев снега» в глазах;
- б) учащение пульса;
- в) повышение температуры тела;
- г) расстройство стула;
- д) потеря сознания на месте происшествия;
- е) головокружение и подташнивание.

21. Порядок оказания неотложной помощи при обмороке:

- а) усадить больного на стул;
- б) расстегнуть воротник, ослабить поясной ремень, галстук;
- в) оставить в закрытом помещении;
- г) приложить холод к голове;
- д) уложить на спину с несколько опущенной головой;
- е) поднести к носу ватку с нашатырным спиртом;
- ж) вынести на свежий воздух или распахнуть окно.

22. Время развития синдрома сдавливания при нахождении пострадавшего под завалом:

- а) 20–30 мин; б) не менее 1–2 ч; в) 2–3 ч; г) не менее 4–6 ч.

23. Признаками синдрома длительного сдавливания являются:

- а) повышение температуры, отеки, кровотечение;
- б) пораженные конечности холодные на ощупь, бледные с синюшным оттенком, чувствительность снижена (отсутствует), отек, боль;

- в) повышение температуры, боль, покраснение конечностей;
- г) кровотечение, судороги, пораженные конечности холодные.

24. При синдроме длительного сдавливания необходимо:

а) извлечь пострадавшего из-под обрушившихся тяжестей, наложить на поврежденные конечности жгуты и холодные повязки, провести иммобилизацию поврежденных конечностей, противошоковые мероприятия;

б) наложить асептические повязки на повреждения, извлечь пострадавшего из-под тяжестей, провести противошоковые мероприятия;

в) провести противошоковые мероприятия, наложить жгуты на поврежденные конечности, извлечь пострадавшего из-под тяжести, провести иммобилизацию поврежденных конечностей;

г) извлечь пострадавшего из-под тяжестей, наложить асептические повязки, провести противошоковые мероприятия, иммобилизацию поврежденных конечностей, наложить жгуты.

25. При синдроме длительного сдавливания жгуты необходимо накладывать на поврежденные конечности:

а) для остановки кровотечения;

б) для иммобилизации поврежденных конечностей;

в) для борьбы с шоком;

г) для предотвращения поступления ядовитых продуктов распада в кровь.

26. Признаками тяжелой травмы и опасного состояния являются:

а) кровотечение; б) рвота; в) высокая температура;

г) слабый пульс или его отсутствие; д) понос.

27. Признаками ушиба сустава являются:

а) резкая деформация в области сустава;

б) значительное нарушение функции сустава;

в) «хруст» при пальпации костей;

г) припухлость.

28. Признаками вывиха являются:

а) сильное кровотечение;

б) отсутствие активных и невозможность пассивных движений;

в) повреждение кожных покровов в области сустава;

г) патологическая (ненормальная) подвижность кости;

д) изменение формы сустава.

29. Оказывая доврачебную помощь при вывихе, необходимо:

а) вправить вывих;

б) туго забинтовать конечность;

в) провести иммобилизацию конечности в том положении, которое она приняла после травмы;

г) поместить тепло на область поврежденного сустава.

30. К термическим воздействиям относятся:

а) испуг, электрический ток, воздействие температуры;

б) воздействие газа, кислоты, щелочи;

в) воздействие высокой и низкой температуры;

г) стресс, радиоактивное излучение, ранение.

31. Количество степеней ожога:

а) 2; б) 5; в) 3; г) 4.

32. Характерными признаками ожога первой степени являются:

а) покраснение, пузыри, резкая боль обожженных участков;

б) боль, корочки-струпья, омертвление кожи;

в) покраснение, отек обожженных участков кожи, боль;

г) боль, обугливание кожи, подкожной клетчатки и подлежащих тканей.

33. При термическом ожоге с образованием пузыря и тканевой жидкости следует:

а) обработать место ожога 3%-м раствором борной кислоты;

б) наложить стерильную повязку;

в) обработать место ожога 5%-м раствором йода;

г) вскрыть пузыри;

д) смазать место ожога жиром (вазелином, мазью);

е) обработать 33%-м раствором спирта.

34. К химическим воздействиям можно отнести:

а) воздействие кислоты, щелочи;

б) стресс, радиоактивное излучение, ранение;

в) удар, сдавливание, растяжение, сотрясение, ранение;

г) воздействие высокой, низкой температуры.

35. При ожоге кожных покровов кислотой следует:

а) промокнуть места ожога стерильной ватой или марлей;

б) промыть струей воды, смочить 3%-м раствором борной кислоты;

в) промыть струей воды, смочить раствором уксусной эссенции;

г) промыть струей воды, обмыть 2%-м раствором пищевой соды, наложить сухую повязку.

36. При ожоге кожных покровов щелочью следует:

а) промокнуть места ожога стерильной ватой или марлей;

б) промыть струей воды, обмыть 2%-м раствором борной (лимонной) кислоты, столового уксуса;

- в) промыть струей воды, обмыть 2%-м раствором пищевой соды;
- г) смазать места ожога вазелином (жиром, мазью).

37. При снятии одежды с пострадавшего:

- а) не отрывать одежду, если она пристала к ране, – обрезать ее вокруг раны;
- б) снять одежду с пострадавшего (начиная с больной стороны);
- в) при сильном кровотечении – быстро снять одежду с места ранения;
- г) при травмах голени и стопы – бережно снять обувь (начиная с пятки);
- д) пострадавший самостоятельно снимает одежду и обувь.

38. Признаками поражения хлором являются:

- а) чувство жажды; б) сильная боль в конечностях;
- в) развитие отека легких, иногда – пневмонии;
- г) покраснение кожи; д) пульс частый, слабый, сердечная слабость;
- е) общее возбуждение, страх, потеря координации движений;
- ж) повышение температуры тела.

39. Последовательность проведения необходимых мероприятий в очаге химического поражения:

- а) провести непрямой массаж сердца;
- б) надеть противогаз;
- в) ввести антидот;
- г) обработать кожу содержимым ИПП;
- д) провести частичную санитарную обработку ИПП;
- е) применить искусственное дыхание;
- ж) при поражении аммиаком – обработать кожу раствором кислот;
- з) при поражении хлором – обработать кожу раствором пищевой соды;
- и) вынести пострадавшего из очага химического поражения.

40. Чтобы помочь человеку, пострадавшему от молнии, следует:

- а) не торопиться с оказанием первой помощи;
- б) немедленно начать проведение массажа сердца и искусственного дыхания изо рта в рот или изо рта в нос;
- в) надеть на пострадавшего противогаз;
- г) транспортировать пострадавшего в больницу на носилках в положении на боку.

41. При электротравме причиной смерти является:

- а) кровотечение; б) болевой шок;
- в) остановка сердца и дыхания; г) разрыв внутренних органов.

42. При поражении электрическим током следует:
- а) оценить состояние пострадавшего (при необходимости – приступить к оживлению), наложить на места ожогов асептические повязки, отключить ток;
 - б) отключить пострадавшего от тока, оценить состояние (при необходимости – приступить к оживлению), наложить асептические повязки;
 - в) отключить пострадавшего от тока, наложить асептические повязки, приступить к оживлению;
 - г) наложить асептические повязки, принять меры по оживлению пострадавшего, отключить его от тока.
43. Из видов утопления наиболее часто встречается:
- а) асфиксическое; б) вторичное; в) истинное; г) рефлекторное.
44. Последовательность первой помощи при первичном утоплении:
- а) провести сердечно-легочную реанимацию (непрямой массаж сердца, искусственная вентиляция легких);
 - б) провести противошоковые мероприятия;
 - в) дать понюхать нашатырный спирт;
 - г) растереть водкой, провести противосудорожную терапию;
 - д) извлечь из воды, очистить полость рта от содержимого;
 - е) быстро прекратить искусственную вентиляцию легких;
 - ж) растереть кожные покровы, обернуть сухим одеялом.
45. Оказывая помощь человеку при гипертоническом кризе, следует:
- а) отправить больного в поликлинику;
 - б) напоить горячим кофе или чаем;
 - в) приложить тепло к стопам;
 - г) усадить больного;
 - д) дать таблетку, назначенную врачом, предпочтительно быстродействующий сосудорасширяющий препарат;
 - е) приложить к затылку горчичники;
 - ж) при носовом кровотечении – приложить к переносице холод;
 - з) вызвать скорую медицинскую помощь.
46. Число степеней тяжести лучевой болезни:
- а) 2; б) 7; в) 4; г) 3.
47. Последовательность проведения профилактики лучевой болезни:
- а) дать пострадавшему выпить адсорбирующие средства (активированный уголь);
 - б) промыть водой слизистые и открытые кожные покровы, снять верхнюю одежду;

- в) поднести к носу ватку с нашатырным спиртом;
- г) дать таблетку йодида кальция (или три капли настойки йода, разведенные в стакане воды);
- д) наглухо застегнуть все пуговицы и крючки на одежде;
- е) защитить глаза с помощью очков-консервов;
- ж) немедленно надеть респиратор (противогаз, противопылевую тканевую маску или ватно-марлевую повязку);
- з) после вывода из опасной зоны – организовать помывку и смену одежды;
- и) провести дозиметрический контроль загрязненности тела;
- к) срочно транспортировать пострадавшего в лечебное учреждение.

Таблица 1.4

Варианты задания для письменного ответа на вопросы

Номер варианта	Номер вопроса
1	1, 47, 11, 37, 28
2	2, 46, 12, 36, 22
3	3, 45, 13, 35, 26
4	4, 44, 14, 34, 25
5	5, 43, 15, 33, 24
6	6, 42, 16, 32, 25
7	7, 41, 17, 31, 23
8	8, 40, 18, 30, 27
9	9, 39, 19, 29, 11
10	10, 38, 20, 21, 14

Список литературы

1. Мисун, Л. В. Безопасность деятельности человека : пособие / Л. В. Мисун, В. В. Азаренко, А. Л. Мисун. – Минск : БГАТУ, 2018. – 140 с.
2. Первая помощь : справочное пособие. – Минск : Евроферлаг, 2008. – 286 с.
3. Правила поведения и действия населения в чрезвычайных ситуациях : учебно-методическое пособие / Л. Д. Белехова [и др.]. – Минск : БИП-С Плюс, 2008. – 60 с.

Практическая работа № 2

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ ОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Цель работы: изучить организацию и проведение производственного экологического контроля, научиться делать расчет по прогнозированию категории опасности деятельности предприятия.

Порядок выполнения работы: изучить методики организации и проведения производственного экологического контроля, прогнозирования категории опасности деятельности предприятия; по вариантам рассчитать категорию опасности от техногенной деятельности предприятия.

Общие положения

Основными задачами производственного экологического контроля являются:

- контроль за выполнением и соблюдением требований законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды;
- контроль за проведением обучения, инструктажа и проверки знаний в области охраны окружающей среды и природопользования;
- контроль за выполнением мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды, предписаний специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды;
- контроль за обращением с опасными веществами, отходами;
- контроль за работой природоохранного оборудования и сооружений;
- контроль за степенью готовности к аварийным ситуациям, наличием и техническим состоянием оборудования по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- контроль за состоянием окружающей среды в зоне воздействия на нее хозяйственной и иной деятельности объекта-природопользователя;
- контроль за ведением природопользователем документации по охране окружающей среды;

- контроль за соблюдением природопользователем лимитов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов сточных вод и лимитов размещения отходов производства;
- контроль за учетом номенклатуры и количества загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду от хозяйственной и иной деятельности природопользователя;
- контроль за обеспечением своевременной разработки (пересмотра) природопользователем нормативов в области охраны окружающей среды.

Проведение производственного контроля в области охраны окружающей среды (далее – производственный экологический контроль) является требованием экологической безопасности, несоблюдение которого влечет ответственность в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

Методика организации и проведения производственного экологического контроля

Производственный экологический контроль должен проводиться юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность, оказывающую вредное воздействие на окружающую среду (далее – природопользователи), самостоятельно, за счет собственных средств и (или) иных источников финансирования, не запрещенных законодательством Республики Беларусь, с привлечением организаций, имеющих право проводить измерения в области охраны окружающей среды.

Руководитель объекта-природопользователя назначает должностное лицо, ответственное за проведение производственного экологического контроля, или при необходимости создает соответствующее структурное подразделение, которое подчиняется непосредственно руководителю объекта-природопользователя или его заместителю, ответственному за организацию производственного экологического контроля.

Структуру подразделения, состав и численность его работников определяет руководитель в зависимости от вида хозяйственной и иной деятельности.

Отсутствие у природопользователя подразделения не освобождает его от обязанности обеспечивать организацию и осуществление производственного экологического контроля.

На должность руководителя подразделения назначаются лица, имеющие высшее профильное образование, необходимые знания

в области охраны окружающей среды и природопользования. Запрещается возлагать на подразделение другие обязанности, не связанные с проведением производственного экологического контроля. Ликвидация подразделения допускается только в случае прекращения деятельности природопользователя.

Производственный экологический контроль может быть плановым и внеплановым. *Плановый* должен осуществляться согласно плану проверок, разработанному подразделением и утвержденному руководителем объекта-природопользователя. *Внеплановый* осуществляется с целью выявления подразделением нарушений природопользователем установленных нормативов в области охраны окружающей среды, других требований законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды, невыполнения предъявленных в установленном порядке требований государственных органов и иных организаций, осуществляющих государственный и ведомственный контроль в области охраны окружающей среды.

По результатам производственного экологического контроля составляются соответствующие производственные акты, выдаются должностным лицам предписания об устранении нарушений законодательства об охране окружающей среды и информируется руководитель для принятия им мер воздействия.

При выявлении нарушений законодательства об охране окружающей среды, которые повлекли или могли повлечь причинение вреда жизни и здоровью человека, повреждение имущества других лиц, а также при угрозе возникновения чрезвычайной ситуации подразделение обязано немедленно информировать об этом руководителя объекта-природопользователя для принятия мер по нормализации обстановки. Руководитель, в свою очередь, должен сообщить об этом в районную инспекцию природных ресурсов и охраны окружающей среды по месту осуществления его деятельности.

Порядок разработки, согласования и утверждения инструкции по осуществлению производственного контроля в области охраны окружающей среды

Природопользователи обязаны разработать, согласовать и утвердить (приказом) инструкцию по осуществлению производственного контроля в области охраны окружающей среды в течение 60 дней со дня начала осуществления хозяйственной и иной деятельности,

оказывающей вредное воздействие на окружающую среду. Инструкция (два экземпляра, а также экземпляр на магнитном носителе) представляется природопользователем на согласование в местную районную инспекцию природных ресурсов и охраны окружающей среды (согласующий орган) не позднее пяти дней со дня ее утверждения на предприятии. Районная инспекция принимает решение о согласовании этого документа в 30-дневный срок со дня его получения.

К инструкции природопользователем прилагаются:

- приказ о назначении должностного лица, ответственного за проведение производственного экологического контроля, или о создании подразделения, осуществляющего производственный экологический контроль;

- копии аттестата аккредитации аналитической лаборатории, осуществляющей измерения в области охраны окружающей среды, в случае, если таковая участвует в осуществлении производственного экологического контроля, приложения к аттестату об области аккредитации;

- справка Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь о включении аналитической лаборатории в журнал учета.

При необходимости проведения многостороннего анализа инструкции срок согласования может быть продлен руководителем согласующего органа, но не более чем на 30 дней.

В случае несоответствия инструкции требованиям, районная инспекция природных ресурсов и охраны окружающей среды подготавливает заключение, содержащее обоснованный отказ в согласовании этого документа.

Природопользователи должны внести изменения и дополнения в инструкцию в двухмесячный срок в следующих случаях:

- строительство, реконструкция, расширение, техническое перевооружение, модернизация, изменение профиля производства, повлекшие образование новых источников и (или) изменение уровня вредного воздействия на окружающую среду;

- изменение требований законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды.

Инструкция должна содержать следующие обязательные разделы:

- «Организация производственного экологического контроля»;

- «Объекты и порядок проведения производственного экологического контроля»;

- «Планирование мероприятий по охране окружающей среды и контроль за их выполнением»;
- «Порядок снижения и ликвидации вредного воздействия на окружающую среду»;
- «Ответственность за нарушение требований в области охраны окружающей среды и стимулирование природоохранной деятельности»;
- «Профессиональная подготовка и повышение квалификации работников в области производственного экологического контроля, инструктаж в области охраны окружающей среды».

В необходимых случаях в инструкцию могут включаться дополнительные разделы.

Раздел инструкции «Организация производственного экологического контроля» должен содержать:

- порядок организации деятельности должностного лица, ответственного за проведение производственного экологического контроля, или подразделения, осуществляющего производственный экологический контроль (при его наличии);
- методы и учет проведения производственного экологического контроля;
- компетенцию должностного лица, ответственного за проведение производственного экологического контроля, или подразделения, осуществляющего производственный экологический контроль (при его наличии), его подчиненность;
- порядок взаимодействия должностного лица, ответственного за проведение производственного экологического контроля, или подразделения, осуществляющего производственный экологический контроль, с другими структурными подразделениями природопользователя, его комиссией по чрезвычайным ситуациям, а также с государственными органами и иными организациями, осуществляющими государственный, ведомственный и общественный контроль в области охраны окружающей среды;
- порядок представления информации руководителю природопользователя, его комиссии по чрезвычайным ситуациям, а также государственным органам или иным организациям, осуществляющим государственный и ведомственный контроль в области охраны окружающей среды.

Раздел инструкции «Объекты и порядок проведения производственного экологического контроля» должен содержать:

- перечень объектов производственного экологического контроля, подлежащих регулярному наблюдению и оценке;

- планы-графики контроля для каждого вида контролируемых объектов;

- планы-графики проведения планово-предупредительного ремонта очистного оборудования.

К объектам экологического контроля в зависимости от специфики хозяйственной и иной деятельности могут относиться:

- природные ресурсы, а также сырье, материалы, реагенты, препараты, используемые в хозяйственной и иной деятельности;

- источники образования отходов, в т. ч. производства, цеха, участки, технологические процессы и отдельные технологические стадии;

- источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

- системы очистки отходящих газов;

- источники сбросов сточных вод, в т. ч. в системы канализации и сети водоотведения;

- системы очистки сточных вод;

- системы повторного и оборотного водоснабжения;

- источники воздействия вредных физических факторов;

- системы рециркулирования сырья, реагентов и материалов;

- объекты размещения и обезвреживания отходов;

- природные объекты и комплексы, в т. ч. особо охраняемые природные территории, расположенные в пределах промышленной площадки, территории (акватории), где осуществляется природопользование, а также в санитарно-защитной зоне;

- готовая продукция и др.

Раздел инструкции «Планирование мероприятий по охране окружающей среды и контроль за их выполнением» должен содержать:

- порядок разработки, согласования и утверждения мероприятий по охране окружающей среды, в т. ч. в чрезвычайных ситуациях и при неблагоприятных метеорологических условиях;

- порядок контроля за выполнением мероприятий по охране окружающей среды.

Раздел инструкции «Порядок снижения и ликвидации вредного воздействия на окружающую среду» должен содержать:

- порядок предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, иных непредвиденных ситуаций, приводящих к вредным воздействиям на окружающую среду;

- порядок расследования случаев превышения нормативов в области охраны окружающей среды и других внештатных ситуаций, которые привели к вредному воздействию на окружающую среду.

Раздел инструкции «Ответственность за нарушение требований в области охраны окружающей среды и стимулирование природоохранной деятельности» должен содержать:

- порядок привлечения к дисциплинарной и материальной ответственности работников природопользователя, виновных в нарушении законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды;
- порядок стимулирования работников природопользователя при осуществлении ими природоохранной деятельности.

Раздел инструкции «Профессиональная подготовка и повышение квалификации работников в области производственного экологического контроля, инструктаж в области охраны окружающей среды» должен содержать:

- порядок профессиональной подготовки должностных лиц, организующих и осуществляющих производственный экологический контроль;
- порядок переподготовки и повышения квалификации работников природопользователя в области охраны окружающей среды;
- порядок проведения первичного, повторного и внепланового инструктажей по охране окружающей среды.

Для проведения инструктажей по охране окружающей среды рекомендуется разработать программы, учитывающие специфику производства, выполняемых работ, а также требования законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды.

Программа *первичного инструктажа* предполагает включение общих вопросов влияния деятельности объекта на охрану окружающей среды и требования законодательства в этом направлении.

Повторный инструктаж проводится по программе первичного инструктажа, не реже одного раза в три года, индивидуально или с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование или выполняющих аналогичные технологические процессы и операции.

Внеплановый инструктаж рекомендуется проводить в случаях:

- изменений и дополнений в действующие нормативно-правовые акты по охране окружающей среды;
- изменений объектом-природопользователем технологического процесса, замены оборудования, приборов, инструмента, сырья, материалов и других факторов, повлекших образование новых источников выбросов (сбросов) вредных веществ в окружающую среду;
- нарушения работником производственных, нормативно-правовых актов по охране окружающей среды, которое привело или могло привести к аварии или аварийной ситуации;

- нарушении требований, предъявленных объекту-природопользователю государственными органами или организациями, осуществляющими государственный и ведомственный экологический контроль;
- перерыва в профессиональной деятельности (нахождении в должности) работника более трех лет;
- массовых аварий и других чрезвычайных ситуаций на профильных предприятиях.

Объем и содержание внепланового инструктажа определяются объектом-природопользователем конкретно для каждого случая, и при его регистрации в журнале указывается причина проведения.

Проведение первичного, повторного и внепланового инструктажей подтверждается в журнале регистрации подписями руководителя работ, проводившего инструктаж, и работника, прошедшего его.

Журнал регистрации инструктажей должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен печатью, заверен подписью руководителя объекта-природопользователя или уполномоченного должностного лица.

Срок хранения журналов – десять лет с даты внесения последней записи.

Оценка техногенной опасности предприятия, воздействия выбросов предприятия на атмосферный воздух оценивается в зависимости от следующих критериев:

- количественного и качественного состава загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух источниками выбросов;
- размера санитарно-защитной зоны;
- техногенной и экологической опасности;
- числа стационарных источников;
- числа передвижных источников;
- значений расчетных приземных концентраций, создаваемых источниками выбросов природопользователя.

Методика прогнозирования категории опасности деятельности предприятия

Прогнозирование категории опасности деятельности предприятия K_0 осуществляется с учетом следующей зависимости:

$$K_0 = 2A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + 2B_1 + B_2, \quad (2.1)$$

где A_1 – число условных баллов (табл. 2.1), определяемое в соответствии с условиями по критерию зависимости от количественного

и качественного состава загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух стационарными источниками природопользователя (критерий K);

A_2 – число условных баллов, отвечающих граничным показателям по критерию зависимости размера базовой санитарно-защитной зоны (критерий L), который определяется в соответствии с СанПиН 10-5 РБ 2002 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»;

A_3 – число условных баллов, отвечающих граничным показателям (табл. 2.1) по критерию возможности возникновения техногенной и экологической опасности (критерий Z);

A_4 – число условных баллов, отвечающих граничным показателям (табл. 2.1) по критерию зависимости K_0 от числа стационарных источников выбросов (критерий N), которое определяется по данным инвентаризации;

A_5 – число условных баллов, отвечающих граничным показателям (табл. 2.1) по критерию зависимости K_0 от числа передвижных источников (критерий P), которое определяется по данным инвентаризации;

B_1 – количество загрязняющих веществ или групп загрязняющих веществ, обладающих «эффектом суммации» вредного воздействия на качество атмосферного воздуха, по которым источники выбросов природопользователя создают приземную концентрацию сверх установленной;

B_2 – количество загрязняющих веществ или групп загрязняющих веществ, обладающих «эффектом суммации» вредного воздействия на качество атмосферного воздуха, по которым источники выбросов природопользователя создают приземную концентрацию в пределах установленных значений.

Критерий K рассчитывается по формуле

$$K = \sum_{i=1}^n \frac{M_i \cdot \sigma_i^{\alpha_i}}{S_i \cdot \sigma} \quad (2.2)$$

где n – количество загрязняющих веществ, выбрасываемых природопользователем в атмосферный воздух;

M_i – масса выброса i -го загрязняющего вещества в год, т;

S_i – значение предельно допустимой концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

Таблица 2.1

Значения коэффициентов A_i для определения категории опасности деятельности предприятия

Критерий	Коэффициент A_i	Значение коэффициента A_i , баллы				
		0	1	2	3	4
1. Зависимость от качественного и количественного состава загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух стационарными источниками природопользователя (K)	A_1	0	От 1 до 10^3	От 10^3 до 10^4	От 10^4 до 10^6	Не менее 10^6
2. Размер санитарно-защитной зоны (L), м	A_2	50	100	300	500	1000
3. Техногенная и экологическая опасность предприятия (Z)	A_3	Неопасное	Опасное	Особо опасное	–	–
4. Число стационарных источников (N)	A_4	До 5 включительно	От 6 до 10 включительно	От 11 до 50 включительно	От 51 до 100 включительно	Свыше 100
5. Число передвижных источников (P)	A_5	До 5 включительно	От 6 до 25 включительно	От 26 до 99 включительно	От 100 до 499 включительно	Не менее 500

Значение ПДК определяется согласно Гигиеническим нормативам 2.1.6.12-46–2005 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» как значение среднесуточной ПДК.

В случае отсутствия установленного для i -го загрязняющего вещества значения среднесуточной ПДК для определения критерия K используются значения максимально-разовой ПДК или, по согласованию с территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, уменьшенные в десять раз значения ПДК рабочей зоны.

При отсутствии информации о ПДК значение K приравнивают к массе выбросов данных веществ.

Также критерий K не рассчитывается и приравнивается к нулю, если

$$\frac{M_i}{S_i} < 1. \quad (2.3)$$

В зависимости от значения критерия K предприятия подразделяются на четыре категории (табл. 2.2) и устанавливается периодичность их контроля и отчетности по атмосферной деятельности (табл. 2.3). Это необходимо:

- для включения объекта в государственную систему учета выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу;
- для разработки проекта плана по охране атмосферного воздуха;
- для подготовки ведомственного проекта по установлению норм предельно допустимых выбросов (НДВ).

Предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющимися источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, необходимо отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами (СЗЗ), являющимися обязательным элементом любого объекта, который может быть источником химического, биологического или физического воздействия на среду обитания и здоровье человека. Использование площадей СЗЗ осуществляется с учетом ограничений, установленных действующим законодательством, проектами СЗЗ по согласованию с органами госнадзора.

Таблица 2.2

Категории предприятий в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ

Категория предприятия	Значения М, т/год
1	$M > 10^6$
2	$10^4 < M \leq 10^6$
3	$10^3 < M \leq 10^4$
4	$M \leq 10^3$

Таблица 2.3

Периодичность контроля и отчетности предприятия по атмосфероохранной деятельности

Вид работы	Категория предприятия, в зависимости от количественного и качественного состава выбросов			
	1	2	3	4
1. Инвентаризация источников выбросов ЗВ в атмосферу (один раз в пять лет)	+	+	+	+
2. Составление формы статистической отчетности «2-ОС-воздух» (ежегодно)	+	+	+	-
3. Разработка плана атмосфероохранной деятельности предприятия: – ежегодно; – один раз в пять лет	+	+	+	+
4. Разработка проектов НДВ предприятия: – по полной схеме; – по сокращенной схеме; – не разрабатываются	+	+	+	+
5. Периодичность контроля атмосфероохранной деятельности предприятия: – ежегодно; – один раз в три года; – выборочно один раз в пять лет	+	+	+	+

Территория СЗЗ предназначена:

- для обеспечения снижения уровня воздействия до установленных гигиенических нормативов по всем факторам воздействия за ее пределами;

- для создания санитарно-защитного барьера между территорией предприятия (группы предприятий) и территорией жилой застройки;

- для организации дополнительных озелененных площадей, обеспечивающих экранирование, ассимиляцию и фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха и повышение комфортности микроклимата.

Проекты санитарно-защитных зон подлежат обязательной гигиенической экспертизе. СЗЗ утверждается территориальными органами управления с установлением ее границ и режима использования. Для объектов, их отдельных зданий и сооружений с технологическими процессами, являющимися источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, в зависимости от мощности, условий эксплуатации, характера и количества выделяемых в окружающую среду токсических и пахучих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на среду обитания и здоровье человека при обеспечении соблюдения требований гигиенических нормативов в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов устанавливаются следующие минимальные размеры санитарно-защитных зон:

- предприятия I класса – 1000 м;

- предприятия II класса – 500 м;

- предприятия III класса – 300 м;

- предприятия IV класса – 100 м;

- предприятия V класса – 50 м.

Приведенные размеры являются базовыми при обосновании расчетной СЗЗ. Изменение размеров СЗЗ для предприятий I и II классов является компетенцией Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь или его заместителя, для предприятий III и IV классов – Главных государственных санитарных врачей областей, г. Минска или их заместителей, V класс – Главных государственных санитарных врачей городов и районов. Размеры СЗЗ могут быть уменьшены в следующих случаях:

- для действующих предприятий – при объективно доказанной стабилизации уровней техногенного воздействия на среду ниже допусти-

мых, подтвержденных материалами систематических (не менее чем годовых) наблюдений за состоянием загрязнения окружающей среды, с учетом оценки воздействия загрязнения на здоровье населения;

– для строящихся предприятий – при обосновании результатов расчетов уровней загрязнения среды обитания данными опытно-экспериментальных производств, опытно-промышленных испытаний, зарубежного опыта, подтвержденных оценкой риска воздействия загрязнения на здоровье населения.

СЗЗ для научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и других объектов, имеющих в своем составе мастерские, производственные и экспериментальные установки, устанавливается с учетом требований СанПиН № 10-5 РБ 2002 при наличии заключения органов и учреждений государственного санитарного надзора.

В границах СЗЗ предприятий запрещается размещать:

– производственные здания и сооружения в тех случаях, когда вредные вещества, выделяемые одним из предприятий, могут оказать вредное воздействие на здоровье или привести к порче материалов, оборудования, готовой продукции другого предприятия;

– предприятия пищевой промышленности, а также по производству посуды, тары, оборудования для пищевой промышленности, склады пищевых продуктов;

– предприятия по производству воды и напитков для питьевых целей, комплексы водопроводных сооружений для подготовки и хранения питьевой воды;

– коллективные или индивидуальные дачные и садово-огородные участки;

– спортивные сооружения; парки отдыха, образовательные учреждения, лечебно-профилактические и оздоровительные учреждения общего пользования.

СЗЗ для предприятий IV, V классов должна быть озеленена максимально – не менее 60 % площади; для предприятий II и III классов – не менее 50 %; для предприятий I класса и зон большой протяженности – не менее 40 % ее территории. При наличии у предприятия-природопользователя в пределах одной производственной площадки нескольких производств СЗЗ принимается в соответствии с размером СЗЗ для наиболее опасного производства природопользователя. В случаях, если для природопользователя установлена расчетная СЗЗ в размере, превышающем базовую СЗЗ наиболее опасного производства природопользователя, расчет производится

исходя из размера СЗЗ. Сумма взвешенных условных баллов увеличивается на величину кратности увеличения расчетной СЗЗ относительно базовой.

По возможности возникновения техногенной и экологической опасности объект может быть отнесен к одной из категорий: особо опасный, опасный, неопасный. Предприятие считается не оказывающим вредного воздействия на атмосферный воздух, если ни один его источник выбросов не попадает в категорию опасных. Источник не опасен для окружающей среды, если

$$\frac{M_{\max}}{\text{ПДК}_{\text{м.р}}} \leq \Phi, \quad (2.4)$$

где M_{\max} – максимальная величина выброса вредного вещества в атмосферу, мг/с;

$\text{ПДК}_{\text{м.р}}$ – предельная максимально-разовая концентрация вещества, мг/м³;

Φ – величина, характеризующая условный расход воздуха, необходимый для разбавления вредного вещества, поступающего в атмосферу, до $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$, м³/с.

Когда средняя высота источника выбросов по предприятию $H \leq 10$ м, $\Phi = 0,1$ м³/с; когда $H > 10$ м, $\Phi = 0,01H$.

Если источник выбросов вредных веществ опасен для окружающей среды, то рекомендуется:

- проанализировать соответствие применяемого оборудования экологическим стандартам;

- разработать план мероприятий по обеспечению экологической безопасности на предприятии, включающий технологические, объемно-планировочные и санитарно-гигиенические решения.

Определение значений расчетных приземных концентраций, создаваемых источниками выбросов природопользователя, основывается на величинах, рассчитанных в долях предельно допустимой или ориентировочно безопасного уровня воздействия без учета фона по отдельным режимам работы и вещества и (или) группам загрязняющих веществ, обладающим эффектом суммации вредного воздействия на качество атмосферного воздуха, создаваемых источниками выбросов природопользователя в жилой зоне, если:

– одно или несколько значений превышает единицу, а для зон санитарной охраны курортов, мест размещения санаториев и домов отдыха, зон отдыха населения городов, а также для других территорий с повышенными требованиями к охране атмосферного воздуха – превышает 0,8 по нескольким веществам и (или) группам суммации веществ, определяется число B_1 , равное числу таких веществ и (или) числу групп веществ, обладающих «эффектом суммации»;

– одно или несколько значений находится в диапазоне от 0,8 до 1,0 по нескольким веществам и (или) группам веществ, обладающих «эффектом суммации», определяется число B_2 , равное числу таких веществ и (или) числу групп суммации веществ.

С учетом рассчитанного по формуле (2.1) значения K_0 определяется категория опасности деятельности предприятия (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Граничные условия для деления предприятий по категориям опасности деятельности предприятия

Баллы	до 5 включи- тельно	от 6 до 10	от 11 до 16	от 17 до 21	свыше 21
Категория опасности деятельности предприятия	V	IV	III	II	I

Варианты задания представлены в прилож. 1.

Контрольные вопросы

1. Основные задачи производственного экологического контроля?
2. Кто несет ответственность за проведение производственного экологического контроля?
3. Какие существуют виды производственного экологического контроля?
4. Когда проводится внеплановый производственный экологический контроль?
5. Какие документы прилагаются к инструкции по осуществлению производственного экологического контроля объекта-природопользователя?
6. Какой срок допускается на согласование инструкции по осуществлению производственного экологического контроля с районной инспекцией природных ресурсов и охраны окружающей среды?

7. Какие обязательные разделы должна содержать инструкция по осуществлению производственного экологического контроля объекта-природопользователя?

8. Какие основные пункты должен содержать раздел инструкции «Объекты и порядок проведения производственного экологического контроля»?

9. Какие нормативные документы рекомендуется использовать при разработке раздела инструкции «Порядок снижения и ликвидации вредного воздействия на окружающую среду»?

10. Какие виды инструктажей в области охраны окружающей среды рекомендуется проводить для работников объекта-природопользователя?

11. Что включает в себя программа первичного инструктажа работников в области охраны окружающей среды?

12. Когда и в какие сроки проводится повторный инструктаж работников по вопросам охраны окружающей среды?

13. В каких случаях необходимо проводить внеплановый инструктаж работников объекта-природопользователя по вопросам охраны окружающей среды?

14. Каковы требования по оформлению журнала проведения и регистрации инструктажей по вопросам охраны окружающей среды?

15. Каков срок хранения журнала для проведения и регистрации инструктажей по вопросам охраны окружающей среды?

16. Какие критерии используются для оценки воздействия выбросов предприятия на атмосферный воздух?

17. Как рассчитывается количественный состав загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух источниками выбросов предприятия?

18. Как определяется число условных баллов, отвечающих граничным показателям по критерию зависимости опасности деятельности предприятия от размера его базовой санитарно-защитной зоны?

19. В каком случае значение критерия K приравнивается к массе выбросов веществ?

20. На какие категории подразделяются предприятия в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ?

21. Какова периодичность контроля и отчетности предприятия по атмосфероохранной деятельности?

22. Каковы минимальные размеры санитарно-защитных зон для предприятий?

23. В каких случаях размеры санитарно-защитной зоны предприятия могут быть уменьшены?

24. Какие здания, сооружения, предприятия запрещается размещать в границах санитарно-защитной зоны?

25. В каком случае предприятие считается не оказывающим вредного воздействия на атмосферный воздух?

26. Как рассчитать значение условного расхода воздуха, необходимого для очистки выбросов до ПДК, в зависимости от высоты источников выбросов предприятия?

27. Какие организационно-технические мероприятия необходимо провести, если источник выбросов предприятия загрязняет атмосферный воздух?

28. Как рассчитывается значение предельных концентраций загрязняющих веществ, создаваемых источниками выбросов предприятия?

29. Разрешается ли размещать в границах санитарно-защитной зоны предприятия спортивные сооружения?

30. Каковы граничные условия для деления предприятий по категориям опасности в зависимости от их производственной деятельности?

Список литературы

1. Инструкция об организации производственного контроля в области охраны окружающей среды : постановление Министерства природных ресурсов от 11.10.2013 г. № 52. – URL: https://pravo.by/upload/docs/op/W21328090_1385499600.pdf. – Дата обращения: 29.06.2020.

2. Мисун, Л. В. Защита населения от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : учебное пособие / Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, Т. В. Севастюк. – Минск : БГАТУ, 2016. – 224 с.

3. Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух : пособие / Л. В. Мисун, В. М. Раубо, А. Н. Гурина. – Минск : БГАТУ, 2011. – 116 с.

Практическая работа № 3

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Цель работы: закрепить теоретические знания и овладеть методикой оценки устойчивости функционирования потенциально опасных объектов в чрезвычайных ситуациях.

Порядок выполнения работы: ознакомиться с методикой выполнения расчета; дать оценку устойчивости функционирования объекта в чрезвычайной ситуации и разработать мероприятия по повышению устойчивости объекта.

Общие положения

Устойчивость работы производственного объекта – это способность объекта выпускать установленные виды продукции в необходимых объемах и номенклатуре (организации транспорта, связи и другие объекты, не производящие материальные ценности, – выполнять свои функции) в чрезвычайных ситуациях, а также возможность быстрого восстановления в случае повреждения.

Выбор наиболее эффективных (в т. ч. с экономической точки зрения) путей и способов повышения устойчивости функционирования возможен только на основе всесторонней тщательной оценки устойчивости работы каждого предприятия. Оценка устойчивости объекта к воздействию поражающих фактов проводится с использованием специальных методик.

Исходными данными для проведения расчетов по оценке устойчивости объектов хозяйствования являются возможные максимальные значения параметров поражающих факторов и характеристики объекта и его элементов.

Оценка устойчивости работы потенциально опасного объекта к воздействию воздушной ударной волны производится на этапе проектирования объекта, чтобы учесть и предупредить физическое разрушение зданий, сооружений и оборудования, не допустить остановки производства.

Воздушная ударная волна представляет собой область резко сжатого воздуха, распространяющегося в разные стороны с огромной скоростью. Передняя граница слоя сжатого воздуха, характеризующаяся резким увеличением давления, называется *фронтом ударной волны*.

Общую оценку разрушений, вызванных ударной волной, производят с учетом разрушений зданий и сооружений. Применительно к гражданским и промышленным зданиям степени разрушения характеризуются следующими состояниями строительных конструкций:

– *слабые разрушения* – разрушаются окна и двери, легкие перегородки, частично кровля, появляются трещины в стенах верхних этажей. Здания подлежат текущему ремонту;

– *средние разрушения* – разрушаются встроенные элементы внутренних перегородок, окна, двери, кровля, появляются трещины в стенах не только верхних этажей, происходит обрушение отдельных участков этажей. Здания подлежат капитальному ремонту;

– *сильные разрушения* – разрушаются несущие конструкции, перекрытия верхних этажей, а перекрытия нижних этажей деформируются, часть стен разрушается. Ремонт нецелесообразен;

– *полные разрушения* – разрушаются все основные элементы зданий.

При оценке устойчивости работы промышленного объекта к воздействию воздушной ударной волны параметры поражающих факторов задаются вышестоящими структурами по чрезвычайным ситуациям. Если такой информации нет, то максимальные значения параметров поражающих факторов определяются расчетным путем.

Оценка степени устойчивости объекта к воздействию воздушной ударной волны заключается:

– в выявлении основных элементов объекта (цехов, участков производства, подводящих систем и т. д.), от которых зависит устойчивость его функционирования и выпуск необходимой продукции;

– в определении предела устойчивости каждого элемента (по нижней границе диапазона давлений, вызывающих средние разрушения, $DP_{кр1}$) и объекта в целом (по минимальному пределу входящих в его состав элементов);

– в сопоставлении найденного предела устойчивости объекта с ожидаемым (расчетным) максимальным значением ударной волны, а также в заключении об его устойчивости.

На основе анализа результатов оценки устойчивости каждого элемента и объекта в целом в выводах и предложениях даются

рекомендации по целесообразному повышению устойчивости наиболее уязвимых элементов и объекта в целом.

Целесообразным пределом повышения устойчивости принято считать такое значение ударной волны, при котором восстановление поврежденного объекта возможно в короткие сроки и экономически оправдано (обычно при получении объектом слабых и средних разрушений).

Методика расчета устойчивости функционирования потенциально опасного объекта в ЧС

1. Рассчитать избыточное давление $\Delta P_{\text{ФГВС}}$ во фронте воздушной ударной волны.

2. Построить график для оценки устойчивости потенциально опасного объекта к воздействию воздушной ударной волны.

3. Используя график, оценить воздействие воздушной ударной волны на производственный объект путем сравнения расчетного значения $\Delta P_{\text{ФГВС}}$ с критерием устойчивости каждого элемента объекта $\Delta P_{\text{кри}}$.

4. Дать предложения по выполнению необходимых мероприятий для повышения устойчивости потенциально опасного объекта к воздействию воздушной ударной волны.

Оценка воздействия на объект воздушной ударной волны при взрыве газозвушной смеси (ГВС) на потенциально опасном объекте:

1. Определить эквивалентную массу органического вещества (по пропану) до аварии, т:

$$Q_3 = 640K_{\text{эв}}Q, \quad (3.1)$$

где Q – масса органического вещества, т;

$K_{\text{эв}}$ – коэффициент, учитывающий эквивалентность органического вещества по пропану (табл. 3.1).

2. Определить избыточное давление во фронте ударной волны от взрыва ГВС на расстоянии R_i , м:

$$\Delta P_{\text{ФГВС}} = \frac{848Q_3^{1/3}}{R_i} + \frac{3440Q_3^{2/3}}{R_i^2} + \frac{11\,200Q_3}{R_i^3}, \quad (3.2)$$

где R_i – расстояние от емкости с ГВС до здания, м (табл. 3.1).

Таблица 3.1

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

Номер варианта	Органическое вещество	Коэффициент взрывоопасности по пропану	Масса органического вещества, т	Расстояние от цеха до емкости с органическим веществом, м
1	Ацетилен	1,2	15	550
2	Ацетон	1,0	20	600
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	Дихлорэтан	1,15	10	500
8	Изобутиловый спирт	1,0	20	700
9	Коксовый газ	0,9	25	750
10	Метан	1,0	15	600
11	Природный газ	1,0	20	650
12	Пропан	1,0	15	550
13	Сероводород	0,8	30	750
14	Сероуглерод	0,4	40	600
15	Этилен	1,0	17	600

3. Построить график слабых, сильных, средних и полных разрушений для всех элементов производственного объекта (табл. 3.2–3.4).

4. В качестве критерия устойчивости элемента объекта $DP_{кр}$ принять нижнее значение диапазона давлений средних разрушений для каждого элемента производственного объекта. Полученные величины занести в соответствующую графу графика (табл. 3.4).

Таблица 3.2

Основные элементы потенциально-опасного объекта

Номер варианта	Элементы инженерно-технического комплекса объекта
1	Производственное здание с тяжелым крановым оборудованием, станки тяжелые, кузнечнопрессовое оборудование, ковшовые конвейеры, электрокары, контрольно-измерительная аппаратура (КИА)

Номер варианта	Элементы инженерно-технического комплекса объекта
2	Производственное здание с крановым оборудованием до 50 т, станки тяжелые, электрокары, трубопроводы на железобетонных эстакадах, станки средние, открытые распределительные устройства (ОРУ)
3	Производственное здание с металлическим каркасом, станки средние, кран мостовой, КИА, наземные трубопроводы, ОРУ
4	Производственное здание из сборного железобетона, кран мостовой, станки средние, электрокары, трубопроводы на металлических эстакадах, ОРУ
5	Кирпичное бескаркасное производственное здание, станки средние, кран мостовой, трубопроводы наземные, КИА, электрокары
6	Производственное здание со сплошным хрупким заполнением стен, кран мостовой, станки средние, электрокары, КИА, станки легкие
7	Производственное здание с железобетонным каркасом, станки средние, трубопроводы, кран мостовой, электрокары, ОРУ
8	Производственное здание с крановым оборудованием до 50 т, кузнечнопрессовое оборудование, станки тяжелые, наземные кабельные линии, ОРУ, электрокары
9	Производственное здание с железобетонным каркасом, станки средние, кран мостовой, ковшовые конвейеры, электрокары, КИА
10	Производственное здание с тяжелым крановым оборудованием, станки тяжелые, электрокары, кузнечнопрессовое оборудование, ОРУ, наземные трубопроводы
11	Производственное здание с металлическим каркасом, кран мостовой, станки средние, электрокары, наземные кабельные линии, КИА
12	Производственное здание из сборного железобетона, станки тяжелые, кран мостовой, наземные трубопроводы, станки легкие, ОРУ

Номер варианта	Элементы инженерно-технического комплекса объекта
13	Кирпичное бескаркасное производственное здание, станки средние, электрокары, станки легкие, трубопроводы наземные, КИА
14	Производственное здание со сплошным хрупким заполнением стен, кран мостовой, станки средние, ковшовые конвейеры, электрокары, ОРУ
15	Производственное здание с железобетонным каркасом, станки тяжелые, кран мостовой, станки легкие, КИА, наземные трубопроводы

Таблица 3.3

Степень разрушения элементов цеха (участка)
при различных значениях избыточного давления ударной волны, кПа

Элементы цеха (участка)	Разрушения			
	слабое	среднее	сильное	полное
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 железобетонным каркасом	10–20	20–30	30–40	40–50
– из сборного железобетона	10–20	20–30	30–50	50–60
– кирпичные бескаркасные	10–20	20–35	35–45	45–60
– со сплошным хрупким заполнением 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	–
– кузнечнопрессовое оборудование	50–100	100–150	150–250	–
– ковшовые конвейеры	8–10	10–20	20–30	30–50
– ОРУ	15–25	25–35	35–45	45–60

Элементы цеха (участка)	Разрушения			
	слабое	среднее	сильное	полное
– 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 железобетонных эстакадах	20–30	30–40	40–50	–
– электрокары	10–20	20–45	45–55	55–80

Таблица 3.4

Результаты оценки устойчивости объекта к воздействию воздушной ударной волны

Элемент объекта	Степень разрушения при избыточном давлении, кПа							DР _{крі} для каждого объекта, кПа	DР _{крі} для производства, кПа
	10	20	30	40	50	60	70		
Здание: одноэтажное кирпичное бескаркасное, перекрытия из железобетонных элементов								220	20
Технологическое оборудование: – краны и крановое оборудование; – станки тяжелые								330	20
								440	
КЭС (коммунально-энергетические сети): – воздухопроводы на металлических эстакадах; – электросеть кабельная наземная								330	20
								330	

Примечание:



слабые разрушения



средние разрушения



сильные разрушения



полные разрушения

5. Сравнить расчетное значение $DP_{\text{ФГВС}}$ с величиной $DP_{\text{кpi}}$ для каждого элемента производства. Для этого провести на графике линию, соответствующую расчетному значению $DP_{\text{ФГВС}}$. Оценку устойчивости объекта начать со здания. Возможно три случая:

- 1) не разрушается ни один элемент;
- 2) разрушается часть элементов, но повысить их устойчивость можно;
- 3) разрушается большинство основных элементов, и повысить их устойчивость невозможно или нецелесообразно.

Если выполняется условие 1, то необходимо описать в отчете возможные способы повышения устойчивости объекта (табл. 3.1). Если выполняется условие 2, то необходимо перенести емкость с ГВС дальше от объекта на расстояние, найденное из формулы (3.2). Если выполняется условие 3, вместо $DP_{\text{ФГВС}}$ подставить минимальное значение $DP_{\text{кpi}}$ (из графика) для потенциально опасного объекта (последнее слабое формулы (3.2) не учитывать). Полученное безопасное расстояние указать в отчете.

Основные способы повышения устойчивости работы производственного объекта

Повышение устойчивости достигается за счет устройства дополнительных каркасов, рам, подкосов, промежуточных опор, уменьшения пролета несущих конструкций, а также колонн, балок, металлических или железобетонных поясов. Площади световых проемов увеличиваются и остекляются армированным стеклом или прозрачными синтетическими материалами. Невысокие сооружения для повышения их прочности частично обсыпаются грунтом. Высокие сооружения (трубы, вышки, башни, колонны) закрепляются оттяжками, рассчитанными на воздействие скоростного напора ударной волны. Элементы объекта размещаются рассредоточенно. Защита емкостей с ХОВ и легковоспламеняющимися жидкостями осуществляется за счет их обваловки – устройства вокруг емкости земляного вала, рассчитанного на удержание полного объема жидкости.

Повышение устойчивости технологического оборудования

Основные мероприятия заключаются в сооружении над оборудованием специальных покрытий в виде кожухов, шатров, зонтов, защищающих его от повреждения обломками разрушающихся зданий.

При недостаточной устойчивости самого оборудования оно должно быть прочно закреплено на фундаментах анкерными болтами.

Максимально сокращаются запасы взрывоопасных, горючих и сильнодействующих веществ непосредственно на территории объекта, сверхнормативные запасы вывозятся на безопасное расстояние.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под устойчивостью функционирования производственного объекта в ЧС?
2. Что представляют собой слабые, средние, сильные и полные разрушения зданий и сооружений?
3. Что понимается под критерием (пределом) устойчивости функционирования производственного объекта в ЧС?
4. В чем заключается методика оценки устойчивости производственного объекта к воздействию воздушной ударной волны?
5. Каковы мероприятия для повышения устойчивости функционирования производственного объекта к воздействию воздушной ударной волны?

Список литературы

1. Дорожко, С. В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие : в 3 ч. / С. В. Дорожко, И. В. Ролевич, В. Т. Пустовит. – Минск : Дикта, 2010. – Ч. 1: Чрезвычайные ситуации и их предупреждение. – 292 с.
2. Мисун, Л. В. Защита населения от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : учебное пособие / Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, Т. В. Севастюк. – Минск : БГАТУ, 2016. – 224 с.

Практическая работа № 4

КАТЕГОРИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПО ВЗРЫВО- И ПОЖАРООПАСНОСТИ. ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Цель работы: освоить методику определения категории зданий и сооружений по взрыво- и пожароопасности для объектов АПК, методику оценки инженерной защиты.

Порядок выполнения работы: ознакомиться с методикой выполнения расчета; рассчитать избыточное давление взрыва для горючих газов (ГГ), паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих (ГЖ) жидкостей; сделать заключение о категории помещения по взрыво- и пожароопасности; дать оценку инженерной защиты.

Общие положения

Под *пожаром* понимают неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей. Он может принимать различные формы, однако все они сводятся к химической реакции между горючим веществом и кислородом воздуха (или другим окислителем), возникшей при наличии инициатора горения или в результате самовоспламенения.

Образование пламени связано с газообразным состоянием веществ, поэтому горение жидких и твердых веществ предполагает их переход в газообразную фазу. В случае горения жидкостей этот процесс обычно заключается в кипении с испарением у поверхности.

Воспламенение – это возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Пожаро- и взрывоопасность веществ характеризуется следующими параметрами: температурой воспламенения, вспышки, самовозгорания; нижним и верхним концентрационными пределами воспламенения; скоростью распространения пламени; линейной и массовой (г/с) скоростями горения и выгорания веществ.

Пожаро- и взрывоопасность производства определяется параметрами пожароопасности, количеством используемых в технологических процессах материалов и веществ, конструктивными особенностями и режимами работы оборудования, наличием возможных

источников зажигания и условий для быстрого распространения огня в случае пожара.

Температура воспламенения – минимальная температура веществ, при которой происходит возгорание.

Температура вспышки – минимальная температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются газы и пары, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания.

Вспыхивание – быстрое сгорание без образования сжатых газов.

Температура самовозгорания – самая низкая температура, при которой происходит увеличение скорости экзотермической реакции (при отсутствии источника зажигания), заканчивающейся пламенным горением.

Нижний концентрационный предел воспламенения (НКПВ) – минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя.

Верхний концентрационный предел воспламенения (ВКПВ) – максимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой возможно распространение пламени.

Наиболее опасны горючие смеси с малым НКПВ и большим ВКПВ. К таким смесям относятся водород–воздух (НКПВ – 4,1 %, ВКПВ – 74,5 %), ацетилен–воздух (НКПВ – 2,3 %, ВКПВ – 81 %) и др.

Все объекты в соответствии с характером технологического процесса по взрыво- и пожароопасности подразделяются на 5 категорий (табл. 4.1). Нормы, приведенные в табл. 4.1, не распространяются на здания для производства и хранения взрывчатых веществ, средств инициирования взрывов, на здания и сооружения, проектируемые по специальным нормам и правилам, утвержденным в установленном порядке.

Категории взрыво- и пожароопасности зданий определяют для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода исходя из вида находящихся в аппаратах и помещениях горючих веществ и материалов, их количества, пожарных свойств и особенностей технологических процессов.

Пожарные свойства веществ и материалов определяют на основании результатов испытаний или расчетов по стандартным методикам с учетом параметров состояния (давления, температуры и т. д.).

Таблица 4.1

Категории зданий по взрыво- и пожароопасности

Категория	Характеристика веществ и материалов, находящихся (образующихся) в помещении
А (взрыво- пожаро- опасная)	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости (температура вспышки не выше 28 °С) в таком количестве, что могут образовываться взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б (взрыво- пожаро- опасная)	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости (температура вспышки выше 28 °С), горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1–В4 (пожаро- опасные)	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в т. ч. пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они хранятся или обращаются, не относятся к категории А или Б
Г1–Г2	Негорючие вещества и материалы в горячем или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени (Г2); горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигают и утилизируют в качестве топлива (Г1)
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Категорию помещений определяют путем последовательной проверки их принадлежности к категориям от высшей (А) к низшей (Д) в соответствии со следующими рекомендациями:

1. Здание относят к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в нем превышает 5 % площади всех помещений или 200 м². Если помещения оборудованы установками автоматического пожаротушения, допускается не относить к категории А здания и сооружения, в которых доля помещений категории А составляет менее 25 % (но не более 1000 м²).

2. Здания и сооружения относят к категории Б, если они не относятся к категории А и суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммарной площади всех помещений или 200 м². Если помещения категорий А и Б оборудованы установками автоматического пожаротушения, допускается не относить к категории Б здания, в которых суммарная площадь помещений не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²).

3. Здание относят к категории В, если оно не относится к категориям А и Б и суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5 % (10 %, если в здании нет помещений категорий А и Б) суммарной площади всех помещений. Если помещения категорий А, Б, В оборудованы установками автоматического пожаротушения, допускается не относить к категории В здания, в которых суммарная площадь помещений А, Б и В не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м²).

4. Здание относят к категории Г, если здание не относится к категориям А, Б и В и суммарная площадь помещений А, Б, В и Г превышает 5 % суммарной площади всех помещений. Допускается не относить здание к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м²), а помещения категорий А, Б, В и Г оборудованы установками автоматического пожаротушения.

5. Здания, не отнесенные к категориям А, Б, В и Г, относят к категории Д.

Практическая часть

При нахождении значений критериев взрыво- и пожароопасности в качестве расчетного следует принимать самый неблагоприятный вариант аварии или такой период нормальной работы аппаратов,

при котором во взрыве участвует максимальное количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва.

Чтобы определить категорию здания по взрыво- и пожароопасности, необходимо рассчитать избыточное давление взрыва ΔP и сравнить его со значениями, приведенными в табл. 4.1.

Пример расчета избыточного давления взрыва ΔP для горючих газов, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

Расчет избыточного давления взрыва для горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, N, Br, I, F, производится по формуле

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}}} \frac{100}{C_{\text{ст}}} \frac{1}{K_{\text{н}}} \frac{1}{\rho_{\Gamma(\text{н})}}, \quad (4.1)$$

где P_{\max} – максимальное давление взрыва стехиометрической газовой или паровоздушной смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным (при отсутствии данных допускается принимать $P_{\max} = 900$ кПа);

P_0 – начальное давление, кПа (допускается принимать $P_0 = 101$ кПа);

m – масса ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, вышедших в результате расчетной аварии в помещение, кг;

z – коэффициент участия горючего во взрыве;

$V_{\text{св}}$ – свободный объем помещения, м³;

$\rho_{\Gamma(\text{н})}$ – плотность газа или пара, кг/м³;

$C_{\text{ст}}$ – стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (об.), вычисляемая по формуле (4.8);

$K_{\text{н}}$ – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения (допускается принимать $K_{\text{н}} = 3$).

Масса ГГ и паров ЛВЖ и ГЖ, кг:

$$m = (V_{\text{а}} - V_{\text{т}}) \rho_{\Gamma(\text{н})}, \quad (4.2)$$

где $V_{\text{а}}$ – объем газа, вышедшего из аппарата, м³;

$V_{\text{т}}$ – объем газа, вышедшего из трубопровода, м³.

$$V_{\text{а}} = 0,01P_1V, \quad (4.3)$$

где P_1 – давление в аппарате, кПа;

V – объем аппарата, м³.

$$V_T = V_{1T} V_{2T}, \quad (4.4)$$

где V_{1T} – объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м^3 ;
 V_{2T} – объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м^3 .

$$V_{1T} = qT, \quad (4.5)$$

где q – расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и других параметров, $\text{м}^3/\text{с}$;

T – расчетное время отключения трубопроводов, с; определяется в каждом конкретном случае исходя из реальной обстановки, должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчетной аварии.

Значение T следует принимать равным:

а) времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов (10 с);

б) 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;

в) 300 с при ручном отключении.

Под временем срабатывания (временем отключения) следует понимать промежуток времени от начала возможного поступления горючего вещества из трубопровода (разрыв, изменение нормального давления и т. д.) до полного прекращения поступления газа или жидкости в помещение. Для общих случаев:

$$V_{2T} = 0,01\pi P_2 (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n), \quad (4.6)$$

где P_2 – максимальное давление в трубопроводе по техническому регламенту, кПа;

r_1, r_2, \dots, r_n – внутренний радиус трубопроводов, м;

L_1, L_2, \dots, L_n – длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

Коэффициент участия горючего во взрыве z рассчитывается по характеру распределения газов и паров в объеме помещения (табл. 4.2).

Значение величины z для некоторых горючих веществ

Вид горючего вещества	Значение z
Водород	1,0
Газы (кроме водорода)	0,5
ЛВЖ и ГЖ, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
ЛВЖ и ГЖ, нагретые ниже температуры вспышки, если возможно образование аэрозоля	0,3
ЛВЖ и ГЖ, нагретые ниже температуры вспышки, если образование аэрозоля невозможно	0

Свободный объем помещения, м^3 , определяют как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно равным 80 % геометрического объема помещения.

Плотность газа или пара при расчетной температуре рассчитывается по формуле

$$\rho_{r(n)} = \frac{M}{V_0 + 0,367t_p}, \quad (4.7)$$

где M – молярная масса, кг/кмоль;

V_0 – молярный объем, равный $22,413 \text{ м}^3/\text{кмоль}$;

t_p – расчетная температура, $^{\circ}\text{C}$.

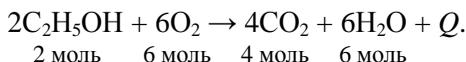
В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в данном помещении в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом ее возможного повышения в аварийной ситуации. Если такое значение расчетной температуры по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной $61 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, %:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84\beta}, \quad (4.8)$$

где β – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции горения.

Стехиометрические коэффициенты – это небольшие числа, которые показывают, в каком количестве реагируют и образуются вещества в результате реакции. Стехиометрические коэффициенты подбирают в соответствии с законом сохранения вещества (количество атомов до и после реакции должно быть одинаковым):



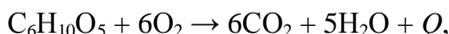
Стехиометрический коэффициент можно также рассчитать по формуле

$$\beta = n_{\text{C}} + \frac{n_{\text{H}}}{4} - \frac{n_{\text{O}}}{2} - \frac{n_{\text{X}}}{4}, \quad (4.9)$$

где n_{C} , n_{H} , n_{O} , n_{X} – число атомов С, Н, О и галогенов в молекуле горючего.

Пример определения β

Необходимо определить стехиометрический коэффициент кислорода в реакции горения хлопковой пыли. Формула хлопка – $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$. Уравнение реакции горения:



для которого $n_{\text{C}} = 6$; $n_{\text{H}} = 10$; $n_{\text{O}} = 5$; $n_{\text{X}} = 0$, $\beta = 6 + (10 - 0) / 4 - 5 / 2 = 6$.

Стехиометрический коэффициент $\beta = 6$, что равно числу молекул кислорода, участвующих в реакции горения (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Реакции горения

Название горючего вещества	Формула горючего вещества	Формула горения вещества	Молярная масса
Метан	CH_4	$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + Q$	16
Этилен	C_2H_4	$\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + Q$	28
Ацетилен	C_2H_2	$2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + Q$	26
Ацетон	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3\text{-C-CH}_3 \end{array}$	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O} + 4\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + Q$	58
Этанол	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$2\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 6\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + Q$	46

Оценка инженерной защиты

Инженерная защита рабочих и служащих – комплекс мероприятий, направленных на создание фонда сооружений, обеспечивающих защиту населения и работающих на производстве от поражающих факторов ЧС. Определяется возможность укрытия наибольшей работающей смены в имеющихся защитных сооружениях. Оценка инженерной защиты рабочих и служащих производственного объекта производится в следующей последовательности.

Оценка защитных сооружений по вместимости

Количество мест для укрываемых M на имеющейся площади основного помещения (помещения для размещения людей, пункта управления и медпункта) устанавливается исходя из установленных норм на одного человека:

$$M = \frac{S_{\text{осн}}}{S_1}, \quad (4.10)$$

где $S_{\text{осн}}$ – площадь пола основного помещения на одного укрываемого, м^2 ;

S_1 – норма площади пола основного помещения на одного укрываемого, м^2 .

Соответствие объема помещения V_1 установленной норме на одного укрываемого (не менее $1,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$) в зоне герметизации определяется по формуле

$$V_1 = \frac{S_{\text{общ}} h}{M}, \quad (4.11)$$

где $S_{\text{общ}}$ – площадь всех помещений, м^2 ;

h – высота помещения, м;

M – количество мест для укрываемых в убежище.

Проверяется соответствие площади $S_{\text{всп}}$, м^2 , вспомогательных помещений (фильтровентиляционные камеры, санузлы, помещения дизельной электростанции (ДЭС), помещения с баками для воды, помещения для станции перекачки фекальных вод, тамбуры, шлюзы и др.) установленным нормам:

$$S_{\text{всп}} = MS_2, \quad (4.12)$$

где M – количество мест для укрываемых;

S_2 – норма площади вспомогательного помещения на одного укрываемого, м^2 (прилож. 2, табл. 1).

Рассчитывается необходимое количество мест для отдыха персонала:

$$H = MD, \quad (4.13)$$

где M – количество мест для укрываемых в защитном сооружении;

D – установленная норма (0,2 – при двухъярусном расположении нар, 0,3 – при трехъярусном).

Определяется коэффициент вместимости, который характеризует возможности защитного сооружения для укрытия людей:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{общ}}}{N}, \quad (4.14)$$

где $M_{\text{общ}}$ – количество мест для укрываемых;

N – численность персонала, подлежащего укрытию (численность рабочей смены).

Оценка защитных свойств сооружения

Определяются защитные свойства по ионизирующим излучениям – коэффициенту ослабления радиации:

$$K_{\text{осл}} = K_{\text{звс}} 2^{\frac{h}{d_{\text{пол}}}}, \quad (4.15)$$

где $K_{\text{звс}}$ – коэффициент, учитывающий условия расположения защитного сооружения (характер окружающей застройки) (прилож. 2, табл. 2);

h – толщина слоя материала конструкции защитного сооружения, см;

$d_{\text{пол}}$ – толщина слоя половинного ослабления, см (прилож. 2, табл. 3).

Для защитных сооружений, имеющих многослойное перекрытие из разных материалов, $K_{\text{осл}}$ определяется по формуле

$$K_{\text{осл}} = K_{\text{звс}} 2^{\frac{h}{d_{\text{пол}}}} 2^{\frac{h_1}{d_1}}. \quad (4.16)$$

Для определения необходимой толщины стен защитного сооружения при приведенном коэффициенте ослабления используется зависимость

$$h = d_{\text{пол}} \ln K_{\text{осл}} / 0,693. \quad (4.17)$$

Оценка систем жизнеобеспечения защитных сооружений

Для обеспечения жизнедеятельности укрываемых защитные сооружения оборудуются системами воздухообеспечения, водообеспечения, электроснабжения, связи и санитарно-технической системой.

При *оценке системы воздухообмена* выбирается тип, состав и параметры фильтровентиляционных комплектов (ФВК), определяется количество воздуха, подаваемого системой в режимах: I – чистой вентиляции (наружный воздух очищается только от пыли); II – фильтровентиляции (наружный воздух очищается от отравляющих веществ, сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) и биологических средств).

Определяется количество укрываемых, которое система может обеспечить очищенным воздухом:

$$M_{\text{жо}} = \frac{W_o}{W_n}, \quad (4.18)$$

где W_o – общая производительность системы воздухообеспечения, м³/ч;

W_n – норма подачи воздуха на одного человека, м³/ч (в режиме чистой вентиляции – 8 м³/ч, в режиме фильтровентиляции – 2 м³/ч).

Для *оценки системы водоснабжения* используется формула

$$N_{\text{вод}} = \frac{W_{\text{о. вод}}}{W_{1н} C}, \quad (4.19)$$

где $W_{\text{о. вод}}$ – общий запас воды в защитном сооружении;

$W_{1н}$ – норма обеспечения водой одного укрываемого в сутки (принимается $W_{1н} = 3$ л);

C – заданный срок пребывания укрываемых в защитном сооружении, сут.

При *оценке санитарно-технических систем* определяется количество укрываемых исходя из существующих норм:

- напольная чаша (унитаз) для женщин рассчитана на 75 человек;
- напольная чаша (унитаз) и писсуар (два прибора) для мужчин – на 150 человек;
- умывальник – на 200 человек (не менее одного на санузел).

В помещении санузла должен размещаться аварийный резервуар для сбора стоков. Вместимость резервуара определяется из расчета 2 л сточных вод в сутки на одного укрываемого.

На основании расчетов определяется количество обслуживаемых системой укрываемых:

$$N_{\text{о. ст}} = \frac{W_{\text{о. ст}}}{W_{\text{н}} C}, \quad (4.20)$$

где $W_{\text{о. ст}}$ – общая вместимость санитарно-технической системы;

$W_{\text{н}}$ – норма сточных вод на одного укрываемого в сутки.

На основании расчетов оценивается возможность системы жизнеобеспечения по минимальному показателю. Определяющим показателем является система воздухообеспечения.

Оценка защитных сооружений по своевременному укрытию людей

Оценка проводится в зависимости от расположения защитных сооружений относительно мест работы. При расчетах принимают следующие нормативные показатели: движение от места работы до убежища – 100 м за 2 мин, время заполнения убежища – 2 мин.

Оценку надо проводить по плану предприятия, на котором указано размещение защитных сооружений, обозначены цеха, количество производственного персонала. В расчет принимаются только те защитные сооружения, которые отвечают требованиям по защитным свойствам и системам жизнеобеспечения.

Требования к защитным сооружениям гражданской обороны

Защитные сооружения гражданской обороны (ГО) предназначены для защиты в военное время укрываемых людей от воздействия

оружия массового поражения, но могут использоваться и в мирное время для нужд народного хозяйства. При проектировании помещений, приспособляемых под защитное сооружение, предусматривают наиболее экономичные объемно-планировочные и конструктивные решения. Габариты помещений следует принимать минимальными, обеспечивающими эффективное использование их в мирное время.

Убежища следует размещать в подвальных, цокольных и первых этажах зданий и сооружений.

Строительство отдельно стоящих заглубленных убежищ допускается при невозможности устройства встроенных. Убежища следует размещать под зданиями меньшей этажности, а отдельно стоящие – на расстоянии от зданий и сооружений, равном их высоте. Убежища должны находиться вблизи мест работы и проживания людей. При проектировании встроенных убежищ, если покрытие не обеспечивает требуемую защиту от проникающей радиации и от высоких температур при пожарах, следует предусматривать подсыпку грунта по покрытию слоем до 1 м, а при необходимости – прокладку в ней инженерных коммуникаций. Для отдельно стоящих убежищ предусматривается поверх покрытия подсыпка грунта слоем не менее 0,5 м и не более 1 м при отношении высоты откоса к его заложению не более 1:2, а также вынос бровки откоса не менее чем на 1 м.

Убежища должны быть защищены от возможного затопления дождевыми водами и другими жидкостями при разрушении емкостей, иметь хорошие гидроизоляцию, герметизацию и термоизоляцию.

Противорадиационное укрытие (ПРУ) следует размещать в подвальных, цокольных и первых этажах сооружений и вновь строящихся зданий и в отдельно стоящих сооружениях.

Объемно-планировочные решения защитных сооружений

В убежищах предусматриваются:

– основные помещения (помещения для укрываемых, пункт управления, медицинские пункты);

– вспомогательные помещения (фильтровентиляционные помещения, санитарные узлы, защищенные дизельные электростанции, электропитовая, помещения для хранения продовольствия, станции перекачки, баллонная, тамбур-шлюз, тамбуры и др.).

Норма площади пола основного помещения на одного укрываемого принимается равной 0,5 м² при двухъярусном и 0,4 м² при

трехъярусном расположении нар. Внутренний объем помещения должен составлять не менее $1,5 \text{ м}^3$ на одного укрываемого.

Высота помещений убежищ принимается не более 3,5 м. При высоте помещений от 2,15 до 2,9 м предусматривается двухъярусное расположение нар, а при высоте 2,9 м и более – трехъярусное. Предусматриваются места для сидения $0,45 \times 0,45 \text{ м}$ на одного человека, а места для лежания – $1,8 \times 0,55 \text{ м}$. Высота нар первого яруса должна находиться на расстоянии 0,45 м от пола, второго яруса – 1,4 м, третьего яруса – 2,15 м, а расстояние от верхнего яруса до выступающих конструкций перекрытия должно составлять не менее 0,75 м.

Вместимость убежища определяется суммированием мест для сидения (на первом ярусе) и лежания (на втором и третьем ярусах) и принимается, как правило, не менее 150 человек.

Количество мест для лежания при двухъярусном расположении нар – 20 %, при трехъярусном – 30 % вместимости убежища.

Ширину прохода на уровне скамей для сидения следует принимать:

– между поперечными рядами – 0,7 м (при количестве мест в ряду не более 12);

– между продольными рядами и торцами поперечных рядов – 0,75 м;

– между продольными рядами – 0,85 м (при количестве мест в ряду не более 20 и одностороннем выходе).

Сквозные проходы между поперечными рядами – 0,9 м, между продольными – 1,2 м.

Пункт управления (ПУ) предусматривается при одном из убежищ на предприятиях с числом работающих в наибольшей смене 600 человек и более и располагается вблизи одного из выходов. Общее число работающих в ПУ – до 10 человек, норма площади на одного работающего – 2 м.

Медпункт в убежищах при их вместимости 900–1200 человек предусматривается площадью 9 м^2 . Если вместимость убежища более 1200 человек, то на каждые 100 человек сверх этого площадь медпункта увеличивается дополнительно на 1 м^2 . Медпункт размещают на возможно большем удалении от фильтровентиляционной камеры и дизельной электростанции (ДЭС).

На каждые 500 человек укрываемых предусматривается один санитарный пост площадью 2 м^2 , но не менее одного поста на убежище.

Площади вспомогательных помещений убежищ с двумя режимами вентиляции следует принимать из расчета:

– без автономных (защищенных) систем водоснабжения, электроснабжения, без регенерации воздуха при вместимости 150–450 человек – 0,12 м²/чел.;

1) при наличии ДЭС, но без автономного источника водоснабжения при вместимости:

- до 600 человек – 0,13 м²/чел.;
- 600–1200 человек – 0,12 м²/чел.;
- 1200 и более человек – 0,11 м²/чел.;

2) с автономными системами электроснабжения, водоснабжения и с кондиционированием воздуха (источник холода – вода в резервуаре на защищенной площади) при вместимости:

- до 600 человек – 0,23 м²/чел.;
- 600–1200 человек – 0,22 м²/чел.;
- 1200 и более человек – 0,2 м²/чел.

Для фильтровентиляционного оборудования предусматриваются фильтровентиляционные помещения, располагаемые у стен. Размеры определяются габаритами оборудования и площадью, необходимой для его обслуживания. В современных убежищах применяют фильтровентиляционные комплекты ФВК-1 или ФВК-2; один такой комплект рассчитан на 150 человек и устанавливается в помещении площадью 9–12 м².

Санитарные узлы устраиваются отдельно для мужчин и женщин. Помещения санузлов должны примыкать к наружным стенам убежища и располагаться на возможно большем удалении от автономных источников водоснабжения. Входы и выходы должны устанавливаться через тамбуры. Напольные чаши (унитазы) должны размещаться в отдельных кабинах с дверьми. Размеры кабин при открывании дверей наружу – 1,2×0,9 м.

Ширина проходов между двумя рядами кабин уборных – 1,5 м, а между рядами кабин и стеной или перегородкой – 1,1 м.

Помещения для ДЭС располагаются у наружной стены здания и отделяются от других помещений герметичной несгораемой стеной (перегородкой) с пределом огнестойкости 1 ч. Входы в ДЭС из убежища должны быть оборудованы тамбуром с двумя герметическими дверями, открывающимися в сторону убежища. Площадь помещения для ДЭС определяется габаритами оборудования и выбирается в пределах 16–20 м.

Помещение для хранения продовольствия при численности укрываемых до 150 человек следует принимать площадью 5 м²,

на каждые последующие 150 человек площадь помещения увеличивается на 3 м². Количество помещений принимается из расчета одно на 600 укрываемых.

В убежищах предусматриваются защищенные входы и выходы. Количество входов (не менее двух) принимается в зависимости от вместимости убежища и количества укрываемых, приходящихся на один вход. При вместимости убежища до 300 человек допускается устраивать один вход, при этом вторым входом должен быть аварийный выход в виде тоннеля, внутренний размер которого 1,2×2 м, дверной проем – 0,8×1,8 м.

Входы оборудуются тамбурами, с наружной стороны которых предусматриваются защитно-герметические двери, а с внутренней стороны – герметические. Двери должны открываться по ходу эвакуации людей.

Для убежищ вместимостью 300 человек и более следует предусматривать при одном из входов тамбур-шлюз площадью 8 м² при ширине дверного проема 0,8 м и площадью 10 м² при ширине дверного проема 1,2 м.

Для убежищ вместимостью от 300 до 600 человек устраивается однокамерный, а с большей вместимостью – двухкамерный тамбур-шлюз.

Помещения, приспособляемые под убежища, должны иметь аварийный выход.

В убежищах вместимостью 600 и более человек аварийный выход должен быть совмещен с одним из выходов, иметь лестничный спуск и представлять собой тоннель, внутренний размер которого 1,2×2 м. Выход из убежища в тоннель осуществляется через тамбур.

В отдельно стоящих убежищах допускается один из выходов, расположенных вне зоны возможных завалов, проектировать как аварийный.

В убежищах вместимостью 600 человек допускается предусматривать аварийный выход в виде тоннеля, внутренний размер которого 0,9×1,3 м. Шахта оборудуется защищенным оголовком высотой 1,2 или 0,5 м в зависимости от удаления его от здания. Выход из убежища в тоннель оборудуют защитно-герметической дверью и герметическими ставнями, установленными с наружной стены.

Количество входов в убежище определяется расчетом. Ориентировочно принимают 200 человек на дверной проем размером 0,8×1,8 м, 300 человек – на проем 1,2×2 м. При планировании убежищ применяется сетка колонн 6×6, 4,5×6 и 3×6 м.

Требования к ПРУ вместимостью до 50 человек

В ПРУ имеются основные помещения (места для размещения укрываемых людей, санитарные посты и медпункт) и вспомогательные (санузлы, вентиляционная камера и комнаты для хранения загрязненной одежды).

Площадь помещений (высота – не менее 1,9 м):

– для укрываемых – $0,5 \text{ м}^2$ на 1 человека (не менее $1,5 \text{ м}^3$ на 1 человека);

– для загрязненной одежды – $0,07 \text{ м}^2$ на 1 человека;

– санитарный узел – $1,0\text{--}1,5 \text{ м}^2$;

– для вентиляционного оборудования – $2\text{--}3 \text{ м}^2$ (при естественной вентиляции с электроручным вентилятором (ЭРВ) или простейшим механическим оборудованием – $0,8\text{--}1 \text{ м}^2$).

При вместимости до 50 человек допускается один вход $0,8 \times 1,8 \text{ м}$ и эвакуационный выход через люк размером $0,6 \times 0,8 \text{ м}$ с вертикальной лестницей. В ПРУ на 5–10 человек, в погребах или в подвалах малоэтажных зданий входом может служить обычный люк. Если под ПРУ готовится перекрытая щель вместимостью 20 и более человек, то устраиваются два входа.

Оборудование:

– нары $0,55 \times 1,8 \text{ м}$ на 20 % укрываемых;

– сиденья $0,45 \times 0,45 \text{ м}$ на всех укрываемых.

Вентиляция:

– естественная;

– с механическим побуждением: ЭРВ-72, веловентилятор, мехмешки.

Естественная вентиляция – приточный и вытяжной короба сечением не менее $10 \times 10 \text{ см}$ на 10 человек плюс 10 см^2 на каждого последующего укрываемого. В приточном коробе – фильтр (3–4 слоя мешковины или 25–30 см уплотненного сена). Низ приточного короба – в 20–25 см от пола, вытяжного – под потолком. Короба обору́дуются заслонками и козырьками.

Водообеспечение и канализация централизованные. Создается запас воды – 3 л на человека и не менее чем на 2 сут.

При отсутствии канализационной системы и при вместимости ПРУ до 50 человек устанавливается плотно закрываемая тара вместимостью 2 л на 1 человека и не менее чем на 2 сут. Место для бачка – $0,5 \text{ м}^2$.

Отопление – централизованное. При его отсутствии – печь малая металлическая. Место для печки – $0,6\text{--}0,8 \text{ м}^2$.

Освещение – аккумулятор, электрический фонарик, шахтерские лампочки (с закрытым огнем).

Связь – телефон, приемник, радиоточка, посыльный.

Аптечка – набор лекарств (сердечных, успокаивающих, от головной боли, желудочных, йод, бинты).

Шанцевый и слесарный инструмент (топор, пилы, лопаты, кирка, багор, молоток, клещи и др.).

Пример расчета

Количество укрываемых: $M = 150$ чел.

Высота убежища: $h = 2,8$ м.

Срок нахождения в убежище: 2 сут.

Материал конструкции убежища – бетон.

Решение

1. Находим площадь пола основного помещения из формулы (4.10):

$$S_{\text{осн}} = S_1 M = 0,5 \cdot 150 = 75 \text{ м}^2.$$

2. Рассчитываем площадь пола вспомогательных помещений по формуле (4.12):

$$S_{\text{всп}} = M S_2 = 0,23 \cdot 150 = 34,5 \text{ м}^2 \text{ (принимаем } 35 \text{ м}^2).$$

Общая площадь убежища:

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{осн}} + S_{\text{всп}} = 0,23 \cdot 150 = 34,5 \text{ м}^2.$$

3. Проверяем соответствие объема помещения требованиям (норма – не менее $1,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$):

$$V_1 = \frac{S_{\text{общ}} h}{M} = \frac{110 \times 2,8}{150} = 2,05 \text{ м}^3/\text{чел.}$$

Выбираем ширину убежища, которая кратна 6; 12; 18; 24 м и т. д. Принимаем $B = 6$ м.

4. Рассчитываем длину убежища L :

$$L = S_{\text{общ}} / B = 110 / 6 \approx 18 \text{ м.}$$

При планировании убежища применяется сетка колонн 6×6 , $4,5 \times 6$, 3×6 м.

5. Рассчитываем необходимое количество мест для отдыха персонала:

$$H = MD = H = 150 \cdot 0,2 = 30.$$

6. Находим необходимое количество комплектов ФВК-1 в убежище:

$$n = 150 / 150 = 1.$$

7. Определяем объем емкости для аварийного запаса воды на двое суток:

$$N_{\text{вод}} = MW_1C = 150 \cdot 3 \cdot 2 = 150 \text{ л.}$$

8. Рассчитываем объем емкости для сбора фекальных вод:

$$N_{\text{ст}} = MW_nC = 150 \cdot 2 \cdot 2 = 600 \text{ л.}$$

9. Устанавливаем необходимое количество умывальников:

$$N_{\text{ум}} = 150 / 200 = 1.$$

10. Принимаем, что в убежище 50 % женщин и 50 % мужчин. Определяем необходимое количество унитазов для женщин:

$$N_{\text{уж}} = 75 / 75 = 1.$$

11. Рассчитываем необходимое количество санитарных комплектов (унитазы и писсуары) для мужчин:

$$N_{\text{ум}} = 75 / 150 = 1.$$

12. Находим необходимое количество входов в убежище на 300 человек. Принимаем $N_{\text{вх}} = 1$, размер входа – 1,2×2 м.

13. Определяем толщину стен убежища при значении коэффициента ослабления (защиты) $K_{\text{осл}} = 1000$ (прилож. 2, табл. 3):

$$h = d_{\text{пол}} \ln K_{\text{осл}} / 0,693 = 5,6 \ln 1000 / 0,693 = 56 \text{ см.}$$

Толщина стен из бетона с требуемой защитой должна составлять не менее 56 см.

Варианты заданий представлены в табл. 4.4, 4.5.

Таблица 4.4

Проектирование убежища

Номер варианта	Количество укрываемых М	Высота убежища h	Срок нахождения в убежище, сут	Материал конструкции убежища
0	150	2,8	2	Бетон
1	140	2,6	2	Бетон
2	90	2,6	3	Бетон
3	100	2,4	3	Бетон
4	120	2,4	2	Железобетон
5	140	2,3	3	Железобетон
6	160	2,3	2	Железобетон
7	120	2,5	3	Кирпич
8	90	2,6	2	Бетон
9	100	2,8	3	Бетон
10	120	2,7	3	Бетон
11	140	2,4	3	Бетон
12	135	2,4	3	Кирпич
13	110	2,4	2	Бетон
14	115	2,5	2	Бетон
15	155	2,3	2	Бетон
16	140	2,3	3	Железобетон
17	95	2,6	2	Железобетон
18	135	2,3	3	Кирпич
19	145	2,4	2	Бетон
20	100	2,3	3	Бетон
21	120	2,6	2	Бетон
22	135	2,7	3	Бетон
23	110	2,8	2	Железобетон
24	120	2,3	3	Железобетон
25	90	2,3	2	Кирпич
26	110	2,3	2	Бетон
27	145	2,4	3	Бетон
28	120	2,3	3	Бетон
29	130	2,4	3	Железобетон
30	100	2,7	3	Кирпич

Примечание: для расчета рекомендуется принимать, что убежища относятся к классу А-1У, имеют коэффициент ослабления 1000, рассчитаны на избыточное давление 100 кПа.

Таблица 4.5

Оборудование под ПРУ щелей, заглубленных и наземных помещений

Но- мер вари- анта	Вид сооружения, здания, которое оборудуется под покрытие	Количество укрывае- мых М, чел.	$K_{тр}$	Размеры поме- щения, м×м	Высота помеще- ния, м	Тип перекрытия
1	2	3	4	5	6	7
1	Открытая щель	6	50	10×1,5	2,0	—
2	Открытая щель	8	20	6×2	1,0	—
3	Открытая щель	17	60	10×3	2,2	—
4	Открытая щель	9	50	10×2	2,0	—
5	Силосная траншея	12	70	12×1,5	1,8	—
6	Подвал дере- вянного дома	9	100	3×4	2,2	Полы
7	Подвал дере- вянного дома	10	120	4×4	2,0	Жерди, полы
8	Подвал железобетонного дома	15	100	5×4	1,9	Железобетонная плита, полы
9	Подвал кирпичного дома	12	150	3×3	2,3	Железобетонная плита, полы
10	Подвал кирпичного дома	13	140	Опре- делить	2,4	Железобетонная плита, полы
11	Подвал блочного дома	14	130	Опре- делить	2,6	Железобетонная плита, полы
12	Комната деревянного дома	6	100	Опре- делить	2,8	Доски
13	Комната деревянного дома	8	80	5×5	2,8	Доски
14	Комната кирпичного дома	7	150	3×3	2,7	Железобетонная плита
15	Комната кирпичного дома	9	140	4×2,5	3,0	Железобетонная плита
16	Комната панельного дома	11	150	3×3	2,9	Железобетонная плита

1	2	3	4	5	6	7
17	Комната панельного дома	5	130	4×3	2,8	Железобетонная плита
18	Перекрытая щель	14	200	Определить	1,9	Жерди, грунт 20 см
19	Перекрытая щель	17	180	3×4	2,0	Доски, грунт 30 см
20	Перекрытая щель	20	150	10×2	23	Бревна, грунт 10 см
21	Перекрытая щель	18	100	6×1,5	2,1	Бревна, грунт 15 см
22	Погреб с наклонным входом	14	80	3×3	1,9	Жерди, грунт 10 см
23	Погреб с наклонным входом	8	120	2,5×2,5	13	Жерди, грунт 20 см
24	Погреб с вертикальным входом	7	100	3×4	2,1	Бревна, грунт 30 см
25	Погреб с вертикальным входом	6	150	4×2,5	2,3	Железобетонная плита
26	Погреб с наклонным входом	4	80	3×3	2,2	Железобетонная плита, грунт 10 см
27	Погреб с наклонным входом	9	60	4×3	2,0	Железобетонная плита, грунт 20 см

Контрольные вопросы

1. Как происходит процесс возникновения пожара?
2. Что понимают под воспламенением?
3. Что понимают под нижним концентрационным пределом воспламенения?
4. Что понимают под верхним концентрационным пределом воспламенения?
5. Что понимают под температурой воспламенения?
6. Что понимают под температурой вспышки?
7. Что понимают под температурой самовозгорания?

8. Какими параметрами характеризуется пожаро- и взрывоопасность веществ?
9. Чем определяется пожаро- и взрывоопасность производства?
10. Исходя из чего определяют категории взрыво- и пожароопасности зданий?

Список литературы

1. Мисун, Л. В. Защита населения от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : учебное пособие / Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, Т. В. Севастюк. – Минск : БГАТУ, 2016. – 224 с.
2. ППБ Беларуси 01–2014. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь. – Введ. 01.07.2014. – Минск : НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси, 2014. – 155 с.
3. ТКП 474–2013 (02300). Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Введ. 15.04.2015. – Минск : НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси, 2013. – 66 с.

Практическая работа № 5

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

Цель работы: приобрести практические навыки прогнозирования и оценки радиационной обстановки.

Порядок выполнения работы: изучить теоретические материалы и использовать их при решении задач по вариантам согласно исходным данным.

Общие положения

При авариях на радиационно опасных объектах, а также при применении ядерного оружия радиоактивному заражению подвергаются воздух, местность и расположенные на ней сооружения, техника, имущество.

Под радиационной обстановкой понимают масштабы и степень радиационного загрязнения местности, оказывающие влияние на работу объектов народного хозяйства и жизнедеятельность населения. Основными показателями степени опасности для людей являются размеры зон радиоактивного загрязнения и мощность доз в них. Для принятия мер защиты и определения наиболее целесообразных действий там проводится оценка радиационной обстановки. Определяются различные варианты действий на загрязненной местности, проводится анализ полученных материалов и выбор наиболее целесообразных вариантов действий, обеспечивающих наименьшее облучение людей. Исследовать радиационную обстановку – значит определить и нанести на карту зоны радиоактивного загрязнения или мощность доз в некоторых точках местности.

Радиационная обстановка может быть исследована двумя методами: путем прогнозирования (расчетным методом) и по данным радиационной разведки (непосредственным измерением мощности доз излучения на загрязненной местности).

На объектах народного хозяйства радиационную обстановку оценивают, как правило, по данным разведки, а при наличии информации о параметрах ядерного взрыва и среднем ветре – в два этапа: сначала на основе прогнозирования, затем по данным радиационной разведки.

Исходными данными для прогнозирования радиационной обстановки являются координаты, мощность, вид и время ядерного взрыва (выявляются с помощью технических средств), направление и скорость среднего ветра (выявляются гидрометслужбой). Средним ветром называется ветер, средний по скорости и направлению во всем слое атмосферы от земной поверхности до уровня подъема облака ядерного взрыва.

Располагая данными о скорости и направлении среднего ветра, можно установить ось следа радиоактивного облака и время начала радиоактивного загрязнения на различном удалении от центра взрыва.

Оценка радиационной обстановки включает в себя:

- определение возможных доз облучения при действиях в зонах загрязнения;
- определение допустимой продолжительности пребывания в зонах загрязнения при заданной дозе излучения;
- определение необходимого количества смен для выполнения работ в зонах загрязнения;
- определение возможных потерь (людей, животных и т. д.) при действиях в зонах загрязнения.

Решение задач по оценке радиационной обстановки

Задача 1. Определить зону и подзону радиоактивного заражения, возможные потери, режим защиты людей, содержание животных и зараженность техники согласно следующим исходным данным: мощность взрыва $q = 200$ кт, среднее значение скорости ветра $v_B = 40$ км/ч, удаление от центра взрыва $l = 50$ км, коэффициент ослабления ПРУ $K_{осл} = 100$, тип домов – деревянные.

Согласно исходным данным (прилож. 3, табл. 1) определяем зону и подзону возможного радиоактивного заражения (прилож. 3, табл. 2, 3): значение эталонного уровня радиации для зоны Б (сильного радиоактивного заражения) подзоны 3 (Б-3) $P_3 = 160-240$ Р/ч, доза облучения до полного распада $D_\infty = 800-1200$ Р, загрязненность почвы радиоактивными веществами $Q = 3,2-4,8$ Ки/км².

Дозы однократного облучения людей D_1 и облучения за четверо суток D_{1-4} при заданном режиме работы людей (для рассматриваемого варианта – работа и нахождение на открытой местности – 12 ч, работа в ремонтной мастерской – 2 ч, нахождение в деревянном доме – 10 ч)

рассчитываются следующим образом. С учетом предложенного режима определяется средневзвешенный коэффициент ослабления:

$$C = \frac{24}{\frac{t_1}{K_{\text{осл. 1}}} + \frac{t_2}{K_{\text{осл. 2}}} + \frac{t_3}{K_{\text{осл. 3}}}},$$

где $K_{\text{осл. 1}}$, $K_{\text{осл. 2}}$, $K_{\text{осл. 3}}$ – значения коэффициентов ослабления (прилож. 3, табл. 4) соответственно для случаев, когда человек находится на открытой местности, в ремонтной мастерской и в деревянном доме. Тогда

$$C = \frac{24}{\frac{12}{1} + \frac{2}{10} + \frac{10}{3}} \gg 1,54.$$

Для определения значений D_1 и D_{1-4} используются следующие выражения:

$$D_1 = \frac{D_{\text{в}} K_{\text{Н1}}}{C};$$

$$D_{1-4} = \frac{D_{\text{в}} K_{\text{Н4}}}{C},$$

где $K_{\text{Н1}}$, $K_{\text{Н4}}$ – коэффициенты накопления дозы облучения соответственно за одни сутки и за четверо суток (прилож. 3, табл. 5).

$$D_1 = \frac{1200 \times 0,47}{1,54} = 366,23 \text{ Р};$$

$$D_{1-4} = \frac{1200 \times 0,58}{1,54} = 451,95 \text{ Р}.$$

Доза облучения крупного рогатого скота (КРС) за период до четырех суток, находящихся, например, 12 ч на пастбище и 12 ч на ферме, рассчитывается по формуле

$$D_{1-4} = \frac{D_{\text{в}} K_{\text{Н4}}}{K_{\text{осл}}},$$

Коэффициент ослабления (защиты) животных от облучения $K_{\text{осл. ж}}$ для рассматриваемого варианта их содержания равняется 1,82. Тогда

$$D_{1-4} = \frac{1200 \times 0,58}{1,82} = 382,42 \text{ Р.}$$

Для определения дозы облучения за 30 дней (D_{30}) озимых зерновых культур (фаза кушения, проростки 15–20 см) используется выражение

$$D_{30} = \frac{D_{\text{ж}} K_{\text{Н30}}}{K_{\text{осл}}},$$

где $K_{\text{осл. р}}$ – коэффициент ослабления (защиты) растений.

$$D_{30} = \frac{1200 \times 0,73}{1} = 876 \text{ Р.}$$

Согласно результатам расчетов и прилож. 3, табл. 6–8 возможные потери людей составляют 100 %, озимых зерновых (фаза кушения) – до 100 %; смертность животных (КРС) ≈ 10 %, их заболеваемость ≈ 98 %.

На следующем этапе решения задачи определяется зараженность техники после взрыва:

$$Q_{\text{T}} = 100 \times \frac{P_{\text{э}}}{K_{\text{сн}}},$$

где $K_{\text{сн}}$ – коэффициент снижения уровня радиации от момента времени после взрыва (прилож. 3, табл. 9).

Для рассматриваемого варианта принимаем время после взрыва t , равное двум суткам. Тогда

$$Q_{\text{T}} = 100 \times \frac{240}{104} = 230,77 \text{ мР/ч.}$$

Допустимые дозы однократного облучения (одноразового или в течение 4 сут):

- люди – до 50 Р (бэр);
- животные – до 150 Р.

Так как согласно расчетам дозы однократного облучения людей в 7,66 раза превышают допустимое значение, то необходимо разработать мероприятия по защите населения от воздействия источников ионизирующего излучения (ИИИ) (прилож. 3, табл. 10).

Устанавливаем режим защиты № 3:

– в ПРУ находиться трое суток, если $K_{\text{осл}} = 50$ (с выходом из ПРУ на 30–40 мин в первые и вторые сутки). В случае нахождения населения в ПРУ при $K_{\text{осл}} = 100$ доза облучения за первые сутки составляет

$$D_1 = \frac{1200 \times 0,47}{100} = 5,64 \text{ Р};$$

– в деревянных домах можно находиться четверо суток (с выходом из домов на 3–4 ч);

– на открытой местности применять СИЗ в течение десяти суток;

– эвакуацию людей разрешается проводить через двое суток.

Задача 2. Определить зону и подзону радиоактивного заражения по уровню радиации: $P_i = P_3 = 15 \text{ Р/ч}$.

Воспользуемся выражением для определения эталонного уровня радиации (P_3):

$$P_3 = P_i K_{\text{СНi}},$$

где $K_{\text{СНi}}$ – коэффициент снижения уровня радиации (прилож. 3, табл. 9). В данном случае $K_{\text{СНi}} = 3,7$ (3 ч после взрыва).

$$P_3 = 15 \cdot 3,7 = 55,5 \text{ Р/ч}.$$

По прилож. 3, табл. 3 определяется зона умеренного радиоактивного заражения А, подзона А-3.

Задача 3. Определить зону и подзону радиоактивного заражения по двум замерам уровня радиации $P_m = 3 \text{ Р/ч}$, $P_n = 2,5 \text{ Р/ч}$. Время взрыва неизвестно, время между замерами $\Delta t = 1 \text{ ч}$.

Рассчитывается показатель соотношения замеров уровней радиации:

$$n = \frac{P_n}{P_m} = \frac{2,5}{3,0} = 0,8.$$

Согласно прилож. 3, табл. 12 время, прошедшее от момента взрыва до второго замера уровня радиации, – 6 ч. Следовательно:

$$P_n = P_6 = 2,5 \text{ Р/ч};$$

$$P_3 = P_n K_{\text{СН6}} = 2,5 \cdot 8,6 = 21,5 \text{ Р/ч}.$$

Таким образом, замеры уровней радиации проводились в зоне А, подзоне А-2 (прилож. 3, табл. 3).

Задача 4. Определить время пребывания на зараженной местности по уровню радиации в начале работ и установленной дозе облучения $D = 10 \text{ Р}$. Условия работы – кабина мобильной сельскохозяйственной техники ($K_{\text{осл}} = 3$).

Определяется значение коэффициента η , учитывающего начало и продолжительность облучения (прилож. 3, табл. 13):

$$\eta = \frac{P_3}{D_y K_{\text{осл}}} = \frac{P_{\text{вх}} K_{\text{СН}}}{D_y K_{\text{осл}}},$$

$$\eta = \frac{5 \times 3,7}{10 \times 3} = 0,6.$$

Согласно расчетному значению η время пребывания на зараженной местности $T = 2 \text{ сут}$.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под радиационной обстановкой?
2. Какими методами может быть исследована радиационная обстановка?
3. Какие исходные данные необходимы для прогнозирования радиационной обстановки?
4. Какие операции включает в себя оценка радиационной обстановки?
5. Как определить зону и подзону радиоактивного заражения?
6. Что понимают под коэффициентом ослабления?
7. Каким образом определяется время пребывания на зараженной местности?
8. Каковы допустимые нормы зараженности поверхностей?

Список литературы

1. Гурачевский, В. Л. Радиационный контроль: физические основы и приборная база : методическое пособие / В. Л. Гурачевский. – Минск : Институт радиологии, 2010. – 166 с.

2. Дорожко, С. В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие : в 3 ч. / С. В. Дорожко, И. В. Ролевич, В. Т. Пустовит. – Минск : Дикта, 2010. – Ч. 1: Чрезвычайные ситуации и их предупреждение. – 292 с.

3. Мисун, Л. В. Защита населения от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : учебное пособие / Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, Т. В. Севастюк. – Минск : БГАТУ, 2016. – 224 с.

Практическая работа № 6

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЗИМЕТРОМ-РАДИОМЕТРОМ БЕЛРАД-04-01 РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Цель работы: расширить знания о приборах для радиационного контроля и оценки обстановки на местности, в жилых и рабочих помещениях.

Порядок выполнения работы: изучить устройство, принцип работы и технические характеристики прибора Белрад-04-01, порядок подготовки к работе и проведения измерений; овладеть практическими навыками выполнения измерений мощности эквивалентной дозы, плотности потока бета-частиц с загрязненных поверхностей.

Общие положения

Для оценки радиационной обстановки на местности, в жилых и рабочих помещениях разработаны различные типы приборов, в т. ч. для использования населением в бытовых условиях.

Для регистрации ионизирующих излучений используются дозиметрические и радиометрические приборы. *Дозиметром* называется прибор, предназначенный для измерения дозы излучения или величин, связанных с ней, например мощности дозы излучения. *Радиометром* называется прибор, позволяющий проводить измерения величин, характеризующих активность радиоактивных веществ, находящихся в окружающей среде, по числу происшедших радиоактивных распадов в единицу времени.

Приборы, выполняющие функции и дозиметра и радиометра, называются комбинированными (например, прибор Белрад-04-01).

В среде обитания человека постоянно присутствует радиационный фон. Он складывается из естественного радиационного фона и техногенного – от радиоактивных веществ и источников ионизирующих излучений, созданных человеком. Естественный радиационный фон создается естественными радиоактивными элементами, которые существуют в природе, и космическими излучениями в виде заряженных частиц, которые, обладая достаточно большой энергией, смогли пройти сквозь земную атмосферу и взаимодейст-

вуют с веществом вблизи поверхности Земли. Нормальный естественный радиационный фон может иметь различное значение в зависимости от местных условий. Среднее значение естественного радиационного фона, как правило, не превышает по мощности эквивалентной дозы величиной 0,25 мкЗв/ч (25 мкР/ч).

При обнаружении участков местности со значением мощности эквивалентной дозы гамма-излучения выше 0,6 мкЗв/ч необходимо немедленно поставить в известность местный Центр гигиены и эпидемиологии.

Результаты измерений дозиметром мощности экспозиционной дозы радиационного фона позволяют оценить радиационную обстановку в окружающей среде и ее опасность для человека.

Угрозу здоровью человека могут представлять радиоактивные вещества, находящиеся на поверхности окружающих его предметов.

Загрязненность поверхностей радиоактивными веществами определяется путем нахождения плотности потока ионизирующего излучения, которое создается вне этой поверхности радиоактивными атомами, входящими в состав радиоактивного загрязнения поверхности. Поэтому загрязненность поверхностей радиоактивными атомами измеряют в единицах плотности потока излучения, создаваемого этим загрязнением.

Поток ионизирующего излучения – отношение числа ионизирующих частиц или гамма-квантов, проходящих через данную поверхность за интервал времени, к этому интервалу времени.

Плотность потока излучения – отношение числа ионизирующих частиц или гамма-квантов, проходящих через единицу поверхности за единицу времени. Плотность потока бета-частиц измеряется в част./с·см² (1/с · см²) или в част./мин·см² (1/мин · см²).

Для регистрации ионизирующего излучения приборами используются процессы его взаимодействия с веществом детектора.

Детектор (датчик) – чувствительный элемент прибора, который служит для регистрации ионизирующего излучения и преобразует энергию излучения в другой вид энергии, удобный для регистрации.

Наиболее широко применяются такие детекторы, которые преобразуют энергию ионизирующих частиц или гамма-квантов в электрический сигнал. Сформированные на выходе детектора электрические импульсы усиливаются электрической схемой. Количество сочитанных импульсов отображается на жидкокристаллическом табло или стрелочном индикаторе.

В основе работы прибора Белрад-04-01 лежит ионизационный метод регистрации ионизирующих излучений. При этом методе в качестве рабочего вещества детектора используется инертный газ. Такой детектор представляет собой цилиндрическую трубку, заполненную инертным газом, которая имеет два электрода, то есть фактически является конденсатором. С помощью источника постоянного напряжения к электродам (катоде и аноду) приложено высокое напряжение порядка 400–1000 В.

В обычных условиях в газе свободных зарядов очень мало, поэтому измерительный прибор, включенный во внешнюю цепь детектора, практически не регистрирует электрический ток. При попадании в рабочий объем детектора ионизирующей частицы или гамма-кванта происходит ионизация атомов и молекул газа вдоль ее пути. Свободные электроны под действием электрического поля движутся к аноду, а положительно заряженные ионы дрейфуют к катоду. Направленное движение электрических зарядов – это электрический ток. Внешняя электронная измерительная схема регистрирует при этом импульс электрического тока. По величине электрического сигнала можно судить об энергии зарегистрированных частиц, а по числу импульсов – о количестве зарегистрированных актов радиоактивного распада.

На основе ионизационного метода регистрации излучений (газового электрического разряда) построены ионизационные камеры и газоразрядные счетчики. В газоразрядном детекторе энергия ионизирующего излучения преобразуется в электрические импульсы.

Газоразрядные счетчики являются детекторами высокой чувствительности, поэтому используются для измерения ионизирующих излучений малой интенсивности.

Газоразрядный счетчик представляет собой полый герметический металлический или стеклянный цилиндр, заполненный смесью инертных газов. Внутри цилиндра, вдоль его оси, натянута тонкая металлическая нить (анод), изолированная от цилиндра. Катодом служит металлический цилиндр счетчика или тонкий слой металла (меди), нанесенный на внутреннюю поверхность стеклянного цилиндра. Нить и корпус цилиндра разделены инертным газом, который является изолятором, и представляют собой два электрода цилиндрического конденсатора.

В отсутствие ионизирующих излучений свободных ионов в объеме счетчика нет. Газ является диэлектриком, следовательно в цепи

счетчика электрического тока также нет. При попадании в рабочий объем детектора ионизирующей частицы или гамма-кванта там образуются заряженные частицы – ионы. Пролетающая через рабочий объем счетчика от источника излучения быстрая заряженная частица производит на своем пути ионизацию атомов газа, находящегося внутри счетчика. Под действием высокого напряжения, приложенного к электродам счетчика, заряженные частицы (ионы) начинают направленно двигаться, создавая на выходе детектора электрический импульс. Регистрируя количество импульсов тока, возникающих в единицу времени, можно судить об интенсивности радиоактивного излучения.

Газоразрядные счетчики, используемые в приборе Белрад-04-01, позволяют регистрировать бета-частицы, а также гамма-кванты, которые представляют собой электромагнитное волновое излучение.

По сравнению с воздействием бета-частиц на газовую среду счетчика гамма-кванты сами не ионизируют среду, но, взаимодействуя с атомами, могут в результате различных эффектов породить электроны, которые вещество ионизируют.

Несколько газоразрядных счетчиков образуют в приборе блок детекторов.

Назначение и технические характеристики прибора

Комбинированный прибор Белрад-04-01 предназначен для измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения при контроле радиационной обстановки на местности, в жилых и рабочих помещениях и плотности потока бета-частиц с загрязненных радиоактивными веществами поверхностей. В табл. 6.1 представлены технические характеристики прибора.

Таблица 6.1

Технические характеристики прибора

Показатель	Значение
Диапазон измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения	0,1–99,99 мкЗв/ч
Диапазон оценки плотности потока бета-частиц с загрязненных поверхностей	10–5000 част./см ² ·мин

Показатель	Значение
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения мощности эквивалентной дозы, гамма-излучения (по радионуклиду цезий-137)	не более $\pm 30\%$
Погрешность измерения плотности бета-частиц	не нормируется
Время измерения	20 ± 5 с
Время непрерывной работы прибора	не менее 6 ч
Напряжение элемента питания прибора	9 В

Устройство и принцип работы прибора

Принцип действия прибора Белрад-04-01 основан на ионизационном методе регистрации ионизирующего излучения.

Конструкция прибора включает пять основных элементов: блок детекторов, состоящий из четырех газоразрядных счетчиков; электронно-измерительное устройство, включающее счетчик импульсов и таймер; устройство регистрации и индикации измеряемой величины (жидкокристаллический индикатор); источник питания; источник высокого напряжения. Блок-схема прибора представлена на рисунке.

В верхней части прибора, на передней панели, расположены органы управления и индикации, крышка отсека питания. К обратной нижней части корпуса крепится поворотная задняя крышка, являющаяся экранирующим фильтром. Под крышкой-фильтром располагаются газоразрядные счетчики. Между счетчиками и поворотной задней крышкой установлена тонкая пленочная прокладка.

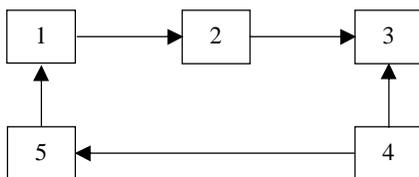


Рис. Блок-схема дозиметра-радиометра Белрад-04-016:

- 1 – блок детекторов; 2 – электронно-измерительное устройство;
 3 – устройство регистрации и индикации измеряемой величины;
 4 – источник питания; 5 – источник высокого напряжения

Преобразователь напряжения, на вход которого поступает напряжение 9 В, подает на электроды газоразрядных счетчиков напряжение 400 В.

При прохождении бета-частицы или гамма-кванта через рабочий объем счетчика происходит ионизация газовой среды. Под действием напряжения 400 В положительно заряженные ионы движутся к катоду, а отрицательно заряженные – к аноду. Возникающий при этом импульс электрического тока поступает на счетчик импульсов. Количество подсчитанных импульсов выводится на жидкокристаллическое табло.

Прибор имеет три режима работы.

Режим поиска (переключатель работы в положении «Т») используется для грубой оценки радиационной обстановки по частоте следования звуковых сигналов. В этом режиме прибор ведет счет импульсов и подает короткий звуковой сигнал через каждые десять импульсов.

В режиме измерения мощности эквивалентной дозы (переключатель работы в положении «МД») прибор в течение 20 с подсчитывает импульсы от счетчика прибора. По окончании счета, время которого определяет внутренний таймер прибора, на цифровом табло высвечивается число, соответствующее мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, мкЗв/ч.

В режиме измерения плотности потока бета-частиц с загрязненных поверхностей необходимо проведение двух измерений исследуемой поверхности: с закрытой и открытой задней крышкой прибора. Время измерения в обоих случаях задается внутренним таймером внутри прибора.

Прибор следует включать *только перед непосредственным измерением*. В остальное время он должен быть выключен.

Подготовка прибора к работе

Прежде чем приступить к работе с прибором, необходимо внимательно ознакомиться с его назначением, устройством, а также порядком проведения измерений.

Для включения прибора следует перевести выключатель питания в положение «ВКЛ». На цифровом табло должно индцироваться значение 00.00 или 0000. Включение прибора должно сопровождаться коротким звуковым сигналом. Если прибор после

включения издает постоянный звуковой сигнал, то требуется заменить элемент питания на новый.

Перед проведением измерений необходимо проверить исправность работы пересчетной схемы и таймера прибора. Для этого переключатель режимов работы устанавливается в положение «МД». После нажатия на кнопку «КОНТРОЛЬ» и удержания ее в нажатом положении кнопкой «ПУСК» запускается счет импульсов. За время измерения, установленное таймером, на цифровом табло индикатора при работе пересчетной схемы должно набраться число 05.12. Если индицируемое число отличается от указанного, то прибор неисправен и требуется его ремонт.

Для проверки работоспособности преобразователя напряжения и счетчиков необходимо установить переключатель режимов работы в положение «МД» и нажать на кнопку «ПУСК». После окончания измерения на табло должно индицироваться число, близкое к естественному фону гамма-излучения (не более 0,25 мкЗв/ч).

Если после измерения на табло индикатора зафиксировалось число 00.00 или число меньше 00.05, то следует считать прибор неисправным и отправить его в ремонт.

Порядок работы с прибором при проведении измерений

Измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения

Переведите переключатель режимов работы в положение «МД» (крайнее левое положение).

Включите прибор выключателем питания и кратковременно нажмите на кнопку «ПУСК». На цифровом табло должны появиться точки после каждого разряда (0.0.0.0.) и начаться счет импульсов. Через 20 с измерение заканчивается, что сопровождается звуковым сигналом, а на табло фиксируется число с одной точкой, например 00.12. Это показание прибора соответствует мощности эквивалентной дозы, мкЗв/ч.

Для выполнения повторного замера достаточно кратковременно нажать на кнопку «ПУСК».

Для получения более точных показаний рекомендуется выполнить от 3 до 5 замеров мощности эквивалентной дозы естественного радиационного фона и вычислить среднее арифметическое значение. Результаты замеров занести в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Результаты замеров мощности эквивалентной дозы
естественного радиационного фона

Измеряемая величина	Результаты измерений, мкЗв/ч					Среднее арифметическое значение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения $P_{\text{экв}}$, мкЗв/ч	Прогнозируемая годовая доза облучения $D_{\text{экв}}$, мкЗв/год
	1	2	3	4	5		
Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения							

По результатам измерений в отчетах по работе сделать заключение об уровне естественного радиационного фона в аудитории.

Измеренное значение мощности эквивалентной дозы $P_{\text{экв}}$ естественного радиационного фона, мкЗв/ч, позволяет рассчитать прогнозируемую годовую дозу $D_{\text{экв}}$ облучения человека, мкЗв, по формуле

$$D_{\text{экв}} = P_{\text{экв}} t, \quad (6.1)$$

где t – время облучения, ч.

Оценка плотности потока бета-частиц с загрязненных поверхностей

Переведите переключатель режимов работы в положение «МД» и включите прибор.

Поднесите прибор плоскостью закрытой задней крышки к исследуемой поверхности на расстояние 0,5–1 см и кратковременно нажмите на кнопку «ПУСК». Задняя крышка прибора выполняет роль фильтра и не пропускает на газоразрядные счетчики бета-излучение. С закрытой задней крышкой прибор регистрирует только радиационный фон, создаваемый гамма-излучением N_{γ} . Нажимая на кнопку «ПУСК» повторно, выполните три измерения с закрытой задней крышкой (N_{γ}), результаты занесите в табл. 6.3.

Откройте заднюю крышку прибора для регистрации бета- и гамма-излучений, поступающих на счетчики от загрязненной поверхности.

Нажимая на кнопку «ПУСК», выполните три измерения с открытой задней крышкой ($N_{\gamma+\beta}$), результаты занесите в табл. 6.3.

Закройте заднюю крышку прибора, выключите прибор.

Величину плотности потока бета-частиц с поверхности, $1/\text{см}^2 \cdot \text{мин}$, вычислите по формуле

$$Q = K(N_{\gamma+\beta} - N_{\gamma}), \quad (6.2)$$

где N_{γ} – показание прибора с закрытой задней крышкой без учета точки на табло импульсов;

$N_{\gamma+\beta}$ – показание прибора с открытой задней крышкой без учета точки на табло импульсов;

K – коэффициент счета прибора, $K = 0,5$.

Занесите вычисленные значения плотности потока бета-частиц исследуемой поверхности в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Значения плотности потока бета-частиц

Исследуемая поверхность	Вид измерений	Показания прибора, импульсов			Среднее значение, импульсов	Плотность потока бета-частиц с поверхности Q , $1/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$
		1	2	3		
1. Поверхность рабочего стола	N_{γ}					
	$N_{\gamma+\beta}$					
2. Поверхность оборудования	N_{γ}					
	$N_{\gamma+\beta}$					

Сравнить вычисленные значения загрязненности поверхностей бета-активными веществами с допустимыми значениями (табл. 6.4). Сделать вывод о наличии загрязненности поверхности бета-активными веществами или о ее отсутствии.

Таблица 6.4

Значения контрольных уровней радиоактивного загрязнения

Объекты	Мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч	Бета-загрязнение, част./ $\text{см}^2 \cdot \text{мин}$
Территории детских дошкольных, учебных, лечебно-профилактических учреждений	0,35	Не нормируется

Объекты	Мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч	Бета-загрязнение, част./см ² ·мин
Территории личных подворий	0,40	Не нормируется
Внутри помещений детских дошкольных, учебных, лечебно-профилактических учреждений, жилых домов	0,25	Не нормируется
На рабочих местах в производственных и служебных помещениях: – постоянного пребывания; – временного пребывания	0,50 1,00	Не нормируется Не нормируется
Территории объектов народного хозяйства и остальные открытые территории населенных пунктов	0,60	Не нормируется
Внутренние поверхности жилых помещений и находящееся в них личное имущество	Не нормируется	15
Внутренние поверхности сооружений детских дошкольных, учебных, лечебно-профилактических учреждений и наружные поверхности находящегося в них оборудования	Не нормируется	15
Внутренние поверхности служебных, общественных, производственных помещений и наружные поверхности установленного в них оборудования	Не нормируется	20
Наружные поверхности строений	Не нормируется	20
Транспортные средства	Не нормируется	20
Кровля строений	Не нормируется	40

Обо всех случаях превышения норм загрязненности поверхностей бета-активными веществами необходимо сообщить в местный Центр гигиены и эпидемиологии.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен прибор Белрад-04-01?
2. Каково устройство прибора Белрад-04-01 и назначение органов его управления?
3. Каков метод регистрации ионизирующих излучений? Как работает газоразрядный счетчик?
4. Какой принцип положен в основу работы прибора?
5. В каких режимах работает прибор?
6. Как провести проверку исправности работы пересчетной схемы и таймера при подготовке прибора к измерениям?
7. Как провести проверку работоспособности преобразователя напряжения и счетчиков при подготовке прибора к измерениям?
8. Каковы порядок работы с прибором и критерии оценки полученных результатов измерений в режиме «Поиск»?
9. Каковы порядок работы с прибором и критерии оценки полученных результатов при измерении мощности эквивалентной дозы гамма-излучений?
10. Каков порядок работы с прибором при оценке плотности потока бета-частиц с загрязненных радиоактивными веществами поверхностей?

Список литературы

1. Гурачевский, В. Л. Радиационный контроль: физические основы и приборная база : методическое пособие / В. Л. Гурачевский. – Минск : Институт радиологии, 2010. – 166 с.
2. Гурачевский, В. Л. Руководство на работе с приборами радиационного контроля / В. Л. Гурачевский, И. С. Леонович, И. Г. Хоровец. – Минск : Институт радиологии, 2015. – 108 с.
3. Гурачевский, В. Л. Физические основы радиационного контроля : учебно-методическое пособие / В. Л. Гурачевский. – Минск : БГАТУ, 2011. – 70 с.
4. Мисун, Л. В. Защита населения от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : учебное пособие / Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, Т. В. Севастюк. – Минск : БГАТУ, 2016. – 224 с.

Практическая работа № 7

ПРОГНОЗ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель работы: приобрести практические навыки планирования мероприятий, обеспечивающих получение пригодной для реализации и кормовых целей продукции в условиях радиоактивного загрязнения территории.

Порядок выполнения работы: используя приведенную в данной работе методику, провести прогноз степени радиоактивного загрязнения продукции согласно своему варианту; сделать заключение; составить комплекс мероприятий, ограничивающих величину загрязнения продукции растениеводства, согласно варианту и результатам прогноза; составить примерный рацион животных и рассчитать возможность загрязнения продукции животноводства.

Общие положения

Авария на Чернобыльской АЭС по своим последствиям является самой крупной катастрофой современности. От аварии наиболее пострадала Республика Беларусь, на долю которой пришлось около 70 % выбросов радиоактивных веществ (РВ) из реактора.

Основными радионуклидами, определяющими радиационную обстановку на загрязненных сельскохозяйственных угодьях, являются цезий-137 и стронций-90. Система «почва–растение» является главным звеном в пищевой цепочке, обеспечивающей основное поступление радионуклидов в организм человека.

Исследованиями установлено, что 80–90 % радионуклидов сосредоточено в зоне расположения корней сельскохозяйственных культур – гумусовом горизонте. На не обрабатываемых после Чернобыльской катастрофы землях практически все нуклиды находятся в верхней части (до 10–15 см) гумусового горизонта, а на пахотных почвах РВ распределены сравнительно равномерно по всей глубине обрабатываемого слоя. Расчеты показывают, что в ближайшей перспективе самоочищение корнеобитаемого слоя загрязненных почв за счет вертикальной миграции радионуклидов будет незначительным. Вместе с тем наблюдаются процессы локального вторичного загряз-

нения почв сельскохозяйственных угодий за счет горизонтальной миграции радионуклидов вследствие ветровой и водной эрозии.

По прогнозам специалистов, радиационная обстановка в Республике Беларусь стабилизировалась и меняется на 2–3 % в год, поэтому проблема получения радиационно чистой продукции сельского хозяйства на загрязненных РВ землях остается актуальной.

Содержание РВ в пищевых продуктах, сырье и питьевой воде регламентируется Республиканскими допустимыми уровнями содержания радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах и питьевой воде.

Методика прогнозирования радиационного загрязнения растениеводческой продукции

Прогнозирование радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции позволяет осуществлять комплексное планирование мероприятий, которые делятся на организационные, агротехнические и агрохимические, обеспечивая получение продукции с допустимым содержанием РВ.

Организационными мероприятиями являются внесение изменений в структуру посевных площадей, пересмотр планов размещения культур на полях севооборотов и др.

Количественно переход радионуклидов из почвы в растения характеризуется коэффициентом перехода, который определяется соотношением

$$K_r = C_p / C_n,$$

где C_p – концентрация радионуклидов в растении, Бк/кг (Ки/кг);

C_n – концентрация радионуклидов в почве, Бк/кг (Ки/кг).

Экспериментальные данные показывают, что коэффициенты перехода с течением времени меняются, в связи с чем их значения периодически уточняют и каждые три года публикуют.

При прогнозировании учитываются тип и разновидность почвы, гранулометрический состав, обеспеченность почвы обменным калием и биологические особенности культур.

Для прогнозирования уровня загрязнения основной и побочной продукции растениеводства цезием-137 имеются коэффициенты

перехода радионуклидов на различных почвах, которые рассчитаны на плотность загрязнения почв 1 Ки/км^2 . Кроме того, исходными данными при прогнозировании являются сведения, содержащиеся в агрохимическом паспорте полей и картограммах плотности загрязнения полей цезием-137 (прилож. 4). При более высокой плотности загрязнения почв (свыше 1 Ки/км^2) коэффициенты перехода, рассчитанные на плотность загрязнения почв 1 Ки/км^2 , умножаются на величину плотности загрязнения. Полученный результат будет соответствовать уровню загрязнения урожая, выращенного на данном поле без проведения дополнительных защитных мероприятий, направленных на снижение перехода радионуклидов из почвы в растения.

Уровни загрязнения продукции растениеводства в расчете на 1 кг приведены в $\text{Ки/кг} \cdot 10^{-9}$ (прилож. 5, б). В настоящее время в практике применяются две единицы измерения активности: несистемная – кюри (Ки) и системная – беккерель (Бк). Для удобства дальнейших вычислений значение уровня загрязнения продукции следует перевести в единицы измерения, предусмотренные системой СИ, пользуясь соотношениями

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

Рассчитаем уровни загрязнения продукции растениеводства. Результаты занесем в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Содержание цезия-137 в 1 кг продукции растениеводства A , Бк/кг

Культура	Продукция	Тип почвы	Содержание цезия-137 в продукции		
			$\text{Ки/кг} \cdot 10^{-9}$	Бк/кг	Бк/кг

Результаты расчетов для каждой культуры следует представить в виде графиков, иллюстрирующих зависимость содержания цезия-137 в продукции A , Бк/кг, от плотности загрязнения почв радиоактивным цезием Q , Ки/км^2 . Для каждой культуры строится отдельный график, на котором изображаются указанные зависимости для каждого вида продукции (зерно, солома, сено, зеленая масса, силос) и на который в виде горизонтальных штриховых линий наносятся допустимые уровни содержания радионуклидов для каждого вида

продукции – зерно для пищевых целей, на переработку, на фураж и т. д. Полученные графики позволяют сделать вывод о том, какая продукция пригодна для употребления либо переработки. Для тех вариантов, когда при превышении определенного значения плотности загрязнения почв содержание радионуклидов в продукции превышает допустимые нормы как для употребления в пищу, так и на корм животным, необходимо проводить дополнительные защитные мероприятия, направленные на снижение перехода радионуклидов из почвы в растения.

Планирование агротехнических и агрохимических мероприятий

Основным звеном ведения сельского хозяйства, производственной санитарии и экологии в условиях радиоактивного загрязнения территории являются система земледелия и механическая обработка почвы. Основными аспектами агротехнических требований к обработке таких почв являются:

- предотвращение или уменьшение до минимума повторного аэрального переноса радиоактивной пыли и снижение воздействия радиационного фактора на работающих в поле;
- обеспечение очищения основного корнеобитаемого слоя почвы от почвы, загрязненной радионуклидами или разбавление ее в нижних горизонтах «почва–грунт»;
- активизация сорбционных свойств почвы по закреплению РВ в малодоступной для растений форме;
- создание благоприятного питательного, водно-воздушного, теплового и биологического режимов, обеспечивающих минимальный корневой переход РВ из почвы в растения с одновременным повышением урожая возделываемых культур;
- уменьшение эрозионных процессов.

При плотности загрязнения почв радиоактивным цезием до 15 Ки/км² рекомендуется проводить ускоренное перезалужение земель по минимальной технологии, включающей в себя известкование с последующей обработкой почвы.

При обработке почвы в последующие годы требуется минимальная обработка почвы без отвальной вспашки. Такая обработка проводится без оборота пласта на глубину 10–15 см. На переувлажненных

почвах тяжелого гранулометрического состава следует предварительно разделать дернину чизельными орудиями или дисковыми боронами. Ускоренное перезалужение сенокосов и пастбищ, загрязненных РВ, является лишь этапом, предшествующим коренному улучшению таких угодий.

При значении плотности загрязнения почв радиоактивным цезием до 15 Ки/км² вспашка необходима только на задернованных агрофонах, а также под пропашные культуры (картофель, корнеплоды). Пахотный агрегат должен быть комбинированным с более совершенными рабочими органами.

При значениях плотности загрязнения 15–40 Ки/км² по цезию-137 и 1–3 Ки/км² по стронцию-90 рекомендуется комбинированная система обработки почвы. Она включает чередование по годам минимальных обработок с ярусной отвальной вспашкой один-два раза в севообороте с одновременной заделкой в подпахотные слои больших доз органических удобрений и сидератов.

На легкосуглинистых, песчаных, супесчаных и деградированных торфяных почвах с гумусовым слоем до 20 см эффективно применение специального приема двухъярусной вспашки на глубину 35–40 загрязненных земель. При работе плугов загрязненный слой толщиной 4–6 см срезается корпусом первого яруса по всей ширине пласта, отделяемого корпусом второго яруса, и укладывается с оборотом на дно борозды. Очищенный гумусовый слой почвы и слой подстилающего грунта срезаются в виде единого пласта, поднимаются и смещаются без оборота корпусом второго яруса со специальным отвалом поверх загрязненного слоя на дне борозды. Не менее $\frac{2}{3}$ гумусового слоя остается на поверхности, что обеспечивает плодородие почвы. Эффективность двухъярусной вспашки возрастает при предварительном фрезеровании верхнего слоя почвы. Рекомендуется выполнять предпосевную обработку агрегатом.

Двухъярусная вспашка – мероприятие, обеспечивающее взаимное перемещение двух слоев или горизонтов, их крошение и рыхление.

Эродированные и эрозионные склоны, а также уплотненные и временно избыточно увлажненные участки следует обрабатывать безотвально с периодическим рыхлением и щелеванием.

Посев зерновых, зернобобовых и крестоцветных культур должен быть качественным, на строго заданную глубину с равномерным

распределением семян по площади. Повышение эффективности удобрений обеспечивается при закладке их на глубину 5–9 см с боковой ориентацией относительно рядков семян в пределах 3–4 см. Для сенокосов и пастбищ наиболее эффективным способом снижения перехода радионуклидов в растения является коренное улучшение. При этом необходимо проводить следующие мероприятия:

- 1) поверхностное известкование дернины;
- 2) первичная обработка дернины, осуществляемая тяжелыми дисками в 2–3 следа;
- 3) вспашка слабозадерненных лугов обычными плугами на глубину 18–20 см, сильнозадерненных лугов на торфяно-болотных почвах – на глубину 30–35 см, а при мощном торфяном слое – до 40–45 см;
- 4) повторное внесение извести и минеральных удобрений;
- 5) разработка оборотного пласта после повторного внесения извести и минеральных удобрений почвенными орудиями на глубину 10 см, чтобы не извлекать на поверхность запаханную дернину;
- 6) залужение травосмесями из злаковых трав.

Если после аварии на ЧАЭС было проведено перезалужение с запахиванием дернины на дно борозды, при повторном перезалужении вспашка недопустима. Следует проводить поверхностное фрезерование и прокатывание с посевом или обновлять травостой путем подсева трав в дернину. На переувлажненных почвах необходимо предварительно разделить дернину чизельными орудиями и провести фрезерование.

Учитывая, что большинство земель, загрязненных РВ, прошли первичную обработку, включающую вспашку или поверхностную обработку различными приемами, необходима дальнейшая работа по переводу радионуклидов в состояние, менее доступное для корневой системы растений. Для этой цели рекомендуется проводить глубокое рыхление, которое перераспределяет РВ на большую глубину и одновременно производит разуплотнение почвы, разрушая ее «плужную подошву». Глубокое рыхление повышает водоаккумулирующую способность почвы, улучшает перераспределение влаги в почвенном профиле, способствует наращиванию биомассы растений и большему разбавлению в ней РВ.

Глубокое рыхление по характеру воздействия на уплотненный слой почвы подразделяется на сплошное и полосовое. Сплошное глубокое рыхление – процесс безотвальной обработки почвы рыхля-

щим орудием с созданием разрыхленного слоя на глубину 40–60 см сплошь по площади участка. Полосовое глубокое рыхление – это рыхление почвы отдельными полосами, когда разрыхленный слой одной полосы не смыкается с разрыхленным слоем другой. Рыхление-кротование – совмещенный процесс выполнения глубокого сплошного или полосового рыхления с устройством кротовин под разрыхленным слоем. Рыхлитель оснащается прикатывающими устройствами.

Практическая часть работы

Известкование кислых почв

На почвах с плотностью загрязнения по цезию-137 менее 5,0 Ки/км² и стронцию менее 0,3 Ки/км² применяются обычные, дифференцированные по значению рН дозы извести, соответствующие 1,0 гидролитической кислотности. На почвах, где плотность загрязнения цезием-137 составляет 5–40 Ки/км², а стронцием-90 – 0,3–3,0 Ки/км², предусмотрены дифференцированные повышенные дозы, соответствующие примерно 1,5 гидролитической кислотности. Эффект снижения поступления радионуклидов в урожай от известкования в дозах, рассчитанных по полной гидролитической кислотности, колеблется в пределах 1,5–3 раз (иногда до 10 раз) в зависимости от почвенно-агрохимических факторов.

Удобрения

Важным режимом, ограничивающим поступление радиоцезия и стронция из почвы в растения, является применение фосфорных и калийных удобрений. Нормативы потребности в фосфорно-калийных удобрениях определяются из расчета обеспечения полной потребности сельскохозяйственных культур для формирования возможного урожая и требуемого содержания в почве. Эффективность приемов применения минеральных удобрений по снижению накопления радиоизотопов цезия и стронция зависит от почвенных условий, биологических особенностей культур и изменяется в пределах 2–3 раз. Применяемые органические удобрения могут снизить поступление РВ в продукцию растениеводства примерно в 2 раза. Снизить переход радионуклидов из почвы в сельскохозяйственные культуры на 15–20 % могут различные мелиоранты (цеолиты, третил и т. д.).

Прогноз загрязнения продукции животноводства

Ведение животноводства на загрязненной радионуклидами территории должно быть направлено на получение чистой продукции. Загрязнение продукции животноводства определяется прежде всего содержанием в рационе животного РВ и переходом их в молоко или мясо.

Максимальное содержание цезия-137 и стронция-90 в суточном рационе животного, обеспечивающее получение чистой продукции, приведено в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Максимальное допустимое содержание радионуклидов цезия-137 в суточном рационе сельскохозяйственных животных, обеспечивающее получение чистой продукции, Бк/сут

Вид животных	Значение
Коровы	11 100
Молодняк КРС	15 000
Свиньи	2110
Овцы	3700

Основным путем снижения величины загрязнения продукции животноводства считают перевод коров на максимально «чистые» корма. В случае же превышения максимального допустимого содержания РВ в суточном рационе животного отсюда исключают наиболее загрязненные грубые корма и заменяют их на более чистые, полученные на окультуренных угодьях.

Для прогнозирования возможного загрязнения продукции животноводства необходимо в соответствии с полученным прогнозом содержания РВ в растениеводческой продукции составить рацион коров или молодняка КРС (на выбор), по которому произвести расчет возможного содержания РВ в рационе. Сопоставив полученное значение с допустимым (табл. 7.2), сделать вывод об использовании полученной продукции.

Примерная структура рациона, % по питательности:

- а) для коров средней продуктивности:
- | | |
|--------|----|
| сено | 14 |
| сенаж | 18 |
| солома | 5 |
| силос | 27 |

корнеплоды	7
концентраты	28
б) для откорма молодняка КРС при средних привесах:	
сено, солома	20
силос	37
сенаж	37
концентраты	6
в) для свиней на мясном откорме зимой:	
концентраты	60–65
клубне- или корнеплоды	29–34
травяная мука	1–3
животные корма	3

Пример расчета

Исходные данные представлены в прилож. 4 (вариант 1).

Выпишем уровни загрязнения заданных культур радиоактивными веществами A , Ки/кг $\cdot 10^{-9}$, для каждого вида продукции, рассчитанные на плотность загрязнения почв 1 Ки/км², с учетом типа почвы и содержания в ней обменного калия (прилож. 6) и занесем их в табл. 7.4. Переведем уровни загрязнения культур в системные единицы. Например, для зерна овса:

$$A = 0,25 \cdot 10^{-9} \cdot 3,7 \cdot 10^{10} = 0,25 \cdot 37 = 9,25 \text{ Бк/кг.}$$

Найдем уровни загрязнения культур при заданных плотностях загрязнения почв Q_1 и Q_2 . Например, для зерна овса:

$$A_1 = 9,25 \cdot 10 = 92,50 \text{ Бк/кг; } A_2 = 9,25 \cdot 25 = 231,25 \text{ Бк/кг.}$$

Аналогичные расчеты проведем для всех культур и занесем в табл. 7.4.

Для каждой культуры построим графики зависимости содержания цезия-137 в продукции A , Бк/кг, от плотности Q , Ки/км², загрязнения почв радиоактивным цезием.

Проведем анализ полученных графиков зависимости, позволяющий прогнозировать качество выращиваемой продукции с точки зрения содержания в ней радионуклидов.

Таблица 7.4

Содержание цезия-137 в 1 кг продукции растениеводства

Культура	Продукция	Тип почвы	Плотность загрязнения почвы, Ки/км ²			
			A, Ки/кг·10 ⁻⁹	Q ₁ , Бк/кг	Q ₂ , Бк/кг	
Овес	Зерно	Дерново-подзолистая супесчаная	0,25	92,50	231,25	
	Солома		0,70	259,00	647,50	
Озимая рожь	Зерно		0,10	37,00	92,50	
	Солома		0,33	122,10	305,25	
Озимая пшеница	Зерно		0,05	18,50	46,25	
	Солома		0,22	81,40	203,50	
Картофель	Картофель		0,07	25,90	64,75	
Клевер	Сено		Дерново-подзолистая суглинистая	0,48	230,88	319,68
	Силос			0,14	67,34	99,90
	Зеленая масса			0,10	48,10	66,60
Многолетние злаковые травы	Сено	0,49		235,69	326,34	
	Силос	0,15		72,15	99,90	
	Зеленая масса	0,10		48,10	66,60	
Многолетние злаково-бобовые смеси	Сено	0,58	278,98	386,28		
	Силос	0,14	67,34	93,24		
	Зеленая масса	0,10	48,10	66,60		

При выращивании овса на дерново-подзолистых супесчаных почвах с плотностью загрязнения радиоактивным цезием 10–25 Ки/км² получается зерно с уровнем содержания радионуклидов 92,50–231,25 Ки/кг. Допустимые уровни содержания радионуклидов приводятся в зависимости от планируемого использования зерна: в фуражном зерне при скармливании его КРС для получения цельного молока, пригодного для употребления в пищу, содержание радиоактивного цезия не должно превышать 200 Бк/кг; в зерне, идущем на переработку, – не более 160 Бк/кг; в зерне, предназначенном для употребления в пищу в виде крупы либо для изготовления муки, – 100 Бк/кг.

Прогноз показал, что полученное зерно нельзя использовать полностью ни для одной из перечисленных целей: для использования в виде фуража пригодно 77,48 % зерна, для переработки – 48,65 %, для употребления в пищу – 27,9 % (если при каждом значении плотности загрязнения почвы выращено одинаковое количество зерна).

При плотности загрязнения почвы свыше $21,64 \text{ Ки/км}^2$ зерно непригодно для использования в виде фуража, свыше $17,3 \text{ Ки/км}^2$ – непригодно для переработки, свыше $10,8 \text{ Ки/км}^2$ – непригодно для пищевых целей.

Солому нельзя использовать для корма КРС при плотности загрязнения почвы свыше $14,28 \text{ Ки/км}^2$, т. к. в этом случае не обеспечивается условие получения цельного молока, пригодного для употребления в пищу.

Таким образом, при выращивании овса на дерново-подзолистых супесчаных почвах с плотностью загрязнения радиоактивным цезием свыше $10,8 \text{ Ки/км}^2$ для обеспечения возможности использования зерна для любых целей и соломы для корма КРС необходимо применять специальные защитные мероприятия, направленные на снижение содержания радионуклидов в продукции. Если планируется использовать зерно для переработки либо на фураж, то эта цифра может быть снижена до $17,3$ либо $21,64 \text{ Ки/км}^2$, однако солома в этом случае будет загрязнена радионуклидами свыше нормы и может быть использована для корма КРС только в составе рациона, включающего чистые корма.

Агротехнические мероприятия следует планировать исходя из предыдущих обработок почвы, проведенных после выпадения радионуклидов. Поскольку на территории, используемой под выращивание овса, проведена первичная обработка вспашкой и радионуклиды распределены на глубину пахотного горизонта, использование двухъярусных плугов нецелесообразно.

Следует применять приемы почвообработки, которые позволят перераспределить радионуклиды на большую глубину, улучшат сорбционное закрепление РВ в почве. Наряду с этим не следует забывать о том, что применение приемов почвообработки, улучшающих водно-воздушный, температурный режим почвы, увеличивающих ее активный слой и повышающих отдачу от внесения удобрений, способствует наращиванию биомассы растений и большему разбавлению в ней РВ. Поэтому планируется проведение глубокого рыхления с углублением пахотного горизонта на глубину до 45 см , которое эффективно осуществляется комбинированным роторным агрегатом, позволяющим одновременно с глубоким рыхлением проводить дробление почвенных комьев, выравнивание и прикатывание почвы. При отсутствии этого агрегата следует про-

водить глубокое рыхление и шелевание на глубину около 45 см орудиями, исключаящими вынос радионуклидов на поверхность, оснащая их прикатывающими устройствами.

Биологические особенности озимой ржи обусловили получение более чистой, чем у овса, продукции на тех же почвах и при одинаковых условиях. Солома озимой ржи при заданной плотности загрязнения 10–25 Ки/км² полностью пригодна для скармливания КРС. Зерно в полном объеме может быть использовано как для фуража, так и для переработки и пищевых целей.

Среди полученных зерновых культур наиболее чистой в радиационном отношении является пшеница. Вся продукция полностью соответствует нормативным требованиям для продуктов питания, переработки и кормов.

Поскольку продукция озимой ржи и пшеницы пригодна для реализации, достаточно провести основную обработку почвы по традиционной технологии с помощью плугов. Однако система обработки почвы должна быть комбинированной и сочетать основную обработку с одновременным внесением органических и минеральных удобрений с применением глубокого рыхления. Периодическое проведение глубокого рыхления позволит повысить урожайность, улучшив условия питания растений, и уменьшит поступление РВ в продукцию.

Картофель полностью соответствует нормативным требованиям и пригоден для пищевых и кормовых целей, поэтому допустимо возделывание картофеля по традиционным технологиям при условии внесения повышенных доз органических удобрений. Обработке почвы целесообразно провести комбинированным пахотным агрегатом, что сократит число проходов техники и, следовательно, уменьшит аэральный перенос радионуклидов.

Прогнозирование уровня загрязнения радиоактивным цезием кормовых культур показало: при выращивании клевера, многолетних злаковых трав, многолетних злаково-бобовых смесей на дерново-подзолистых суглинистых почвах с плотностью загрязнения 13–18 Ки/км² получают чистые корма для скармливания – как в виде зеленой массы, так и в виде сена и силоса. Во всех случаях при скармливании кормов КРС получается чистое цельное молоко и мясо. Поэтому в заданных условиях допустимо выращивание кормовых культур по традиционным технологиям без применения

дополнительных мероприятий, учитывающих загрязнение почв радиоактивным цезием.

Однако, поскольку земли, используемые под кормовые культуры, после аварии на ЧАЭС не обрабатывались, в целях дальнейшего снижения поступления радионуклидов из почвы в растения и повышения продуктивности кормовых угодий рекомендуется провести коренное улучшение сенокосов и пастбищ.

Коренное улучшение состояния почвы предусматривает поверхностное известкование дернины и последующую ее обработку тяжелыми дисками; вспашку обычными плугами; повторное внесение извести и минеральных удобрений с последующей обработкой почвенными орудиями на глубину 10 см; залужение травосмесями из злаковых трав.

Составим примерный суточный рацион и рассчитаем содержание в нем радионуклидов (табл. 7.5).

Таблица 7.5

Расчет содержания радионуклидов в рационе коров (вариант 1)

Вид корма	Масса, кг	Q_1 , Бк/кг	Бк/сут	Q_2 , Бк/кг	Бк/сут
Сено многолетних злаковых трав	2	235	470	326	652
Солома овса	2	259	518	547	1094
Силос злаково-бобовых трав	10	67	617	93	930
Картофель	3	26	78	65	195
Концентраты (зерно озимой ржи)	2	37	74	92	184
Всего			1757		3055

По результатам расчета можно сделать вывод, что продукция КРС, полученная на кормах, выращенных при плотности загрязнения радиоактивным цезием 10–15 Ки/км² на дерново-подзолистой супесчаной почве, будет чище допустимой в 3,6 раза ($11\ 100 : 3055 = 3,6$) и в 6,3 раза ($11\ 100 : 1757 = 6,3$).

При таком типе кормления нет необходимости исключать из рациона какие-либо загрязненные корма или заменять их другими, более чистыми.

Контрольные вопросы

1. Какие документы определяют хозяйственную деятельность на загрязненных РВ территориях РБ?
2. Какова радиационная обстановка в РБ на данный момент? Каковы перспективы ее развития?
3. Что такое коэффициент перехода (пропорциональности)? Как он определяется?
4. Какова методика прогнозирования радиационного загрязнения растениеводческой продукции?
5. Каковы основные агротехнические требования к обработке загрязненных РВ почв?
6. Каковы особенности ведения растениеводства при плотности загрязнения почв радиоактивным цезием до 15 Ки/км²? В чем состоит сущность минимальной технологии?
7. В чем состоит сущность двухъярусной вспашки? Каковы рекомендации по ее применению и последующей обработке почвы?
8. Каковы требования к посеву зерновых, зернобобовых и крестоцветных культур при плотности загрязнения почв радиоактивным цезием 15–40 Ки/км²?
9. В чем состоит сущность коренного улучшения лугов и пастбищ? Каковы рекомендации по его применению?
10. Каково значение глубокого рыхления для загрязненных РВ сельхозугодий? В чем состоит сущность сплошного и полосового рыхления?

Список литературы

1. Гурачевский, В. Л. Введение в атомную энергетику. Чернобыльская авария и ее последствия : физические основы и приборная база : методическое пособие / В. Л. Гурачевский. – Минск : Институт радиологии, 2013. – 168 с.
2. Мисун, Л. В. Защита населения от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : учебное пособие / Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, Т. В. Севастюк. – Минск : БГАТУ, 2016. – 224 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Варианты задания для расчета категории опасности производственной деятельности предприятия

Загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу стационарными источниками	Класс опасности вещества	ПДК _{с.с.} , ОБУВ, мг/м ³	Максимальный разовый выброс М _{max} , мг/с	Валовый выброс веществ, т/год							
				1	2	3	4	5	6	7	8
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
Азота диоксид	2	0,25	0,20	0,015	0,02	–	0,03	0,010	0,025	–	–
Ацетон	4	0,35	0,27	0,003	0,002	0,001	0,005	0,006	–	0,007	0,008
Бутилацетат	4	0,10	0,07	0,05	0,07	0,09	0,03	0,06	0,070	–	–
Железа оксид	3	0,04	0,05	0,001	0,002	0,003	–	–	0,004	0,005	0,006
Кислота серная	2	0,30	0,35	$3 \cdot 10^{-4}$	–	$2 \cdot 10^{-3}$	–	$4 \cdot 10^{-5}$	–	$1,5 \cdot 10^{-3}$	–
Ксилол	3	0,20	0,25	0,02	0,04	0,06	0,08	0,01	0,03	0,05	0,07
Марганец и его соединения	2	0,01	0,02	$3 \cdot 10^{-4}$	–	$1 \cdot 10^{-4}$	–	$5 \cdot 10^{-4}$	–	$7 \cdot 10^{-4}$	–
Пыль неорганическая (SiO ₂ < 70 %)	3	0,15	0,17	0,01	0,1	1,0	0,02	0,2	2,0	0,03	0,3
Сажа	3	0,15	0,18	0,003	0,03	0,3	1,0	0,002	0,02	–	0,2
Серы диоксид	3	0,50	0,90	0,004	0,04	0,4	0,005	0,05	0,5	0,006	0,06
Спирт бугиловый	3	0,10	0,12	0,005	0,006	0,05	0,06	0,007	0,006	0,07	0,06
Спирт этиловый	4	5,00	0,45	0,008	0,009	0,007	0,006	0,004	0,003	0,03	0,02
Стирол	2	0,04	0,07	0,001	0,002	0,003	0,004	0,001	0,002	0,003	0,004
Толуол	3	0,60	0,70	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3	0,6	0,7	0,1
Углеводороды предельные алифатического ряда C ₁ –C ₁₀ (алканы)	4	25,00	27,00	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,03	0,04

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Углеводороды непредельные (алканы)	4	3,00	3,20	0,06	0,6	–	–	–	–	0,02	0,03
Углеводороды алициклические (нафтены)	4	1,40	1,60	0,008	0,009	0,8	0,9	0,1	0,03	0,05	0,01
Углеводороды ароматические (производные бензола)	2	0,10	0,13	0,01	0,02	0,03	–	0,04	0,05	0,01	0,02
Углерода оксид	4	5,0	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,3	0,5	0,7
Углеводороды предельные C ₁₁ –C ₁₉	4	1,0	1,2	0,04	0,05	–	0,06	0,07	0,08	0,09	–
Фтористые соединения газообразные	2	0,02	0,13	1 · 10 ⁻⁴	–	–	–	–	–	2 · 10 ⁻⁴	–
Этилбензол	3	0,02	0,03	0,001	–	0,03	–	0,3	–	0,002	–
Этилцеллозольв	0	0,70	0,90	–	–	–	0,040	–	–	–	–
Твердые частицы, суммарно недифференцированная по составу пыль (аэрозоль), содержащаяся в воздухе населенных мест	3	0,30	0,99	0,2	0,4	0,6	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1
Сварочный аэрозоль	3	0,15	0,60	0,03	0,04	0,02	0,05	0,06	0,01	0,1	0,2
Формальдегид	2,00	< 0,001	0,002	0,003	–	–	–	0,004	–	–	–
Свинец и его неорганические соеди-	1	0,003	0,140	0,01	–	0,03	–	0,05	0,01	–	0,07

Окончание приложения 1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
нения (в пересчете на свинец)											
Санитарная классификация предприятия (класс)				I	V	II	III	IV	V	IV	III
Техногенная и экологическая опасность предприятия (высота источников выбросов, м)				8	10	40	14	25	100	15	48
				10	12	10	8	13	30	10	32
				12	15	12	10	18	10	25	16
				30	7	9	20	10	18	14	8

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 1

Требования к защитным сооружениям гражданской обороны

Номер варианта	Основные требования	Нормативное значение
1	Площадь пола основного помещения на одного человека, м ² , при высоте помещения: – 2,15 м; – 2,15–2,9 м; – 2,9 м	0,6 0,5 0,4
2	Внутренний объем помещения на одного человека, м ³	1,5
3	Место для сидения на одного человека, м	0,45×0,45
4	Место для лежания на одного человека, м	1,8×0,55
5	Площадь вспомогательных помещений на одного человека, м ² : – без автономных систем водо-, электрообеспечения; – с автономными системами водо-, электрообеспечения при вместимости: до 600 человек; 600–1200 человек; более 1200 человек	0,12 0,23 0,22 0,2
6	Площадь медпункта при вместимости 900–1200 человек, м ²	9
7	Санпост на каждые 500 человек, м ³	2
8	Площадь помещения на один ФВК-1 (ФВК-2), м ³	9–12
9	Площадь помещения для ДЭС, м ²	16–20
10	Концентрация углекислого газа, %, не более	1
11	Относительная влажность воздуха, %, не более	70
12	Температура воздуха в убежище, °С, не более	23

Таблица 2

Величина коэффициента застройки $K_{звс}$, учитывающая снижение дозы проникающей радиации в застройке (характер окружающей застройки)

Характер застройки	Количество зданий	Высота зданий, м	Плотность застройки, %	$K_{звс}$
Промышленная	4–6	10–20	40	1,8
			30	1,5
			20	1,2
			10	1,0
	1–2	8–12	40	1,5
			30	1,3
			20	1,2
			10	1,0
Жилая и административная	9	30–32	50	2,5
			30	2,0
			20	1,5
			10	1,0
	5	12–20	50	2,0
			30	1,8
			20	1,3
			10	1,0
	2	8–10	50	1,6
			30	1,4
			20	1,2
			10	1,0

Примечание: при плотности застройки менее 10 % коэффициент застройки $K_{звс}$ принимается равным 1,0.

Таблица 3

Величина слоев половинного ослабления $d_{пол}$ ионизирующих излучений для некоторых материалов

Материал	Плотность, г/см ³	Величина слоя половинного ослабления $d_{пол}$, см	
		для гамма-излучения	для нейтронов
Свинец	11,3	1,3	12,0
Железо, броня	7,8	1,8	11,5
Бетон	2,3	5,6	12,0
Кирпич	1,6	8,4	10,0

Материал	Плотность, г/см ³	Величина слоя половинного ослабления $d_{пол}$, см	
		для гамма-излучения	для нейтронов
Железобетон	2,4	5,4	8,9
Грунт	1,8	7,2	12,0
Древесина	0,7	19,0	9,7
Вода	1,0	13,0	2,7
Полиэтилен	0,95	14,0	2,7

Таблица 4

Производительность ФВК и вентиляторов, м³/ч

Название	Режим вентиляции	Режим фильтровентиляции
Фильтровентиляционный комплект ФВА-100/50	–	100
Фильтровентиляционный комплект ФВА-50/25	–	50
Фильтровентиляционный комплект ФВК-75	–	75
Комплект ФВК-200	–	200
Комплект ФВК-1, ФВК-2	1200	300
Фильтровентиляционный агрегат ФВА-49:		
с одним фильтром ФП-100у	450	100
с двумя фильтрами ФГМОУу	450	200
с тремя фильтрами ФП-100у	450	300
Вентилятор ЭРВ-72	900	600
Вентилятор ЭРВ-72-2	1000	–
Вентилятор ЭРВ-72-3	1750	–
Вентилятор ЭРВ 600/300	600	–

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1

Варианты задания на практическое занятие «Оценка радиационной обстановки»

Номер варианта	Задача 1					Задача 2	Задача 3			Задача 4		
	q , кТ	v_b , км/ч	l , км	$K_{осл}$ ПРУ	Тип домов	P_i , Р/ч	P_m , Р/ч	P_n , Р/ч	Δt , ч	$P_{вх} = P_i$, Р/ч	D_y , Р	Условия работы
0	200	40	50	100	Деревянные	$P_3 = 15$	3	2,5	1	$P_3 = 5$	10	Кабина
1	200	40	62	50	Деревянные	$P_4 = 15$	5	4	1	$P_2 = 5$	10	Поле
2	100	30	35	100	Каменные	$P_5 = 15$	10	6	1	$P_3 = 5$	10	Поле
3	100	30	32	100	Каменные	$P_6 = 15$	10	6	0,5	$P_2 = 16$	8	$K_{осл} = 8$
4	100	40	40	100	Каменные	$P_7 = 15$	15	12	1	$P_3 = 16$	8	$K_{осл} = 8$
5	200	25	50	50	Деревянные	$P_8 = 15$	15	12	2	$P_5 = 16$	8	$K_{осл} = 8$
6	200	30	70	50	Деревянные	$P_9 = 15$	20	12	1	$P_8 = 16$	8	$K_{осл} = 8$
7	200	50	85	50	Деревянные	$P_{10} = 14$	20	12	2	$P_1 = 10$	10	Поле
8	200	20	68	50	Деревянные	$P_{10} = 20$	20	14	1	$P_3 = 32$	8	Ферма
9	200	40	80	100	Деревянные	$P_9 = 20$	10	8	1	$P_5 = 32$	8	Ферма
10	200	40	60	100	Каменные	$P_8 = 18$	40	24	1	$P_8 = 32$	8	Ферма
11	200	25	50	50	Каменные	$P_7 = 20$	40	28	1	$P_2 = 32$	8	Ферма
12	200	30	45	100	Каменные	$P_6 = 20$	40	32	1	$P_1 = 8$	10	Поле
13	200	40	50	100	Каменные	$P_3 = 28$	30	18	0,5	$P_2 = 5$	10	Поле
14	100	25	50	50	Деревянные	$P_5 = 20$	30	21	1	$P_3 = 5$	10	Поле
15	100	40	35	50	Деревянные	$P_4 = 20$	30	24	1	$P_1 = 4$	8	Поле
16	500	40	40	100	Деревянные	$P_3 = 20$	30	27	0,5	$P_2 = 4$	8	Поле
17	500	40	40	50	Деревянные	$P_4 = 30$	20	16	1	$P_3 = 4$	8	Поле

Номер варианта	Задача 1					Задача 2	Задача 3			Задача 4		
	q , кТ	$v_{в}$, км/ч	l , км	$K_{осл}$ ПРУ	Тип домов	P_i , Р/ч	P_m , Р/ч	P_n , Р/ч	Δt , ч	$P_{вх} = P_i$, Р/ч	D_y , Р	Условия работы
18	500	50	50	100	Каменные	$P_7 = 10$	20	10	1	$P_2 = 12$	8	Деревянный дом
19	500	30	30	100	Каменные	$P_8 = 8$	20	8	1	$P_2 = 15$	10	Деревянный дом
20	500	40	25	100	Каменные	$P_9 = 6$	20	10	1	$P_1 = 15$	10	Деревянный дом
21	1000	25	50	50	Деревянные	$P_{10} = 3$	5	3	1	$P_3 = 32$	8	Каменный дом
22	1000	50	30	50	Деревянные	$P_3 = 40$	7	4	1	$P_5 = 32$	8	Каменный дом
23	1000	30	40	50	Деревянные	$P_5 = 40$	30	15	5	$P_3 = 24$	6	Каменный дом
24	1000	40	25	50	Деревянные	$P_6 = 40$	30	15	8	$P_5 = 24$	6	Каменный дом
25	1000	25	50	50	Каменные	$P_7 = 5$	8	7	0,5	$P_1 = 6$	6	Автомобиль
26	1000	50	50	50	Каменные	$P_7 = 5$	10	6	3	$P_2 = 6$	6	Автомобиль
27	1000	25	25	100	Каменные	$P_8 = 4$	10	8	2	$P_1 = 16$	8	Автомобиль
28	1000	40	40	100	Каменные	$P_2 = 6$	10	9	1	$P_5 = 16$	8	Автомобиль
29	1000	50	50	100	Каменные	$P_5 = 6$	20	16	2	$P_3 = 6$	6	Автомобиль

Примерные размеры зон радиоактивного заражения, км

Зоны, подзоны	Скорость среднего ветра v_b , км/ч	Мощность взрыва, кт									
		50		100		200		500		1000	
		Длина	Ширина	Длина	Ширина	Длина	Ширина	Длина	Ширина	Длина	Ширина
А-1	20–30	90	10	116	12	157	15	230	21	309	26
	40–50	100	12	150	14	200	18	300	25	402	31
А-2	20–30	60	8,5	85	11	120	14	180	18	240	24
	40–50	70	9,6	90	12	130	16	220	22	280	27
А-3	20–30	44	7,3	62	8	95	12	135	16	180	20
	40–50	48	7,5	75	9	97	13	162	18	230	23
А-4	20–30	37	6	46	7	70	9	100	13	160	18
	40–50	41	6,4	60	8	85	10	135	16	200	21
Б-1	20–30	33	5,4	49	6,1	67	7,8	100	10	135	14
	40–50	38	6,1	52	6,4	83	8,4	125	12	170	16
Б-2	20–30	28	4,8	35	6,3	49	7,4	76	10	112	13
	40–50	32	5,4	40	6,4	62	8	95	12	150	15
Б-3	20–30	25	4,5	32	6,6	45	6,8	75	9	100	12
	40–50	28	4,8	35	6,8	50	7,4	90	11	120	14
В-1	20–30	21	3,9	28	4	40	5,3	65	7,4	89	10
	40–50	24	4,3	30	4,2	45	5,6	78	7,7	109	12
В-2	20–30	17	3,2	21	3,8	30	5	44	6,8	72	9
	40–50	20	3,6	23	3,9	34	5,2	52	7,4	85	11
В-3	20–30	13	2,6	18	3,5	27	4,8	39	6,4	60	8
	40–50	16	3	21	3,7	31	5,1	46	7	75	9

Таблица 3

Характеристика зон радиоактивного заражения

Название зоны	Зона	Подзона	Характеристики		
			$P_3, P/ч$	$D_{ср}, P$	$Q, Ки/км^2$
Умеренного радиоактивного заражения	А	А-1	8–20	40–100	0,16–0,4
		А-2	20–40	100–200	0,4–0,8
		А-3	40–60	200–300	0,8–1,2
		А-4	60–80	300–400	1,2–1,6
Сильного радиоактивного заражения	Б	Б-1	80–120	400–600	1,6–2,4
		Б-2	120–160	600–800	2,4–3,2
		Б-3	160–240	800–1200	3,2–4,8
Опасного радиоактивного заражения	В	В-1	240–400	1200–2000	4,8–12
		В-2	400–600	2000–3000	12–20
		В-3	600 и более	3000 и более	20 и более

Таблица 4

Средние значения коэффициента ослабления (защиты) $K_{осл}$

Условие пребывания	Значение
Открытая местность	1
Зараженная открытая щель	3
Незараженная открытая щель	20
Дом деревянный	3
Подвал деревянного дома (неподготовленный)	7–10
Каменный дом одноэтажный	10
Каменный дом двухэтажный	15
Подвал каменного дома (неподготовленный)	40
Фермы, мастерские	10–16
Лиственный (летом) или хвойный лес	2
Кабина автомобиля	2
Кабина трактора, комбайна	3
Противорадиационные устройства	50–200

Таблица 5

Коэффициент накопления дозы облучения K_n

Продолжительность облучения, ч	1	2	3	5	8	10	12	20
Значение K_n	0,13	0,2	0,24	0,3	0,35	0,38	0,4	0,44

Окончание таблиц 5

Продолжительность облучения, сут	1	2	3	4	5	14	30	60
Значение K_n	0,47	0,5	0,55	0,58	0,6	0,65	0,73	0,8

Таблица 6

Ориентировочные данные о радиационных потерях людей при внешнем облучении в зависимости от величины дозы и времени воздействия радиоактивных веществ, % ко всем облученным

Доза облучения, Р	Длительность облучения			
	до 4 сут (однократно)	до 10 сут	до 20 сут	до 30 сут
350	100	100	95	90
300	100	95	80	65
250	85	65	50	35
200	50	30	20	10
175	30	30	10	5
150	15	7	5	0
125	5	2	0	0
100	0	0	0	0

Таблица 7

Заболееваемость, смертность, лечение, убой животных при однократном облучении (до 4 сут), % облученных

Виды животных	Состояние	Доза однократного облучения, Р							
		150	200	250	400	500	600	700	800
КРС	Заболееваемость	4	6	33	99	100	100	100	100
	Лечение	4	6	30	87	65	20	2	0
	Смертность, убой	0	0	3	12	35	80	98	100
Свиньи	Заболееваемость	0	4	11	58	98	100	100	100
	Лечение	0	4	11	50	76	50	10	0
	Смертность, убой	0	0	0	8	22	50	90	80
Птица	Заболееваемость	0	0	0	14	35	71	99	100
	Лечение	0	0	0	11	25	71	69	50
	Смертность, убой	0	0	0	3	10	20	30	50

Примечание: для телят возрастом до 5 месяцев поражающие дозы в 2 раза меньше.

**Вероятность потери урожая
в зависимости от полученной дозы облучения
и фазы развития в момент выпадения радиоактивных осадков, %**

Доза облучения, Р	Фазы развития в момент облучения				
	Проростки	Кущение	Выход в трубу	Колошение и цветение	Молочная спелость
Яровая пшеница					
100	0–25	0–10	10–25	0–15	0–10
100–200	10–40	15–25	20–50	10–30	0–10
200–300	30–60	20–50	40–80	20–40	0–10
300–400	40–80	40–60	80–100	30–50	0–10
400–500	60–100	60–100	90–100	40–60	0–10
500–700	80–100	60–100	100	50–80	0–10
Озимая пшеница, рожь, ячмень					
100	–	15–35	25–50	5–25	0–10
100–200	–	25–50	35–70	15–50	0–10
200–300	–	35–70	50–90	25–50	0–20
300–400	–	55–90	60–100	40–70	0–20
400–500	–	75–100	90–100	60–90	0–20

Продолжение таблицы 8

Доза облучения, Р	Фазы развития в момент облучения				
	Проростки 5 см	Проростки 15–20 см	Бутонизация	Цветение	Отмирание ботвы
Картофель					
100–200	0–15	0–10	–	–	Снижение урожая клубней
200–300	10–30	5–20	5–20	5–15	5–7
300–400	20–50	10–30	10–30	5–20	7–9
400–500	30–60	15–40	15–40	10–25	10–12
500–700	40–70	20–50	20–50	15–30	12–14
700–1000	50–90	30–70	25–60	20–40	14–19
1000–1500	60–100	50–90	40–80	30–60	19–25

Доза облучения, Р	Фазы развития в момент облучения				
	6 листьев	Бутонизация	Цветение	Образование верхних бобов	Молочная спелость
Горох					
100–200	15–20	30–80	20–60	10–50	0–5
200–300	40–90	70–100	40–80	25–75	0–10
300–400	60–100	90–100	60–100	50–100	0–10

Таблица 9

Значения коэффициента снижения уровней радиации и плотности радиоактивного загрязнения полей $K_{сн}$ от момента «1 ч после взрыва»

Время после взрыва, ч	Значение	Время после взрыва, сут	Значение	Время после взрыва, сут	Значение
1	1	1	45	40	3790
2	2,3	1,5	74	45	4350
3	3,7	2	104	50	4900
4	5,3	2,5	136	55	5500
5	7	3	170	60	6160
6	8,6	4	240	70	7400
7	10	5	313	80	8700
8	12	6	390	90	10 000
9	14	7	470	100	11 400
10	16	8	550	140	17 000
12	20	10	720	180	23 000
14	24	12	880	200	26 000
16	28	18	1450	240	32 600
18	32	20	1650	260	36 000
20	36	24	2050	300	42 600
22	41	26	2250	320	46 000
24	45	30	2650	365 (366)	54 000

Таблица 10

Режимы защиты населения

Номер режима	Уровни радиации, Р/ч, на время после взрыва							Время нахождения, сут		Применение СИЗ на открытой местности, сут	Эвакуация	
	ч						сут		в ПРУ с выходом на 30–40 мин в 1-е и 2-е сут			в домах с выходом на 3–4 ч
	1	2	3	4	8	10	1	2				
1	400	Более 175	Более 110	Более 75	35	25	9	4	Более 5 ($K_{\text{осл}} = 200$)	Более 15	Более 20	Спустя более 3 сут
2	400	175	110	75	35	25	9	4	4–5 ($K_{\text{осл}} = 100$)	10–15	15–20	Спустя 3 сут
3	240	100	60	45	20	15	5	2,3	3 ($K_{\text{осл}} = 50$)	4	10	Спустя 2 сут
4	140	62	40	30	13	10	3	1,3	2 ($K_{\text{осл}} = 30$)	3	7	Спустя 1 сут
5	80	35	20	15	7	5	1,7	0,8	1 ($K_{\text{осл}} = 15$)	2	3	Не обязательна
6	27	12	7,5	5,5	2,3	1,7	0,6	0,3	Не обязательно	1	2	Не обязательна
7	8	3,5	2	1,5	0,7	0,5	0,2	0,1	Не обязательно	Не обязательно	1	Не обязательна

Таблица 11

Допустимые нормы зараженности поверхностей, мР/ч

Объекты	Значение
Открытые участки тела	4,5
Поверхности всего тела человека	15
Белье, обувь, СИЗ	50
Продовольственная тара, оборудование столовых, продовольственных складов	50
Поверхность тела животных	100
Поверхность транспорта, техники	200
Поверхность дорог	1000

Таблица 12

**Время $t_{\text{взр}}$, прошедшее после взрыва
до второго измерения уровней радиации R_n на местности, ч**

Отношение уровней радиации $R_n:R_m$ (отношение значения второго измерения к первому)	Время между измерениями Δt					
	10 мин	30 мин	45 мин	1 ч	2 ч	3 ч
0,95	4	12	18	24	48	72
0,90	2	6	9	12	24	36
0,85	1,3	4	6	8	16	24
0,80	1	3	4,5	6	12	18
0,75	0,8	2,5	3,7	5	9	14
0,70	0,7	2	3	4	8	12
0,65	0,6	1,7	2,5	3,3	7	10
0,60	0,5	1,5	2,1	2	6	9
0,55	0,4	1,3	1,8	2,5	5	8
0,50	0,3	1,1	1,7	2,3	4,5	7
0,45	0,25	1	1,5	2	4	6
0,40	0,22	0,9	1,4	1,8	3,7	5,5
0,35	0,21	0,8	1,3	1,7	3,5	5
0,30	0,2	0,7	1,1	1,5	3,1	4,7
0,25	0,17	0,6	1	1,4	3	4,3
0,20	0,15	0,5	1	1,3	2,7	4

Таблица 13

Значение коэффициента η , учитывающего начало и продолжительность облучения, для определения доз облучения в зонах радиоактивного заражения

Начало облучения*	Продолжительность пребывания на зараженной местности											
	ч								сут			
	0,5	1	2	3	4	6	8	12	1	2	4	5
0,15 ч	1,5	0,85	0,62	0,55	0,48	0,43	0,40	0,35	0,31	0,3	0,27	0,25
1 ч	2,5	1,5	1,0	0,82	0,72	0,61	0,55	0,5	0,41	0,4	0,33	0,32
2 ч	5,2	3,0	1,7	1,3	1,2	0,92	0,82	0,7	0,58	0,5	0,44	0,40
3 ч	8,0	4,5	2,6	1,8	1,5	1,3	1,2	0,9	0,7	0,6	0,50	0,45
4 ч	11,0	6,0	3,3	2,3	2,0	1,5	1,3	1,2	0,8	0,65	0,55	0,50
5 ч	14,0	7,5	4,0	3,0	2,4	1,8	1,5	1,3	0,9	0,72	0,60	0,56
6 ч	17,0	9,0	5,0	3,5	2,8	2,1	1,7	1,5	1,0	0,8	0,65	0,60
8 ч	22,0	12,0	6,7	4,8	3,8	2,8	2,2	1,7	1,3	0,9	0,80	0,70
10 ч	30,0	15,0	8,7	6,2	5,0	3,2	2,7	2,0	1,5	1,0	0,90	0,80
1 сут	75,0	45,0	22,0	16,0	12,0	9,0	6,8	5,0	3,0	1,7	1,3	1,20
2 сут	160,0	95,0	48,0	36,0	27,0	20,0	15,0	10,0	5,3	3,0	2,2	1,80
5 сут	300,0	170,0	110,0	75,0	66,0	50,0	30,0	20,0	12,0	12,0	5,0	3,00

*Облучение происходит с момента взрыва.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Варианты индивидуальных заданий для прогнозирования уровня загрязнения радионуклидами продукции растениеводства и планирования агротехнических мероприятий

Номер варианта	Культура	Продукция	Тип почвы	Плотность загрязнения почвы Q_1/Q_2 , Ки/км ²	Содержание в почве обменного калия, мг/кг	Состояние почвы
1	2	3	4	5	6	7
1	Овес Озимая рожь Озимая пшеница Картофель	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Картофель	Дерново-подзолистая супесчаная	10/25	81–140	Проведена первичная обработка вспашкой
	Клевер Многолетние злаковые травы Многолетние злаково-бобовые смеси	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново-подзолистая суглинистая	13/18	201–300	Задерненная почва
2	Озимая рожь Озимая пшеница Ячмень Кормовая свекла	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод	Дерново-подзолистая супесчаная	19/31	141–200	Не обрабатывалась
	Многолетние злаковые травы Многолетние злаково-бобовые смеси	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново-подзолистая суглинистая	20/28	201–300	Проведено первичное перезалужение

1	2	3	4	5	6	7
	Многолетние злаки на осушенных почвах	Сено, силос, зеленая масса				
3	Овес Озимая пшеница Ячмень Картофель	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Картофель	Дерново-подзолистая супесчаная	15/29	201–300	Проведено ускоренное перезалужение
	Многолетние злаково-бобовые смеси Многолетние злаки на осушенных почвах Однолетние злаково-бобовые травы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново-подзолистая суглинистая	18/34	81–140	Слабозадерненная почва
4	Овес Озимая рожь Ячмень Кормовая свекла	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод	Дерново-подзолистая супесчаная	14/30	Более 300	Не обрабатывалась
	Многолетние злаки на осушенных почвах Однолетние злаково-бобовые травы Естественные сенокосы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново-подзолистая суглинистая	12/26	81–140	Проведена минимальная обработка

1	2	3	4	5	6	7
5	Озимая рожь Ячмень Картофель Кормовая свекла	Зерно, солома Зерно, солома Картофель Корнеплод	Дерново- подзолистая суглинистая	18/29	Менее 80	Глубина гуму- сового слоя – 30 см
	Однолетние злаково- бобовые травы Естественные сенокосы Клевер	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая супесчаная	20/34	Более 300	Задерненная почва
6	Овес Ячмень Картофель Кормовая свекла	Зерно, солома Зерно, солома Картофель Корнеплод	Дерново- подзолистая супесчаная	15/27	Менее 80	Проведено ускоренное перезалужение
	Естественные сенокосы Клевер Многолетние злаки на осушенных почвах	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая суглинистая	13/18	81–140	Сильнозадер- ненная почва
7	Овес Озимая рожь Озимая пшеница Ячмень	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Зерно	Дерново- подзолистая суглинистая	20/32	81–140	Не обрабаты- валась

1	2	3	4	5	6	7
	Многолетние злаково-бобовые смеси Естественные сенокосы Однолетние злаково-бобовые травы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново-подзолистая супесчаная	22/34	Более 300	Переувлажненная почва
8	Овес Ячмень Морковь Свекла столовая	Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод Корнеплод	Дерново-подзолистая суглинистая	17/26	201–300	Проведена первичная обработка вспашкой
	Клевер Естественные сенокосы Многолетние злаково-бобовые смеси	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново-подзолистая супесчаная	13/32	Менее 80	Задерненная почва
	Озимая рожь Озимая пшеница Морковь Свекла столовая	Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод Корнеплод	Дерново-подзолистая суглинистая	21/29	Более 300	Проведено ускоренное переозалужение
9	Многолетние злаковые травы Многолетние злаково-бобовые смеси	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново-подзолистая супесчаная	16/33	141–200	Эрозионная почва

1	2	3	4	5	6	7
	Естественные сенокосы	Сено, силос, зеленая масса				
10	Овес Озимая рожь Озимая пшеница Картофель	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод	Дерново- подзолистая песчаная	10/27	Более 300	Не обрабаты- валась
	Клевер Многолетние злаковые травы Многолетние злаково- бобовые смеси	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая супесчаная	14/33	Менее 80	Слабозадер- ненная почва
11	Озимая рожь Озимая пшеница Ячмень Кормовая свекла	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод	Дерново- подзолистая песчаная	15/25	Более 300	Не обрабаты- валась
	Многолетние злаковые травы Многолетние злаково- бобовые смеси Многолетние злаки на осушенных почвах	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая супесчаная	17/32	Менее 80	Проведена минимальная обработка

1	2	3	4	5	6	7
12	Овес Озимая пшеница Ячмень Картофель	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Картофель	Дерново- подзолистая песчаная	18/26	81–140	Проведено ускоренное перезалужение
	Многолетние злаково- бобовые смеси Многолетние злаки на осушенных почвах Однолетние злаково- бобовые травы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая супесчаная	22/30	141–200	Задерненная почва
13	Овес Озимая рожь Ячмень Кормовая свекла	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод	Дерново- подзолистая песчаная	20/32	81–140	Проведена первичная обработка вспашкой
	Многолетние злаки на осушенных почвах Однолетние злаково- бобовые травы Естественные сенокосы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая супесчаная	16/30	201–300	Эрозионная почва
14	Озимая рожь Ячмень Картофель Кормовая свекла	Зерно, солома Зерно, солома Картофель Корнеплод	Дерново- подзолистая песчаная	14/28	141–200	Не обрабаты- валась

1	2	3	4	5	6	7
	Однолетние злаково-бобовые травы Естественные сенокосы Клевер	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново-подзолистая супесчаная	18/25	201–300	Задерненная почва
15	Овес Ячмень Картофель Кормовая свекла	Зерно, солома Зерно, солома Картофель Корнеплод	Дерново-подзолистая суглинистая	16/23	201–300	Проведено ускоренное перезалужение
	Естественные сенокосы Клевер Многолетние злаки на осушенных почвах	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново-подзолистая песчаная	19/35	141–200	Слабозадерненная почва
16	Овес Озимая рожь Озимая пшеница Ячмень	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Зерно	Дерново-подзолистая суглинистая	14/26	81–140	Не обрабатывалась
	Многолетние злаково-бобовые смеси Естественные сенокосы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново-подзолистая песчаная	15/33	Менее 80	Переувлажненная почва

1	2	3	4	5	6	7
	Однолетние злаково-бобовые травы	Сено, силос, зеленая масса				
17	Овес Ячмень Морковь Свекла столовая	Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод Корнеплод	Дерново-подзолистая суглинистая	20/30	Более 300	Глубина гумусового слоя – 33 см
	Клевер	Сено, силос, зеленая масса	Дерново-подзолистая песчаная	14/29	81–140	Задерненная почва
	Естественные сенокосы Многолетние злаково-бобовые смеси	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса				
18	Озимая рожь Озимая пшеница Морковь Свекла столовая	Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод Корнеплод	Дерново-подзолистая суглинистая	16/33	81–140	Не обрабатывалась
	Многолетние злаковые травы	Сено, силос, зеленая масса	Дерново-подзолистая песчаная	18/25	201–300	Задерненная почва
	Многолетние злаково-бобовые смеси Естественные сенокосы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса				

1	2	3	4	5	6	7
19	Овес Озимая рожь Озимая пшеница Свекла столовая	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод	Дерново- подзолистая супесчаная	22/38	Более 300	Проведено ускоренное перезалужение
	Клевер Травы естественных сенокосов Многолетние злаковые травы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая супесчаная Торфяно- болотная Торфяно- болотная	13/35	141–200 Менее 250 Менее 250	Глубина гуму- сового слоя – 35 см
20	Озимая рожь Озимая пшеница Ячмень Свекла столовая	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод	Дерново- подзолистая песчаная	12/24	Менее 180	Проведено ускоренное перезалужение
	Естественные сенокосы Травы естественных сенокосов Многолетние злаковые травы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая суглинистая Торфяно- болотная Торфяно- болотная	10/30	141–200 251–500 251–500	Сильнозадер- ненная почва

1	2	3	4	5	6	7
21	Ячмень Озимая рожь Кормовая свекла Морковь	Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод Корнеплод	Дерново- подзолистая суглинистая	20/32	141–200	Не обрабаты- валась
	Многолетние злаковые травы Травы естественных сенокосов Многолетние злаковые травы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая песчаная Торфяно- болотная Торфяно- болотная	23/30	141–200 Более 500 Более 500	Глубина гуму- сового слоя – 40 см
22	Ячмень Овес Озимая пшеница Морковь	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод	Дерново- подзолистая супесчаная	15/25	Менее 80	Проведено ускоренное перезалужение
	Клевер	Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая песчаная	18/35	81–140	Эрозионная почва
	Естественные сенокосы	Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая песчаная		81–140	
Многолетние злаковые травы	Сено, силос, зеленая масса	Торфяно- болотная	Менее 250			

1	2	3	4	5	6	7
23	Озимая рожь Озимая пшеница Ячмень Морковь	Зерно, солома Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод	Дерново- подзолистая песчаная	10/28	81–140	Проведена первичная обработка вспашкой
	Многолетние злаково- бобовые смеси	Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая супесчаная	2/32	141–200	Задерненная почва
	Многолетние злаковые травы	Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая супесчаная		141–200	
Травы естественных сенокосов	Сено, силос, зеленая масса	Торфяно- болотная	Менее 250			
24	Ячмень Овес Морковь Картофель	Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод Картофель	Дерново- подзолистая суглинистая	5/25	141–200	Не обрабаты- валась
	Однолетние злаково- бобовые травы	Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая суглинистая	12/33	141–200	Глубина гуму- сового слоя – 30 см
	Травы естественных сенокосов	Сено, силос, зеленая масса	Торфяно- болотная		251–500	
Многолетние злаковые травы	Сено, силос, зеленая масса	Торфяно- болотная	Более 500			

1	2	3	4	5	6	7
25	Озимая рожь Озимая пшеница Кормовая свекла Свекла столовая	Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод Корнеплод	Дерново- подзолистая супесчаная	20/28	201–300	Проведена первичная обработка вспашкой
	Многолетние злаково- бобовые смеси Травы естественных сенокосов Многолетние злаковые травы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая суглинистая Торфяно- болотная Торфяно- болотная	14/33	Более 500 Более 500 Менее 250	Сильнозадер- ненная почва
26	Озимая рожь Озимая пшеница Морковь Картофель	Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод Картофель	Дерново- подзолистая песчаная	22/40	Более 300	Не обрабаты- валась
	Клевер Однолетние злаково- бобовые травы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая суглинистая Дерново- подзолистая супесчаная	12/34	81–140 141–500	Задерненная почва
	Многолетние злако- вые травы	Сено, силос, зеленая масса	Торфяно- болотная		Более 500	

1	2	3	4	5	6	7
27	Овес Озимая рожь Кормовая свекла Свекла столовая	Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод Корнеплод	Дерново- подзолистая суглинистая	16/33	Менее 80	Проведено ускоренное перезалужение
	Клевер	Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая песчаная	15/35	Менее 80	Задерненная почва
	Многолетние злаково- бобовые смеси	Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая песчаная		Более 500	
Травы естественных сенокосов	Сено, силос, зеленая масса	Торфяно- болотная	251–500			
28	Ячмень Овес Морковь Картофель	Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод Картофель	Дерново- подзолистая супесчаная	14/30	Более 500	Не обрабаты- валась
	Многолетние злаково- бобовые смеси	Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая суглинистая	20/32	81–140	Переувлаж- ненная почва
	Многолетние злаковые травы	Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая суглинистая		Более 500	
	Травы естественных сенокосов	Сено, силос, зеленая масса	Торфяно- болотная		Менее 250	

1	2	3	4	5	6	7
29	Овес Озимая рожь Кормовая свекла Свекла столовая	Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод Корнеплод	Дерново- подзолистая суглинистая	21/25	141–200	Проведено ускоренное перезалужение
	Однолетние злаково- бобовые травы Травы естественных сенокосов Многолетние злаковые травы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая супесчаная Торфяно- болотная Торфяно- болотная	13/33	81–140 Более 500 Более 500	Проведена минимальная обработка
30	Ячмень Озимая пшеница Морковь Свекла столовая	Зерно, солома Зерно, солома Корнеплод Корнеплод	Дерново- подзолистая суглинистая	12/22	Более 500	Не обрабаты- валась
	Многолетние злаково- бобовые смеси Травы естественных сенокосов Многолетние злаковые травы	Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса Сено, силос, зеленая масса	Дерново- подзолистая песчаная Торфяно- болотная Торфяно- болотная	18/35	Менее 80 251–500 Более 500	Задерненная почва

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственной продукции

Республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственном сырье и кормах (табл. 1) разработаны с целью обеспечения производства продуктов питания в пределах Республиканских допустимых уровней содержания радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-96).

Таблица 1

Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов
цезия и стронция в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-96 и РДУ-99)

Наименование продукта	РДУ-96, Ки/кг, Ки/л	РДУ-96, Бк/кг, Бк/л	РДУ-99, Бк/кг, Бк/л
Цезий-137			
Вода питьевая	$5,0 \cdot 10^{-10}$	18,5	10
Молоко и цельномолочная продукция	$3,0 \cdot 10^{-9}$	111	100
Молоко сухое	$2,0 \cdot 10^{-8}$	740	–
Молоко сгущенное концентрированное	–	–	200
Творог и творожные изделия, сыры	–	–	50
Масло коровье	–	–	100
Мясо и мясные продукты:			
– говядина, баранина и продукты из них;	$1,6 \cdot 10^{-8}$	600	500
– свинина, птица и продукты из них	$1,0 \cdot 10^{-8}$	370	180
Хлеб и хлебобулочные изделия	$2,0 \cdot 10^{-9}$	74	40
Картофель и корнеплоды	$2,7 \cdot 10^{-9}$	100	80
Мука, крупы, сахар	$2,7 \cdot 10^{-9}$	100	60
Жиры растительные и животные, маргарин	$5,0 \cdot 10^{-9}$	185	100
Овощи, фрукты и садовые ягоды	$2,7 \cdot 10^{-9}$	100	100
Фрукты	–	–	40

Наименование продукта	РДУ-96, Ки/кг, Ки/л	РДУ-96, Бк/кг, Бк/л	РДУ-99, Бк/кг, Бк/л
Садовые ягоды	—	—	70
Консервированные продукты из овощей, фруктов и ягод	$2,0 \cdot 10^{-9}$	74	74
Дикорастущие ягоды	$5,0 \cdot 10^{-9}$	185	185
Грибы свежие	$1,0 \cdot 10^{-8}$	370	370
Грибы сушеные	$1,0 \cdot 10^{-7}$	3700	2500
Детское питание всех видов в готовом для потребления виде	$1,0 \cdot 10^{-9}$	37	37
Прочие продукты питания	$1,0 \cdot 10^{-8}$	370	—
Стронций-90			
Вода питьевая	$1,0 \cdot 10^{-11}$	0,37	0,37
Молоко и цельномолочная продукция	$1,0 \cdot 10^{-10}$	3,7	3,7
Хлеб и хлебопродукты	$1,0 \cdot 10^{-10}$	3,7	3,7
Картофель	$1,0 \cdot 10^{-10}$	3,7	3,7
Детское питание всех видов в готовом для употребления виде	$5,0 \cdot 10^{-11}$	1,85	1,85

Примечание: для продуктов питания, потребление которых составляет менее 10 кг/г на человека (специи, чай, мед), устанавливаются допустимые уровни, в 10 раз более высокие, чем величины для прочих пищевых продуктов. РДУ для концентрированного и сухого молока устанавливаются в 2 раза больше установленных величин для прочих пищевых продуктов.

Расчет допустимых уровней содержания радионуклидов цезия, стронция в сельскохозяйственном сырье и кормах произведен с учетом коэффициентов удержания в процессе переработки сырья, а также с учетом реально сложившейся радиационной обстановки и коэффициентов перехода из корма в организм человека.

Действие допустимых уровней распространяется на территорию Республики Беларусь.

Допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственном сырье и кормах вводятся на срок действия РДУ-96.

Для переработки продукции на пищевые цели допускается ее прием на перерабатывающие предприятия с содержанием цезия-137 и стронция-90, указанным в табл. 2.

Таблица 2

Содержание цезия-137 и стронция-90
в переработанной сельскохозяйственной продукции, Бк/кг

Продукция	Цезий-137	Стронций-90
Молоко	370	18
Мясо:		
– говядина, баранина;	600	не нормируется
– свинина, птица	370	не нормируется
Растительное сырье:		
– овощи, фрукты, плоды;	100	не нормируется
– зерно;	160	11
– зерно на детское питание;	55	3,7
– прочее сырье	370	не нормируется

Прием зерна на семенные цели через предприятия Комитета хлебопродуктов Республики Беларусь разрешается с активностью по цезию-137 1850 Бк/кг.

Для переработки на спирт допускается использование сырья с содержанием цезия-137, не превышающим 3700 Бк/кг.

Прием зерна рапса на технические цели разрешается с содержанием цезия-137 до 1850 Бк/кг.

Допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в основных видах кормов (табл. 3) предусматриваются для получения различной конечной продукции – цельного молока, молока-сырья для дальнейшей переработки, мяса (заключительная стадия откорма КРС).

Таблица 3

Допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90
в основных видах кормов, Бк/кг

Вид корма	Цезий-137			Стронций-90	
	Молоко цельное	Молоко сырое	Мясо (заключительный откорм КРС)	Молоко цельное	Молоко сырое
Сено	1480	1850	1480	260	1300
Солома	370	900	900	185	900
Сенаж	600	900	600	100	500
Силос	300	600	300	50	250
Корнеплоды	200	600	370	37	185

Вид корма	Цезий-137			Стронций-90	
	Молоко цельное	Молоко сырое	Мясо (заклочительный откорм КРС)	Молоко цельное	Молоко сырое
Зерно, фураж	200	600	600	100	500
Зеленая масса	185	600	300	37	185
Хвойная, травяная мука, дробина пивная, жом, патока	1000	—	—	—	—
Барда	1000	—	—	—	—
Мезга, молочные продукты (обрат)	740	—	—	—	—
Дрожжи кормовые	370	—	—	—	—
Мясо-костная мука	1000	—	—	—	—
Прочие виды кормов	1000	—	—	—	—

Примечание: корма для свиней и птицы должны соответствовать тем же требованиям.

В случае получения кормов с превышением содержания радионуклидов скармливание их молочным коровам запрещается. Использование таких кормов разрешается для рабочего скота, а также для выращивания и начальной стадии откорма крупного рогатого скота.

Контроль содержания стронция-90 в сельскохозяйственном сырье и кормах проводится на загрязненных территориях Гомельской, Могилевской и Брестской областей областными ветеринарными лабораториями и проектно-изыскательскими станциями. Порядок, объемы и периодичность контроля устанавливаются на местах и согласовываются с облисполкомами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблица 1

Содержание цезия-137, Ки/кг · 10⁻⁹, в 1 кг урожая сельскохозяйственных культур в зависимости от обеспеченности дерново-подзолистых почв обменным калием при плотности загрязнений 1 Ки/км²

Культура	Содержание обменного калия, мг/кг почвы				
	менее 80	81–140	141–200	201–300	более 300
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Дерново-подзолистая супесчаная почва					
Зерно (влажность 14 %)					
Овес	0,42	0,25	0,21	0,18	0,11
Озимая рожь	0,10	0,10	0,07	0,05	0,05
Озимая пшеница	–	0,05	0,04	0,03	0,02
Ячмень	0,09	0,07	0,05	0,05	0,04
Солома (влажность 20 %)					
Овес	0,82	0,70	0,41	0,29	0,20
Озимая рожь	0,38	0,33	0,24	0,19	0,17
Озимая пшеница	–	0,22	0,18	0,09	0,05
Ячмень	0,33	0,24	0,19	0,16	0,14
Сено (влажность 16 %)					
Клевер	1,24	1,06	0,63	0,59	0,51
Многолетние злаковые травы	2,33	1,72	0,80	0,65	0,58
Многолетние злаково-бобовые смеси	1,79	1,39	0,72	0,61	0,54
Многолетние злаки на осушенных почвах	2,57	2,33	2,15	1,77	1,67
Однолетние злаково-бобовые смеси	0,80	0,50	0,40	0,33	0,26
Естественные сенокосы	3,23	2,17	1,81	1,59	1,49
Силос (влажность 75 %)					
Клевер	0,37	0,31	0,19	0,17	0,15
Многолетние злаки	0,69	0,51	0,24	0,19	0,17
Многолетние злаково-бобовые смеси	0,53	0,41	0,22	0,18	0,16
Многолетние злаки на осушенных почвах	0,76	0,69	0,63	0,52	0,49

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Однолетние злаково-бобовые смеси	0,24	0,15	0,12	0,10	0,06
Озимая рожь	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06
Естественные сенокосы	1,72	1,16	0,97	0,82	0,80
Кукуруза	0,23	0,19	0,16	0,14	0,13
Зеленая масса (влажность 82 %)					
Клевер	0,26	0,23	0,13	0,12	0,11
Многолетние травы	0,80	0,37	0,17	0,14	0,12
Многолетние злаково-бобовые смеси	0,38	0,30	0,15	0,13	0,11
Многолетние злаки на осушенных почвах	0,55	0,50	0,46	0,38	0,36
Однолетние злаково-бобовые смеси	0,17	0,11	0,09	0,09	0,07
Естественные сенокосы	1,25	0,84	0,69	0,59	0,45
Кукуруза	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09
Люпин	0,92	–	–	–	–
Рапс яровой	0,36	0,33	0,30	0,25	0,20
Картофель, корнеплоды (влажность 78–87 %)					
Картофель	0,11	0,07	0,05	0,05	0,04
Кормовая свекла	0,13	0,09	0,06	0,05	0,04
Овощи (влажность 85–95 %)					
Морковь	–	–	0,10	0,06	0,05
Свекла столовая	–	–	0,14	0,11	0,10
Дерново-подзолистая суглинистая почва					
Зерно (влажность 14 %)					
Овес	0,29	0,23	0,17	0,10	0,09
Озимая рожь	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04
Озимая пшеница	–	0,04	0,03	0,02	0,01
Ячмень	0,07	0,05	0,03	0,03	0,02
Солома (влажность 20 %)					
Овес	0,49	0,43	0,36	0,24	0,18
Озимая рожь	0,29	0,26	0,18	0,15	0,13
Ячмень	0,18	0,17	0,12	0,06	0,05

1	2	3	4	5	6
Сено (влажность 16 %)					
Клевер	1,37	0,93	0,56	0,48	0,31
Многолетние злаковые травы	1,72	1,04	0,57	0,49	0,36
Многолетние злаково-бобовые смеси	1,55	0,99	0,57	0,58	0,55
Многолетние злаки на осушенных почвах	2,32	1,93	1,92	1,36	1,26
Однолетние злаково-бобовые смеси	0,56	0,35	0,28	0,23	0,18
Естественные сенокосы	2,72	2,65	2,02	1,76	1,70
Силос (влажность 75 %)					
Клевер	0,41	0,28	0,17	0,14	0,09
Многолетние злаки	0,51	0,31	0,17	0,15	0,11
Многолетние злаково-бобовые смеси	0,46	0,30	0,17	0,14	0,11
Многолетние злаки на осушенных почвах	0,69	0,57	0,56	0,40	0,37
Однолетние злаково-бобовые смеси	0,17	0,11	0,09	0,07	0,06
Озимая рожь	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04
Естественные сенокосы	0,81	0,78	0,59	0,52	0,53
Кукуруза	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08
Зеленая масса (влажность 82 %)					
Клевер	0,29	0,19	0,12	0,10	0,05
Многолетние злаки	0,37	0,22	0,12	0,10	0,08
Многолетние злаково-бобовые смеси	0,33	0,21	0,12	0,10	0,07
Многолетние злаки на осушенных почвах	0,49	0,41	0,41	0,29	0,27
Однолетние злаково-бобовые смеси	0,12	0,08	0,06	0,06	0,05
Естественные сенокосы	0,58	0,56	0,43	0,38	0,30
Кукуруза	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Картофель, корнеплоды (влажность 78–87 %)					
Картофель	0,08	0,07	0,03	0,02	0,02
Кормовая свекла	–	–	0,05	0,03	0,03
Овощи (влажность 85–95 %)					
Морковь	–	–	0,05	0,03	0,03
Свекла столовая	–	–	0,08	0,06	0,06
Дерново-подзолистая песчаная почва					
Зерно (влажность 14 %)					
Овес	0,46	0,31	0,26	0,22	0,15
Озимая рожь	0,13	0,11	0,09	0,07	0,05
Ячмень	0,10	0,08	0,07	0,06	0,04
Солома (влажность 20 %)					
Овес	0,84	0,65	0,53	0,48	0,28
Озимая рожь	0,42	0,36	0,30	0,23	0,19
Ячмень	0,35	0,29	0,22	0,19	0,15
Сено (влажность 16 %)					
Клевер	1,35	1,16	0,79	0,59	0,55
Многолетние злаковые травы	2,40	1,86	0,85	0,67	0,62
Многолетние злаково-бобовые смеси	1,88	1,51	0,82	0,63	0,59
Многолетние злаки на осушенных почвах	3,71	2,91	2,38	1,85	1,72
Однолетние злаково-бобовые смеси	1,10	0,69	0,55	0,46	0,36
Естественные сенокосы	6,08	4,09	3,40	2,98	2,81
Силос (влажность 75 %)					
Клевер	0,40	0,35	0,24	0,18	0,16
Многолетние злаки	0,72	0,56	0,25	0,20	0,18
Многолетние злаково-бобовые смеси	0,56	0,45	0,24	0,19	0,18
Многолетние злаки на осушенных почвах	1,10	0,86	0,71	0,55	0,51
Однолетние злаково-бобовые смеси	0,33	0,21	0,17	0,14	0,11
Озимая рожь	0,12	0,09	0,09	0,08	0,06

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Естественные сенокосы	1,81	1,21	1,01	0,89	0,84
Кукуруза	–	0,31	0,28	0,23	0,21
Зеленая масса (влажность 82 %)					
Клевер	0,29	0,25	0,17	0,13	0,11
Многолетние злаки	0,52	0,40	0,18	0,14	0,13
Многолетние злаково- бобовые смеси	0,40	0,32	0,18	0,14	0,13
Многолетние злаки на осушенных почвах	0,79	0,62	0,51	0,39	0,36
Однолетние злаково- бобовые смеси	0,23	0,15	0,13	0,13	0,10
Естественные сенокосы	1,30	0,87	0,72	0,64	0,60
Кукуруза	0,22	0,20	0,17	0,15	0,11
Люпин	0,47	0,76	–	–	–
Рапс яровой	–	0,43	0,39	0,33	0,26
Картофель, корнеплоды (влажность 78–87 %)					
Картофель	0,14	0,10	0,08	0,05	0,04
Кормовая свекла	–	0,15	0,13	0,08	0,05
Овощи (влажность 85–95 %)					
Морковь	–	0,15	0,13	0,08	0,06
Свекла столовая	–	0,19	0,16	0,13	0,11

Таблица 2

Степень содержания в почве обменного калия

Культура	Содержание в почве обменного калия, мг/кг		
	менее 250	251–500	более 500
Сено (влажность 16 %)			
Травы естественных сенокосов	27,76	17,72	10,50
Многолетние злаковые травы	7,99	2,85	3,37
Силос (влажность 75 %)			
Травы естественных сенокосов	8,26	5,27	3,15
Многолетние злаковые травы	2,38	1,44	1,00
Зеленая масса (влажность 82 %)			
Травы естественных сенокосов	5,96	3,80	2,27
Многолетние злаковые травы	1,71	1,04	0,72

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

Мисун Леонид Владимирович,
Мисун Алексей Леонидович,
Гаркуша Анжелика Валерьевна и др.

**ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ
ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.
ПРАКТИКУМ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск *В. Г. Андруш*
Редактор *Д. А. Значёнок*
Корректор *Д. А. Значёнок*
Компьютерная верстка *Д. А. Значёнок*
Дизайн обложки *Д. О. Бабаковой*

Подписано в печать 05.08.2020. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 9,53. Уч.-изд. л. 7,45. Тираж 99 экз. Заказ 272.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99–2, 220023, Минск.