

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению практических работ
по дисциплине «Ноксология»
для студентов направления подготовки /специальности
20.03.01 Техносферная безопасность

Методические указания составлены в соответствии с образовательной программой по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» и рабочей программой дисциплины «Ноксология». В нем представлены темы практических занятий, задания к ним, методика и порядок их выполнения, рекомендуемая литература, планируемые результаты и критерии оценивания.

Оглавление

Введение.....	5
Тема 1. Теоретические основы ноксологии.....	7
Практическое занятие 1. Идентификация травмоопасных воздействий. Оценка частоты возникновения аварийных ситуаций на объектах	7
Тема 2. Опасность, условия ее возникновения и реализации.....	19
Практическое занятие 2. Качественный и количественный анализ опасностей	19
Тема 3. Современная ноксосфера.....	31
Практическое занятие 3. Основы моделирования опасных техносферных процессов	31
Тема 4. Общие положения по выбору методов и средств защиты человека от опасностей в техносфере.....	42
Практическое занятие 4. Определение границ опасных зон	42
Тема 5. Техника и тактика защиты человека от повседневных опасностей в техносфере.....	50
Практическое занятие 5. Оценка производственного шума в помещении и защита от него	50
Тема 6. Защита населения и объектов экономики в ЧС. Защита от глобальных опасностей.....	64
Практическое занятие 6. Определение возможных доз облучения на производстве и допустимого времени пребывания людей на радиоактивно-зараженной местности	64
Тема 7. Мониторинг опасностей.....	72
Практическое занятие 7. Автоматизированные системы мониторинга и прогнозирования.....	72
Практическое занятие 8. Оценка последствий аварий на химически опасных объектах.....	83
Тема 8. Перспективы развития человеко- и природозащитной деятельности.....	93
Практическое занятие 9. Расчет сокращения продолжительности жизни человека под воздействием негативных факторов техносферы	93
Литература	114

Введение

Изучение дисциплины «Ноксология» способствует формированию у студентов направления «Техносферная безопасность» о специфике своей будущей профессии.

Практические занятия являются одним из базовых элементов курса дисциплины и предназначены для укрепления и углубления полученных теоретических знаний, приобретения практических навыков, направленных на обеспечение безопасных условий жизнедеятельности человека в условиях современной техносферы.

Структурно учебное пособие состоит из методических указаний к 9 практическим занятиям, выполнение которых позволит овладеть студентам общекультурными и профессиональными компетенциями.

В пособии изложен теоретический материал и конкретные рекомендации по выполнению практических заданий. При подготовке к практическому занятию студенты должны изучить материал по теме, ответить на теоретические вопросы преподавателя и выполнить задания.

По теме каждого занятия сформулированы его цели и актуальность, знания и умения, приобретаемые студентами в результате их освоения, а также формируемые компетенции и их части, что помогает определить результаты изучения тем дисциплины. Также представлен список литературы, необходимой для изучения каждой темы практического занятия.

Тема 1. Теоретические основы токсологии

Практическое занятие 1. Идентификация травмоопасных воздействий. Оценка частоты возникновения аварийных ситуаций на объектах

Цель: сформировать способность идентифицировать негативное воздействие на человека, реализуемое в несчастных случаях, изучить факторы, определяющие уровень риска, методы управления им и способы оценки их эффективности.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций: владения культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности; ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности; способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.

Актуальность темы: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о критериях определения чрезвычайных ситуаций, предупреждение которых является приоритетным, и навыков проведения менеджмента риска на объекте.

Теоретическая часть

Факторы, определяющие уровень риска, методы управления им и способы оценки эффективности и стоимости работ по его снижению представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Методы управления риском и способы оценки эффективности и стоимости работ по его снижению

Факторы уровня опасности		Примечание
Опасность	Частота (А)	Частота выполнения действия, при котором возможно воздействие опасного или вредного производственного фактора
	Тяжесть (В)	Наиболее вероятная тяжесть нанесения ущерба здоровью
	Численность персонала, подверженного опасности (С)	Численность подверженных воздействию опасного или вредного производственного фактора
	Вероятность воздействия (D)	Вероятность воздействия опасного или вредного производственного фактора, частота его проявления в диапазоне от нулевых последствий до крайних

(А) – фактически это время существования опасности или доля его в общем рабочем времени. Анализ проводим, если данный вид опасности существует.

Отсюда два способа управления рисками:

- уменьшить время существования опасности (в пределе свести к нулю, т. е. исключить вообще) – защита «временем»;
- исключить опасный технологический процесс.

Способы решения задачи в этом случае:

1. Организационные (снижение времени затрачиваемого на выполнение операции, нахождения в опасной зоне).

2. Технические меры:

2.1.Автоматизация (удаление человека из процесса).

2.2.Замена используемых материалов, сырья и т. п. (замена одних материалов на менее опасные (удаление опасности из процесса)).

2.3.Новая технология/техничко-технологическое переоснащение.

В первом случае легко пересчитать изменение показателя (А).

(В) – фактически это означает уровень/концентрацию энергии/вещества в единицу времени/на единицу площади/объема применительно к человеку.

Способы снижения уровня воздействия: технические, средства индивидуальной и коллективной защиты.

(С) – количество работников, выполняющих работу в присутствии опасности. Меры: технические, например, автоматизация/механизация – повышение производительности труда – сокращение численности персонала; организационно-технические (вывод части персонала из опасной зоны, изменение места размещения рабочих мест).

Пример: при перевозке людей транспортом организации переход от смешанного размещения (стоячие и сидячие места) к однотипному (только к сидячему размещению пассажиров).

Рассчитать изменение этого показателя также не составляет труда.

(D) – частота опасных событий (т. е. реализация опасности) наиболее сложный вариант, т. к. в меньшей степени зависит от технической составляющей, а больше от так называемого человеческого фактора, т. е. ошибок различного типа.

Всего возможных сочетаний ошибок в системе «человек – машина» (машина – инструмент, оборудование и т. п.) четыре:

- неправильные/ошибочные действия человека + исправная машина;
- правильные действия человека + неисправная машина;
- неправильные/ошибочные действия человека + неисправная машина;
- правильные действия человека + исправная машина.

В результате такого взаимодействия возможны только два исхода: система восстанавливает работоспособность, т. е. продолжает работать, либо выходит из строя – нежелательное событие (НС).

Пример возможных исходов представлен на рисунке 1.1.

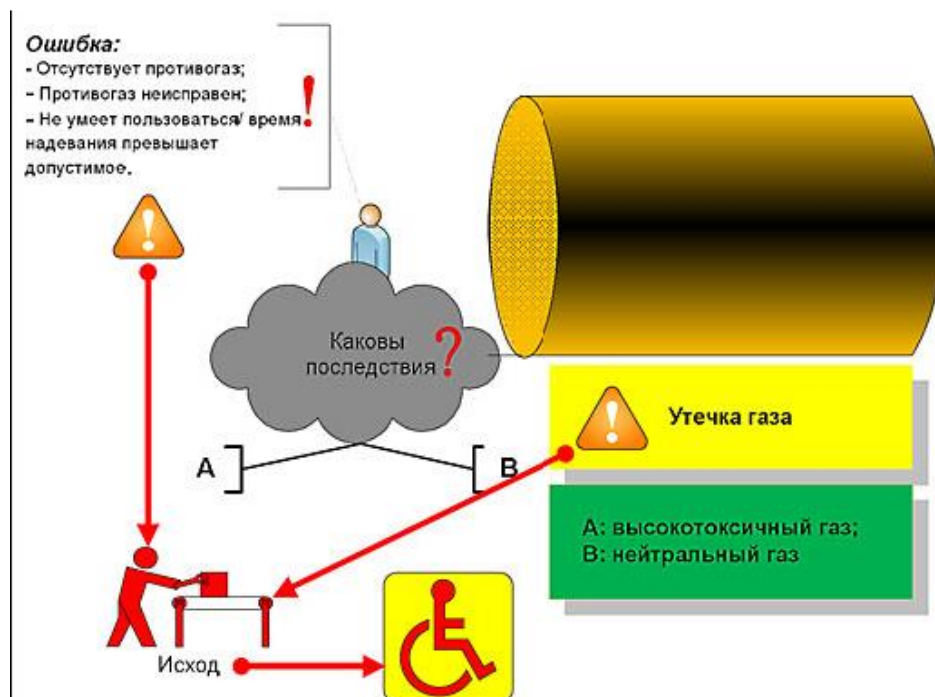


Рисунок 1.1 – Возможные исходы при взаимодействии в системе «человек – машина»

Прослеживается взаимосвязь: чем больше опасных ситуаций, тем больше несчастных случаев (рисунок 1.2).

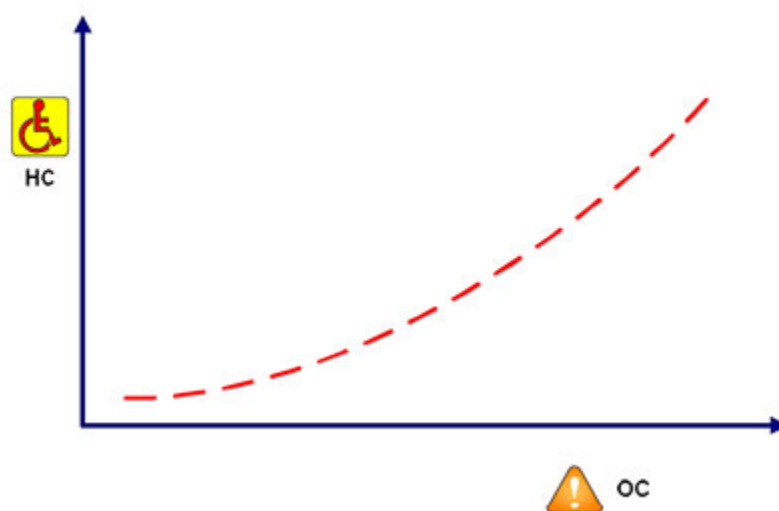


Рисунок 1.2 – Взаимосвязь опасных ситуаций и несчастных случаев

Управляя числом/частотой опасных состояний, осуществляется управление числом/частотой нежелательных событий.

Число «опасных состояний», связанных с человеком, по результатам расследования несчастных случаев колеблется от 60 до 90 % (по данным

различных источников).

Для оценки риска на объектах широко используют понятие «степень риска».

Степень риска численно определяется произведением вероятности реализации опасной ситуации (P_i) на значение тяжести/ущерба (Y_i) по соотношению:

$$R_k = \sum_{i=1}^n Y_{ik} \cdot P_{ik}, \quad (1.1)$$

где $k = 1, 2$,

n – номер ЧС;

$i = 1, 2, \dots, n$ – номер сценария для обеих ЧС.

Вероятность безотказной работы оборудования подчиняется экспоненциальному закону

$$P(t) = 1 - \exp(-\lambda t), \quad (1.2)$$

где λ – интенсивность отказов оборудования, ч^{-1} ;

t – время работы, ч.

Принимают, что аварийность при экспоненциальном распределении подчиняется дискретному распределению Пуассона:

$$Q(N; \lambda \tau) = \frac{\lambda \tau}{N!} \exp(-\lambda \tau), \quad N = 0, 1, 2, 3 \dots \lambda \tau, \quad (1.3)$$

где λ – интенсивность возникновения аварий, год^{-1} ;

τ – время анализа, год;

N – число аварий.

Пример 1. Прогнозируемый ущерб от двух различных ЧС на объекте составляет:

Таблица 1.2 – Возможные сценарии ЧС 1

Сценарий	1	2	3
Ущерб U_i , тыс. руб.	228,9	1157,0	130422,1
Вероятность реализации P_i , год^{-1}	0,00004	0,0000052	0,00000078

Таблица 1.3 – Возможные сценарии ЧС 2

Сценарий	1	2	3	4
Ущерб Y_i , тыс. руб.	117,2	1356,62	2987,0	220057,4
Вероятность реализации P_i , год ⁻¹	0,000011	0,00000097	0,00000066	0,000000084

Предупреждение какой из ЧС является более приоритетным?

Решение.

Более приоритетной для ликвидации будет та чрезвычайная ситуация, у которой параметр «степень риска» больше.

Рассчитаем степень риска по формуле (1.1).

ЧС 1:

$$R_1 = \sum_{i=1}^n Y_{i1} \cdot P_{i1} = 2,29 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-5} + 1,16 \cdot 10^6 \cdot 5,2 \cdot 10^{-6} + 1,3 \cdot 10^8 \cdot 7,9 \cdot 10^{-7} = 9,16 + 6,0 + 102,7 = 117,86 \text{ руб./год.}$$

ЧС 2:

$$R_2 = \sum_{i=1}^n Y_{i2} \cdot P_{i2} = 1,17 \cdot 10^5 \cdot 1,1 \cdot 10^{-5} + 1,36 \cdot 10^6 \cdot 9,7 \cdot 10^{-7} + 2,99 \cdot 10^6 \cdot 6,6 \cdot 10^{-7} + 2,2 \cdot 10^8 \cdot 8,4 \cdot 10^{-8} = 1,29 + 1,32 + 1,97 + 18,48 = 23,06 \text{ руб./год.}$$

Следовательно, ЧС 1 представляет большую угрозу и ее следует предотвращать в первую очередь.

Пример 2. Оценить вероятность взрыва в спиртовом цехе, расположенном в отдельном здании с неисправной молниезащитой, в котором установлено следующее оборудование:

- три реактора;
- насос;
- технологические трубопроводы общей длиной 50 м.

Годовой фонд работы реактора и трубопроводов – 2000 ч/год.

Годовой фонд работы насоса – 400 ч/год.

Принять вероятность взрыва в помещении $0,0012 \text{ год}^{-1}$.

Принять следующие значения интенсивности отказов (ГОСТ 12.1.004-91):

- резервуары гидравлические – $0,00000027$;
- насосы с машинным приводом – $0,000031$;
- трубопроводы на 1 км длины – $0,0000049$.

Вероятность появления горючей смеси.

Решение.

Определим вероятность разгерметизации элементов технологической схемы.

Резервуара (реактора):

$$P(t) = 1 - \exp(-2,7 \cdot 10^{-7} \cdot 2000) = 0,00054.$$

Насоса:

$$P(t) = 1 - \exp(-3,1 \cdot 10^{-5} \cdot 400) = 0,033.$$

Трубопроводов:

$$P(t) = 1 - \exp(-4,9 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05 \cdot 2000) = 0,0049.$$

Разгерметизация каждого элемента независима:

$$P_{\text{разг}} = 1 - \prod_{j=1}^5 (1 - P_j) = 1 - (1 - 0,0054)^3 \cdot (1 - 0,033) \cdot (1 - 0,0049) = 3,9 \cdot 10^{-2}.$$

Принимая вероятность наличия окислителя в воздухе равной 1, получим для вероятности взрыва соотношение:

$$P_{\text{взр}} = P_{\text{разг}} \cdot P_{\text{см}} = 3,9 \cdot 10^{-2} \cdot 0,0012 = 4,7 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}.$$

Пример 3. Оценить аварийный риск на объекте, где за 20 лет произошло 4 аварии, если частота отказов в системе однотипных объектов соответствует дискретному распределению Пуассона.

Решение.

На объекте за 20 лет произошло 4 аварии.

Среднее число (интенсивность возникновения) аварий:

$$\lambda = \frac{4}{20} = 0,2 \text{ год}^{-1}.$$

За 2 года две аварии могут произойти с вероятностью

$$Q(2; 0,2 \cdot 2) = \frac{0,2 \cdot 2}{2!} \exp(-0,4) = 0,054.$$

Вероятность безаварийного функционирования за 2 года

$$Q(0; 0,2 \cdot 2) = \frac{0,2 \cdot 2}{0!} \exp(-0,4) = 0,67.$$

Риск аварийных ситуаций за двухлетний период

$$1 - 0,67 = 0,33.$$

Вопросы и задания

Вопрос 1. Каким закономерностям подчиняется частота возникновения аварийных ситуаций на объектах?

Вопрос 2. Какие этапы включает идентификация опасных воздействий?

Вопрос 3. Что такое степень риска?

Вопрос 4. Перечислите факторы, определяющие уровень риска, и методы управления им.

Вопрос 5. Почему необходимо проводить менеджмент риска на предприятии?

Вопрос 6. Какая взаимосвязь существует между числом опасных ситуаций и несчастных случаев?

Вопрос 7. Перечислите методические и организационные задачи, которые возникают при проведении менеджмента риска.

Задание 1. Оценить риск повреждения агрегата в течение недели при его функционировании 3 часа в сутки, средней скорости износа 0,021/час. Определить снижение риска повреждения агрегата, если время работы агрегата уменьшится на 1 час.

Задание 2. Оценить аварийный риск на объекте по исходным данным, представленным в таблице 1.4. Представить графическую интерпретацию расчетов за период 1 – 7 лет следующих показателей: отсутствие аварий,

1 авария, 2 аварии, 3 аварии.

Определить вероятность отсутствия аварий за 1, 5, 10 лет.

Таблица 1.4 – Исходные данные для задания 2

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Период времени, лет	10	15	20	18	17	20	25	27	23	24
Число аварий	3	4	6	4	5	4	5	4	3	4

Задание 3. Оценить вероятность взрыва в цехе, в котором возможно возникновение условий для горения и установлено следующее оборудование:

- реактор;
- насос;
- технологические трубопроводы общей длиной 100 м.

Годовой фонд работы реактора и трубопроводов – А, ч/год.

Годовой фонд работы насоса – В, ч/год.

Принять вероятность взрыва в помещении 0,005 год⁻¹.

Таблица 1.5 – Исходные данные для задания 3

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
А	1000	1500	2000	1800	1700	2100	2500	2700	2300	2400
В	300	400	600	400	500	400	500	400	300	400

Задание 4. Защита рефератов и их презентация.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Белов, С.В. Ноксология: учебник для бакалавров / С.В. Белов, Е.Н. Симакова ; под общ.ред. С.В. Белова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва:

Юрайт, 2023. - 431 с.: ил. - (Бакалавр). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 430-431. - ISBN 978-5-9916-2697-23.

2. Ноксология [Электронный ресурс] : учебник / Е.Е. Барышев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 160 с. — 978-5-7996-1229-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65953.html>

3. Горшенина, Е. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: курс лекций: курс лекций / Е.Горшенина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 217 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138).

4. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 702 с. 21. – (Бакалавр. Академический курс). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 702. – ISBN 978-5-9916-3058-0. – ISBN 978-5-9692-1483-5

Тема 2. Опасность, условия ее возникновения и реализации

Практическое занятие 2. Качественный и количественный анализ опасностей

Цель: приобрести способность разносторонне анализировать опасности, контролировать величину фактического риска относительно приемлемого и разрабатывать мероприятия, способствующие снижению неопределенности процесса жизнедеятельности человека, в т.ч. посредством проведения риск-менеджмента.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций: владения культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности; ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности; способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.

Актуальность темы: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о качественных характеристиках опасности и теории вероятности при определении риска реализации неблагоприятных факторов техносферы и навыков принятия управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных реализацией негативных событий.

Теоретическая часть

Мир опасностей, угрожающих личности, весьма широк и непрерывно нарастает. Опасность – явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, т.е. вызывать нежелательные последствия.

В производственных, городских, бытовых условиях на человека воздействует одновременно, как правило, несколько негативных факторов.

Комплекс негативных факторов, действующих в пространстве в конкретный момент, зависит от текущего состояния системы «человек – среда обитания» и образует так называемое «поле опасностей».

Поле воздействия опасностей на человеческий организм дополнительно целесообразно представлять в виде совокупности факторов первого, второго, третьего и иных кругов, расположенных вокруг человеческого организма.

Опасности возникают и реализуются только при воздействии источника опасности на объект защиты в условиях, когда параметры потоков воздействия превышают способность объекта защиты к их восприятию с сохранением своей целостности.

В. Шелфорд в начале XX в. сформулировал закон толерантности: «Лимитирующим фактором процветания популяции (организма) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, а диапазон между ними определяет величину выносливости (предел толерантности) организма к заданному фактору».

Организмы характеризуются экологическим минимумом и экологическим максимумом; диапазон между этими двумя величинами составляет то, что принято называть пределами толерантности. Можно сформулировать ряд вспомогательных принципов, дополняющих «закон толерантности».

Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности. Организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены. Если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида к другим экологическим факторам.

В природе организмы очень часто оказываются в условиях, не соответствующих оптимальному диапазону того или иного физического фактора, определенному в лаборатории. В таких случаях более важным оказывается какой-то другой фактор (или факторы).

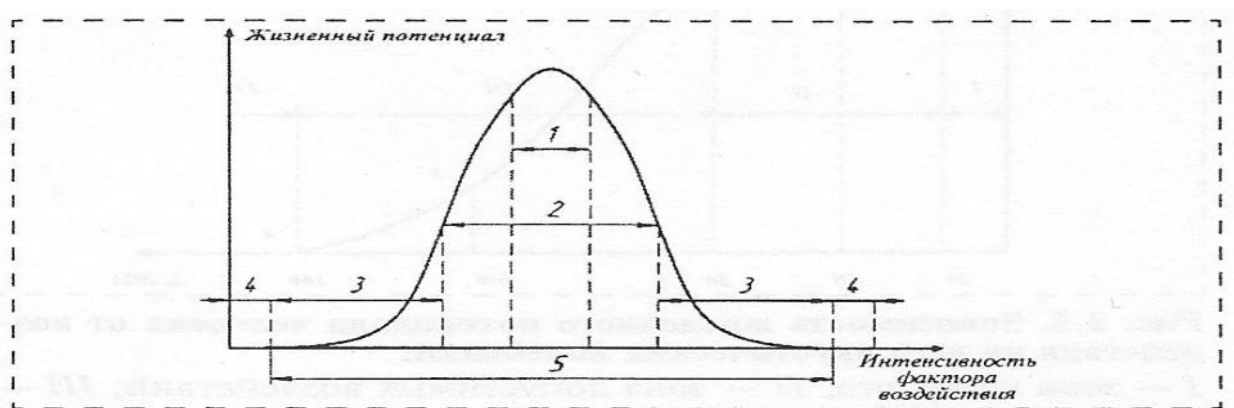


Рисунок 2.1 – Закон толерантности избыток вещества или энергии

окружающую человека среду

Закон толерантности определяет и положение, по которому любой избыток вещества или энергии оказывается загрязняющим окружающую человека среду.

Таксонометрия опасностей и составление на ее основе паспорта опасности (качественный метод анализа).

Первая группа (I уровень) классификации опасностей:

- происхождение опасности;
- физическая природа потока, образующего опасность;
- интенсивность (уровень) потока;
- длительность воздействия опасности на объект защиты;
- вид зоны воздействия опасностей;
- размеры зон воздействия опасности;
- степень завершенности процесса воздействия опасности на объект защиты.

Во вторую группу (II уровень) классификации опасностей целесообразно свести признаки, связанные со свойствами объекта защиты, а именно:

- способность объекта защиты различать опасности;
- вид влияния негативного воздействия опасности на объект защиты;
- численность лиц, подверженных воздействию опасности.

Классификация опасностей

1. По происхождению:

- естественные;
- антропогенные;
- техногенные;
- естественно-техногенные;
- антропогенно-техногенные.

2. По физической природе (виду потока):

- массовые;
- энергетические;
- информационные.

3. По интенсивности воздействия:

- опасные;
- чрезвычайно опасные.

4. По длительности воздействия:

- постоянные;
- переменные;
- импульсные.

5. По виду воздействия:

- производственные;
- бытовые;
- городские.

6. По размерам зон воздействия:

- локальные;
- региональные;
- межрегиональные;
- глобальные.

7. По степени завершенности процесса воздействия:

- потенциальные;
- реальные;
- реализованные.

8. По способности различать опасности:

- различаемые;
- неразличаемые.

9. По виду негативного воздействия опасности:

- вредные (угнетающие);

– травмоопасные (разрушающие).

10. По масштабу воздействия (по численности лиц, подверженных опасности:

- индивидуальные;
- групповые;
- массовые.

Классификация опасностей позволяет для каждого конкретного случая подробно описать негативное событие и составить «паспорт» опасности, который можно представить в табличной форме.

Паспорт опасности необходим для правильной оценки ее негативного влияния на людей и окружающую среду, а так же для выбора защитных мер, необходимых для устранения или локализации воздействия опасности. Работа по таксономии опасностей ведется давно. Так, в рамках производственной среды существует классификатор национального стандарта ГОСТ 12.0.003-74, в рамках окружающей среды – ГОСТ 14.03-2005.

Пример. Паспорт опасности линии электропередач

Признак	Вид опасности
Происхождение	Техногенное
Вид потока	Энергетический
Интенсивность потока	Опасная
Длительность воздействия	Постоянная
Зона воздействия	Городская, производственная
Размеры зоны воздействия	Локальная
Степень завершенности воздействия	Реальная
Степень идентификации человеком	Неразличимая
Степень опасности	Вредная
Масштаб (численность) воздействия	Индивидуальный

Оценка вероятности негативных событий (количественный анализ опасности).

Риск – вероятность экономического или финансового проигрыша, физического повреждения или причинения вреда в какой-либо форме из-за наличия неопределенности, связанной с желанием осуществить определенный вид действий.

Риск события можно оценить в соответствии с теорией вероятности соотношением:

$$R = \frac{n}{N}, \text{ ед. врем.,} \quad (2.1)$$

где n – число событий, которые имели место за определенный период времени;

N – возможное число событий за этот же период.

Пример. Ежедневно в дорожно-транспортных происшествиях погибает 95 человек. Определить риск фатального исхода в год, обусловленный этими происшествиями, если численность населения 120 млн. человек.

Риск рассчитывают по формуле (2.1):

$$Ru = \frac{n}{N} = \frac{95 \cdot 365}{120 \cdot 10^6} = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ .см. сл./год x чел}$$

Полученная величина превышает приемлемый риск.

Риск-менеджмент (управление рисками; англ. *Risk management*) – процесс принятия и выполнения управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных его реализацией.

Элементы системы менеджмента риска могут включать в себя стратегическое планирование, принятие решений и другие процессы, затрагивающие риск.

Схема, отражающая причины проведения менеджмента риска, представлена на рисунке 2.1.

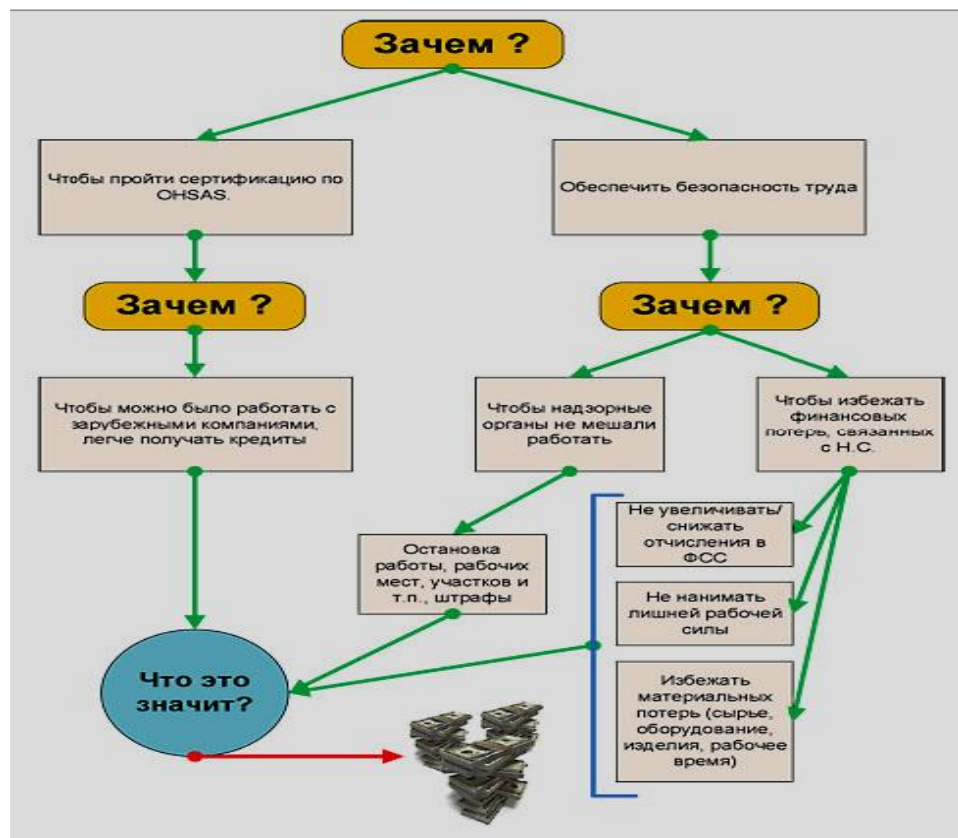


Рисунок 2.1 – Причины проведения менеджмента риска

Основные вопросы, которые возникают при проведении менеджмента:

1. Что даст проведение менеджмента (в смысле минимизации потерь)?
2. Сколько будет стоить процесс оценки рисков?
3. Насколько надежна оценка?
4. Сколько будут стоить мероприятия по управлению рисками, и что они дадут?

Последовательность оценки рисков включает несколько этапов (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Алгоритм оценки риска

Основные методические и организационные задачи, которые неизбежно приходится решать:

1. Формирование перечня опасностей.
2. Связывание опасности с выполняемыми операциями человеком – машиной (оборудованием, инструментом) и внешней средой, в которой выполняется эта операция.
3. Определение частоты (доли времени) присутствия опасности.
4. Одним из важнейших шагов является дефрагментация трудовой деятельности, т. к. позволяет связать опасности с конкретной деятельностью

и даже действиями, а не профессией (наполнение профессии конкретными работами зависит от предприятия).

5. Оценка тяжести возможных последствий при реализации опасности.

Вопросы и задания

Вопрос 1. Какова роль качественного анализа опасностей для управления техносферной безопасностью?

Вопрос 2. В чем состоят недостатки исследования опасности посредством составления ее паспорта?

Вопрос 3. Каким закономерностям подчиняется частота возникновения аварийных ситуаций на объектах?

Вопрос 4. Какие этапы включает идентификация опасных воздействий?

Вопрос 5. Что такое степень риска?

Вопрос 6. Перечислите факторы, определяющие уровень риска, и методы управления им.

Вопрос 7. Почему необходимо проводить менеджмент риска на предприятии?

Вопрос 8. Какая взаимосвязь существует между числом опасных ситуаций и несчастных случаев?

Вопрос 9. Перечислите методические и организационные задачи, которые возникают при проведении менеджмента риска.

Задание 1. Составить паспорт опасностей в табличной форме для следующих ситуаций:

- отключение электроэнергии в многоэтажном доме;
- телефонный терроризм;
- цунами;
- авария на химическом производстве;
- перемещение емкости с аммиаком;
- работа микроволновой печи;
- езда на велосипеде.

Задание 2. Определить риск травмирования человека на производстве, если известно, что за год было травмировано 65000, а численность работающих составляет 15 млн. человек.

Задание 3. Определить риск гибели человека от экологических заболеваний, если известно, что от экологических заболеваний на планете умирает 1,6 млн. человек при общей численности населения 6,4 млрд. человек.

Задание 4. Определить риск гибели человека на производстве в год в мире, если известно, что ежегодно в мире погибает 250000 человек, число работающих на производстве – 2,4 млрд. человек.

Задание 5. Охарактеризовать реальную профессионально-ориентированную ситуацию.

Составить прогноз сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели оператора ПЭВМ, 48 лет. Работает с 23 лет. Курит с 17 лет по 25 сигарет в день. Живет далеко от ВЦ, добирается к месту работы на общественном транспорте за 50 мин. Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года – 20°C. Освещенность РМ – 400 лк: размер объекта, мм - <0,3; разряд зрительной работы – А2. Превышение допустимого уровня звука на 5 дБА. РМ стационарное, поза свободная. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток – 6 час. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 60. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану и общения с людьми.

Разработать мероприятия профилактики профессиональных заболеваний.

Задание 6. Защита рефератов и их презентация.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной

теме:

1. Белов, С.В. Ноксология: учебник для бакалавров / С.В. Белов, Е.Н. Симакова ; под общ.ред. С.В. Белова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2023. - 431 с.: ил. - (Бакалавр). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 430-431. - ISBN 978-5-9916-2697-23.

2. Ноксология [Электронный ресурс] : учебник / Е.Е. Барышев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 160 с. — 978-5-7996-1229-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65953.html>

3. Горшенина, Е. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: курс лекций: курс лекций / Е.Горшенина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 217 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138).

4. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 702 с. 21. – (Бакалавр. Академический курс). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 702. – ISBN 978-5-9916-3058-0. – ISBN 978-5-9692-1483-5

Тема 3. Современная ноксосфера

Практическое занятие 3. Основы моделирования опасных техносферных процессов

Цель: развитие навыков построения диаграмм причинно-следственных связей и разработки на их основе мероприятий превентивного характера,

приобретение способности научно обоснованно осуществлять прогнозирование техногенного риска.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о качественных характеристиках опасности и теории вероятности при определении риска реализации неблагоприятных факторов техносферы и навыков принятия управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных реализацией негативных событий.

Актуальность темы: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» теоретических знаний и практических навыков построения древовидных семантических моделей процессов возникновения происшествий и причинения ими различных видов ущерба, а также разработке на их основе оптимальных мероприятий по его снижению.

Теоретическая часть

Практика свидетельствует, что наиболее ответственным и сложным этапом прогнозирования техногенного риска является построение древовидных семантических моделей процессов возникновения происшествий и причинения ими ущерба людским, материальным и природным ресурсам.

Самое широкое распространение в моделировании опасных техносферных процессов получили диаграммы причинно-следственных связей, имеющие ветвящуюся структуру и называемые деревом происшествия и деревом событий – исходов интересующих техногенных происшествий.

Лишь адекватные реальности «деревья» позволят, при последующем их

анализе, выявить все наиболее существенные предпосылки, количественно оценить как возможность появления происшествий, так и ожидаемый от них ущерб. Естественно, что без этого немислим ни сколько-нибудь точный прогноз соответствующего риска, ни выработка оптимальных мероприятий по снижению сопутствующего ему техногенного ущерба.

Сложность данного этапа обусловлена отсутствием в настоящее время строгих формальных процедур его реализации, что иногда позволяет относить этот этап скорее к искусству (эвристике), чем к науке. Дело в том, что обычно не удается обеспечить абсолютной идентичности моделей одного и того же происшествия, построенных различными исследователями. А без этого трудно ожидать требуемой в науке воспроизводимости результатов, полученных с помощью таких моделей.

Для преодоления указанных трудностей и облегчения построения рассматриваемых моделей предлагается учесть два утверждения:

- 1) происшествия всегда связаны с нежелательным высвобождением, трансформацией, распространением и губительным воздействием потоков энергии или вещества на различные объекты, оказавшиеся под их влиянием;
- 2) любое происшествие является одновременно и результатом разрушительного выброса накопленного где-либо энергозапаса, и следствием цепи соответствующих предпосылок.

Каждое из этих утверждений может быть использовано при создании рассматриваемых моделей. В частности, для дерева происшествия – второе, а для дерева его исходов – первое. Сформулируем общие рекомендации, пригодные вначале для моделирования происшествий, а затем и подсчета ущерба от них в случае появления.

Из второго утверждения следует, что при определении состава элементов дерева происшествия и связей между ними нужно руководствоваться следующими рекомендациями. Во-первых, данная модель должна состоять из одного головного события – собственно происшествия (нежелательного высвобождения вещества или энергии) и множества

предшествующих ему предпосылок – ошибок людей, отказов техники и неблагоприятных для них внешних воздействий. Во-вторых, в структуру этого дерева следует включать все те логически условные и безусловные связи между такими предпосылками, соблюдение которых необходимо и достаточно для возникновения конкретного разрушительного выброса энергозапаса.

Рекомендуется также использовать не прямую, а обратную последовательность прогнозирования предпосылок и условий, в совокупности приводящих к появлению моделируемых происшествий. Иначе говоря, построение дерева происшествия следует начинать не снизу вверх (от исходных ошибок, отказов и опасных внешних воздействий – к головному событию), а наоборот. При этом само головное событие, соответствующие ему предпосылки верхнего и последующих уровней, а также вызвавшие каждую из них причинные цепи необходимо выявлять дедуктивно – на основе знания общих закономерностей возникновения техногенных происшествий и особенностей их проявления в конкретных обстоятельствах.

Общая процедура моделирования и системного анализа процесса их появления, для априорной количественной оценки соответствующего ущерба обычно включает совокупность итераций, каждая из которых состоит из следующих этапов:

- а) выбор опасного процесса и уточнение цели его исследования;
- б) построение моделей типа дерево происшествия и дерево событий;
- в) проведение качественного анализа моделируемого процесса;
- г) количественная оценка техногенного риска (величины среднего ущерба), ожидаемого от анализируемого происшествия;
- д) обоснование мероприятий по снижению величины техногенного риска.

Как свидетельствует опыт, при построении дерева происшествия целесообразно руководствоваться следующими правилами:

- 1) как можно четче определять условия появления головного события;

- 2) декомпозировать все сложные события-предпосылки;
- 3) уточнять время, место и причины возникновения каждой из них;
- 4) выявлять совместно действующие факторы и разделять их;
- 5) учитывать возможность обратных связей между элементами техники;
- 6) увязывать события-инициаторы причинных цепей с внешними факторами;
- 7) проверять достоверность принятых допущений и используемых исходных данных.

Построение дерева происшествия должно заканчиваться проверкой полноты образующих его событий и связей между ними.

Дерево событий должно строиться от центрального события к ветвям, олицетворяющим многообразные формы и способы причинения ущерба различным ресурсам. В качестве центрального события данной модели целесообразно рассматривать головное событие дерева происшествия.

При этом следует учитывать как можно большее число тех вариантов аварийного стечения, трансформации, распространения и разрушительного воздействия энергозапаса, которые в последующем могут быть обеспечены информацией о соответствующих параметрах:

- а) условных вероятностях или относительных частотах их проявления (безразмерные величины);
- б) высвободившихся массе вещества или количества энергии;
- в) площадях зон их распространения и разрушительного воздействия;
- г) находящихся в них людских, материальных и природных ресурсах.

В отличие от дерева происшествия, основным методом прогноза таких вариантов служит не дедукция, а индукция, т.е. воспроизведение всех тех последствий, которые могут иметь место, как не противоречащие объективно существующим законам природы. Каждый исход может рассматриваться не менее чем на трех этапах:

- 1) при истечении потоков энергии или вещества, высвободившихся в

результате происшествия;

2) в ходе их распространения от источника выброса до близлежащих ресурсов, иногда – с учетом возможной трансформации соответствующих потоков;

3) в процессе поглощения (ингаляции или адсорбции) энергии и вещества с разрушительным эффектом для людских, материальных и природных ресурсов.

Сумма безусловных вероятностей (Р) появления всех событий на каждом уровне дерева должна составлять единицу.

Соблюдение этих правил обеспечит адекватность полученной семантической модели реальным условиям причинения ущерба, а стало быть – и ее пригодность для последующего анализа исследуемого процесса.

Рассмотрим общую последовательность моделирования опасных процессов в техносфере с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа дерево происшествия и дерево событий – его возможных разрушительных исходов на следующем примере.

Пример. В результате распространения лесного пожара 26.07.2010. произошел пожар в д. Большое Южского района Ивановской области. В результате пожара сгорел 31 дом, из них 16 домов жилых, 15 домов нежилых, используемых под дачу. На пожаре 1 чел. погиб, 1 – пострадал.

Факторы, повлиявшие на возникновение и развитие данного пожара:

- аномально жаркая погода;
- внезапная смена ветра в сторону населенного пункта;
- скорость ветра до $25 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$;
- возникновение огненного шторма;
- недостаток сил и средств для тушения пожара.

1. Построить дерево происшествия (ДП), указав все возможные причины возникновения данного вида происшествий.

2. Построить дерево события (ДС), указав все возможные сценарии развития данного вида события, опасные факторы, последствия.

3. Провести качественный анализ ДП – указать минимальные пропускные сочетания (МПС) и минимальные отсечные сочетания (МОС).

Решение.

Полученные ДП и ДС представлены на рисунке 3.1.

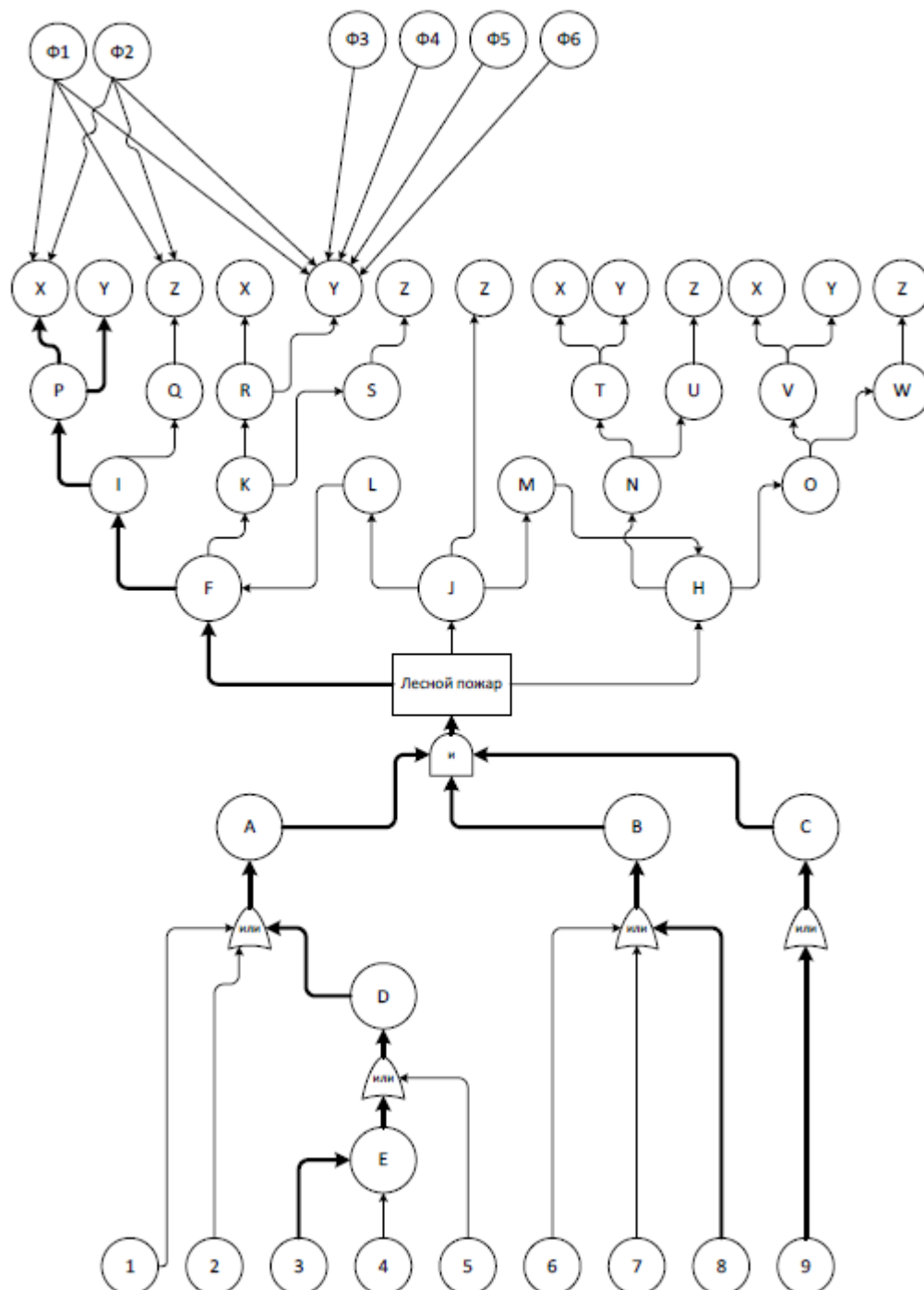


Рисунок 3.1 – Дерево происшествия и дерево событий:

Дерево происшествия:

А – источник зажигания;

В – горючая нагрузка;

С – окислитель;

D – открытое пламя, искры;

E – случайность;

1 – молния;

2 – самовозгорание;

3 – неосторожное обращение с огнем;

4 – нарушение ППБ при работах в лесу;

5 – поджог;

6 – торф;

7 – опад (лесная подстилка);

8 – древесина;

9 – кислород воздуха;

Дерево событий:

F – верховой;

J – подземный;

H – низовой;

I – беглый (верховой);

K – устойчивый (верховой);

L – подземный пожар перешел в верховой;

M – подземный пожар перешел в низовой;

N – беглый (низовой);

O – устойчивый (низовой);

P – пожар достиг н/п (верховой беглый);

Q – пожар не достиг н/п (верховой беглый);

R – пожар достиг н/п (верховой устойчивый);

S – пожар не достиг н/п (верховой устойчивый);

T – пожар достиг н/п (низовой беглый);

U – пожар не достиг н/п (низовой беглый);

V – пожар достиг н/п (низовой устойчивый);

W – пожар не достиг н/п (низовой устойчивый);

X – ущерб объектам;

Y – ущерб человеку (травмы и гибель);

Z – ущерб лесному и сельскому хозяйству.

Опасные факторы:

Ф1 – пламя и искры;

Ф2 – тепловой поток;

Ф3 – повышенная температура окружающей среды;

Ф4 – повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;

Ф5 – пониженная концентрация кислорода;

Ф6 – снижение видимости в дыму.

Утолщенными стрелками показано рассматриваемое событие.

МПС включает в себя наименьшее число тех исходных предпосылок дерева происшествия, одновременное появление которых достаточно для возникновения центрального события.

МОС состоит из исходных событий рассматриваемого дерева, гарантирующих отсутствие происшествия, при условии не возникновения одновременно всех входящих в него событий-предпосылок.

МПС	МОС
1, 6, 9	9
3, 8, 9	6, 7, 8
4, 7, 9	1, 2, 3, 4, 5

Вопросы и задания

Вопрос 1. С какой целью осуществляется построение диаграмм причинно-следственных связей типа дерево происшествия и дерево событий?

Вопрос 2. В чем сложность реализации данного метода моделирования опасных процессов в техносфере?

Вопрос 3. Каковы основные принципы построения «деревьев»?

Вопрос 4. В чем преимущества и недостатки построения диаграмм типа «дерево»?

Вопрос 5. Какова степень информативности «деревьев» для прогнозирования вероятности возникновения происшествий и ожидаемых от них ущербов?

Задание 1. Построить дерево происшествия и дерево событий.

1. Для ДП: указать не менее 4-х уровней событий-предпосылок. Подробно описать каждую. Указать МПС и МОС по 3 сочетания.

2. Для ДС: указать не менее 3-х сценариев развития ситуации, а также опасные факторы для каждого сценария.

При построении ДП рекомендуется использовать официальные отчеты, материалы расследований пожаров, акты и т.п.

А. Пожар (на примере пожара в Манеже г. Москва, 14.03.2004.).

Б. Пожар (на примере пожара в цехе деревопереработки в п. Пирогово Московской области 27.04.2004.).

В. Взрыв (на примере взрыва в машинном отделении танкера «Лена-Нефть-2061» с. Юрюнг-Хая, Якутия 16.09.2004.).

Г. Пожар (на примере пожара в общежитии г. Кызыл, Республика Тыва 09.11.2004.).

Д. Обрушение кровли (на примере здания Басманного рынка в г. Москва 23.02.2006.).

Е. Пожар (на примере пожара в здании «ДВ Промстрой-НИИпроект» г. Владивосток 16.01.2006.).

Ж. Взрыв (на примере взрыва на складе армейских боеприпасов в результате пожара на арсенале ВМФ, Дальний Восток 01.10.2005.).

З. Пожар (на примере горения пролива бензина в результате опрокидывания ж/д цистерн на станции Перерва г. Москва 06.09.2005.).

И. Пожар (на примере пожара в общежитии РУДН г. Москва 24.11.2003.).

К. Взрыв (на примере взрыва на танкере «Виктория» в г. Октябрьск

Самарской области 20.08.2003.).

Л. Пожар (на примере пожара в школе п. Сыдыбыл, Якутия 07.04.2003.).

М. Пожар (на примере пожара на подстанции № 13 «Ленэнерго» Васильевский остров, Санкт-Петербург 22.10.2002.).

Н. Пожар (на примере пожара в жилом доме на ул. Большая Разночинная г. Санкт-Петербург 06.03.2002.).

О. Пожар (на примере пожара в Пензенском училище культуры и искусств 27.10.1992.).

П. Пожар (на примере пожара на автозаводе КамАЗ г. Набережные Челны, Татарстан 14.04.1993.).

Р. Пожар (на примере пожара грузового ж/д состава на 600-м километре Муромского отделения Горьковской железной дороги, перегон Пинеры-Мыслец, Чувашия 14.05.1996.).

С. Пожар (на примере пожара в здании УВД г. Самара 10.02.1999.).

Т. Пожар (на примере пожара на Останкинской телебашне г. Москва 27.08.2000.).

У. Пожар (на примере пожара в психоневрологическом интернате, п. Михайловский, Вологодская область 18.03.1999.).

Задание 2. Защита рефератов и их презентация.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Белов, С.В. Ноксология: учебник для бакалавров / С.В. Белов, Е.Н. Симакова ; под общ.ред. С.В. Белова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2023. - 431 с.: ил. - (Бакалавр). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 430-431. - ISBN 978-5-9916-2697-23.

2. Ноксология [Электронный ресурс] : учебник / Е.Е. Барышев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный

университет, 2014. — 160 с. — 978-5-7996-1229-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65953.html>

3. Горшенина, Е. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: курс лекций: курс лекций / Е.Горшенина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 217 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138).

4. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 702 с. 21. – (Бакалавр. Академический курс). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 702. – ISBN 978-5-9916-3058-0. – ISBN 978-5-9692-1483-5

Тема 4. Общие положения по выбору методов и средств защиты человека от опасностей в техносфере

Практическое занятие 4. Определение границ опасных зон

Цель: получение знаний о механизмах и формах воздействия опасностей техносферы и умений определения границ опасных зон в зависимости от характеристик источника опасности.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о качественных характеристиках опасности и теории вероятности при определении риска реализации неблагоприятных факторов техносферы и навыков принятия управленческих

решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных реализацией негативных событий.

Актуальность темы: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» опыта определения границ опасной зоны различных источников опасности и применения соответствующих защитных средств.

Теоретическая часть

Опасная зона – это пространство, в котором действуют постоянно или возникают периодически факторы, опасные для жизни и здоровья человека.

Опасность локализована в пространстве вокруг любых движущихся элементов, режущего инструмента, обрабатываемых деталей, планшайб, зубчатых, ременных и цепных передач, зубчатых зацеплений, рабочих столов станков, перемещаемых подъемно-транспортных машин, грузов и т. д. Во всех указанных случаях существует опасность травмирования лиц, обслуживающих оборудование, движущимися частями последнего. Особая угроза создается в случае, когда возможен захват одежды или волос работающего движущимися частями оборудования.

Наличие опасной зоны может быть связано с опасностью поражения электрическим током, с воздействием тепловых, электромагнитных и ионизирующих излучений, а также с воздействием шума, вибрации, ультразвука, вредных паров, газов, пыли, с возможностью травмирования отлетающими частицами материала заготовки и инструмента при обработке, с вылетом обрабатываемой детали из-за плохого ее закрепления или поломки.

Габариты опасной зоны в пространстве могут быть постоянными (зона между ремнем и шкивом, зона между вальцами и т. д.) и переменными (прокатное поле прокатных станов, зона резания при изменении характера обработки, параметров режимов обработки, режущего инструмента и т. д.).

При проектировании технологического оборудования в машиностроении и при его эксплуатации необходимо предусматривать применение устройств, либо исключающих возможность контакта человека с опасной зоной, либо снижающих опасность контакта. Такого рода устройствами являются средства защиты работающих, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов. Средства защиты классифицируются на две большие группы:

- а) коллективные, обеспечивающие безопасность производственного оборудования;
- б) индивидуальные, обеспечивающие безопасность производственных процессов.

Все применяющиеся в машиностроении защитные устройства можно разделить на следующие основные группы: оградительные, предохранительные, блокирующие, сигнализирующие, а также системы дистанционного управления машинами и специальные устройства.

Общими требованиями к средствам защиты являются:

- максимальное снижение опасностей и вредностей на рабочих местах;
- учет индивидуальных особенностей оборудования, инструмента, приспособлений или технологических процессов, для которых они предназначены;
- надежность, прочность, удобство обслуживания машины и механизмов в целом, включая средства защиты.

Методики прогнозирования параметров ЧС, в том числе и опасных зон, разрабатываются для типовых сценариев развития аварий на опасных производственных объектах, для ЧС природного происхождения, для ЧС военного происхождения.

Некоторые из них представлены ниже.

1. Границы опасной зоны башенных кранов определяются площадью между подкрановыми путями, увеличенной в каждую сторону на $(R + S_H)$, то

есть

$$\text{длина } L = l_{\text{п}} + 2 \times (R + S_{\text{н}}), \quad (4.1)$$

$$\text{ширина } B = b + 2 \times (R + S_{\text{н}}), \quad (4.2)$$

где $l_{\text{п}}$ – длина подкранового пути, м.;

b – ширина колеи, м.;

R – максимальный вылет крюка, м.;

$S_{\text{н}}$ – отлет груза при его падении с высоты (таблица 4.1).

Границы опасной зоны, где проявляется потенциальное действие опасных производственных факторов, связанных с падением предметов, определяются наружными контурами строящегося объекта, увеличенными на $S_{\text{н}}$.

Таблица 4.1 – Границы опасной зоны $S_{\text{н}}$ в связи с падением предметов

Высота возможного падения предмета п, м	Границы опасной зоны $S_{\text{н}}$, м	
	Вблизи мест перемещения грузов	Вблизи строящегося здания или сооружения (от внешнего периметра)
До 20	7	5
20÷70	10	7
70÷120	15	10
120÷200	20	15
200÷300	25	20
300÷400	30	25

Отлет груза при падении с высоты h от точки его подвешивания может быть определен по формуле (4.3)

$$S_{\text{н}} = 0,32 \times \omega \times R \times \sqrt{h}, \quad (4.3)$$

где ω – угловая скорость вращения стрелы, с^{-1} .

Пример. Требуется оценить возможную опасную зону при работе автомобильного крана на вылете $R = 11$ м., при подъеме груза массой 2 т. на высоту $h = 12$ м., при угловой скорости вращения стрелы $0,1 \text{ с}^{-1}$.

Решение.

1. Отлет груза вычисляем по формуле для компактного груза

$$S_H = 0,32 \times 0,1 \times 11 \times \sqrt{12} = 1,2 \text{ м.}$$

2. Ветер и парусность груза могут значительно увеличить отлет, поэтому по таблице 4.1 принимаем $S_H = 7 \text{ м.}$

Таким образом, в зависимости от погодных условий и габаритов груза опасную зону определяют:

для компактных грузов при безветренной погоде

$$S_{H1} = R \times (1 + 0,3 \times 2 \times \omega \times \sqrt{h}) = 12,6 \text{ м.};$$

для плит и панелей высокой парусности при ветреной погоде

$$S_{H2} = R + S_H = 11 + 7 = 18 \text{ м.}$$

Границы опасных зон вблизи движущихся частей и рабочих органов определяются расстоянием в пределах 5 м., если другие повышенные требования отсутствуют в паспорте и инструкции завода-изготовителя.

2. Граница опасной зоны в местах прохождения временных электрических сетей определяется пространством, в пределах которого рабочий может коснуться проводов монтируемыми длинномерными деталями. Опасная зона в этом случае определяется максимальной длиной детали плюс 1 м.

Границы опасной зоны высоковольтных линий электропередач, проходящих через территорию строительной площадки, устанавливают в зависимости от напряжения сети в обе стороны от крайних проводов: при напряжении до 20 кВт – 10, до 35 кВт – 15, до 110 кВт – 20, до 220 кВт – 25 м.

3. Граница опасной зоны вблизи выемок с откосами, разрабатываемых без механических креплений, связана с выходом следа поверхности скольжения от возможной призмы обрушения грунта на берму.

Положение границы опасной зоны относительно подошвы выемки в случае отсутствия пригрузки бермы можно определить по формуле (4.4):

$$l_H = 1,2 \times h \times \alpha + l, \quad (4.4)$$

где h – глубина выемки, м.;

α – коэффициент заложения откоса, который принимается по данным таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Коэффициент заложения откоса, α

Грунт	Коэффициент заложения откоса α при глубине выемки не более, м.		
	1,5	3	5
Насыпной неуплотняемый	0,67	1	1,25
Песчаный и гравийный	0,5	1	1
Смесь	0,25	0,67	0,85
Глина	0	0,5	0,5
Лёсс и лёссовидный	0	0,25	0,5

Положение границы опасной зоны относительно подошвы выемки в случае пригрузки бермы весом строительных машин может быть определено через наименьшее допустимое приближение опоры крана l_H (конца шпалы, гусеницы, колеса) к основанию откоса по таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Наименьшее допустимое расстояние до подошвы траншеи

Глубина выемки, м.	Наименьшее допустимое расстояние l_H , м. для грунта (ненасыпного)			
	песчаного	супесчаного	суглинистого	глинистого
1	1,5	1,25	1	1
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,6	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5

Пример. Требуется определить положение границы опасной зоны на берме выемки глубиной 3 м. в суглинистых грунтах.

Решение.

1. По исходным данным находим по таблице 4.2 значение коэффициента заложения $\alpha = 0,5$.

2. Вычисляем след плоскости скольжения от возможной призмы обрушения на берме, свободной от нагрузки:

$$l_n = 1,2 \times 3 \times 0,5 + 1 = 2,8 \text{ м.}$$

3. По таблице 4.3 наименьшее допустимое приближение к подошве незакрепленного откоса $l_n = 3,25 \text{ м.}$, в котором учитывается дополнительная пригрузка бермы массой строительной машины (крана).

4. Принимаем положение границы опасной зоны для двух случаев:

– берма выемки свободна от нагрузки – $l_n = 2,8 \text{ м.}$;

– берма выемки имеет нагрузку – $l_n = 3,25 \text{ м.}$

Вопросы и задания

Вопрос 1. Дайте определение опасной зоне.

Вопрос 2. Каков общий подход к определению границы опасной зоны?

Вопрос 3. Назовите существующие разновидности защитных средств. Каковы общие требования к ним?

Вопрос 4. Дайте определение понятия «защитное зонирование».

Задание 1. Определите опасные зоны для:

а) башенного крана при подъеме груза на высоту 10 м., массе 1,8 т., угловой скорости вращения 0,2; 4; 0,8 с⁻¹.

б) выемок глубиной 1,2; 5 м. в глинистых почвах.

Задание 2. Оценить возможную опасную зону при работе автомобильного крана при подъеме груза на высоту при определенной угловой скорости вращения стрелы в зависимости от различных условий работы.

Схематично изобразить границы опасных зон на основе расчетов задания базового уровня. Разработать комплекс мероприятий по обеспечению безопасности в этих зонах.

Задание 3. Защита рефератов и их презентация.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Белов, С.В. Ноксология: учебник для бакалавров / С.В. Белов, Е.Н. Симакова ; под общ.ред. С.В. Белова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2023. - 431 с.: ил. - (Бакалавр). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 430-431. - ISBN 978-5-9916-2697-23.

2. Ноксология [Электронный ресурс] : учебник / Е.Е. Барышев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 160 с. — 978-5-7996-1229-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65953.html>

3. Горшенина, Е. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: курс лекций: курс лекций / Е.Горшенина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 217 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138).

4. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 702 с. 21. – (Бакалавр. Академический курс). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 702. – ISBN 978-5-9916-3058-0. – ISBN 978-5-9692-1483-5

Тема 5. Техника и тактика защиты человека от повседневных опасностей в техносфере

Практическое занятие 5. Оценка производственного шума в

помещении и защита от него

Цель: ознакомление с нормативными требованиями к производственным шумам, получение знаний по оценке характеристик шума, изучение методов его снижения и определение эффективности некоторых мероприятий по уменьшению шума.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о качественных характеристиках опасности и теории вероятности при определении риска реализации неблагоприятных факторов техносферы и навыков принятия управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных реализацией негативных событий.

Актуальность темы: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» навыков идентификации опасностей техносферы, а именно – производственной среды, и определения, соответствующей фактическим условиям и задачам, техники и тактики защиты человека от них, учитывая возможную их эффективность.

Теоретическая часть

Шум, как беспорядочное сочетание звуков различной силы и частоты, оказывает вредное влияние на организм человека, вызывая нервные и психические заболевания. Через нервную систему шум вызывает заболевания сердца, иногда приводит к хроническим заболеваниям коры головного мозга, почек, к появлению гипертонической болезни.

Продолжительная работа в условиях высокого шума выше 80 дБ (А) приводит к глухоте и общему ухудшению состояния здоровья человека,

именуемому шумовой болезнью.

Различают следующие степени потери слуха:

1 степень (легкое снижение слуха) – потеря слуха в области речевых частот составляет 10-20 дБ, на частоте 4000 Гц – 60 ± 20 дБ;

2 степень (умеренное снижение слуха) – потеря слуха соответственно составляет 21-30 дБ и 65 ± 20 дБ;

3 степень (значительное снижение слуха) – потеря слуха соответственно составляет 31 дБ и более 78 ± 20 дБ.

Постоянный шум (особенно его высокочастотные составляющие) повышает нервное напряжение, вызывает утомление работающих и на 10-15 % снижает производительность труда.

Колебания твердой, жидкой или газообразной сред в диапазоне 16 Гц-20 кГц, воспринимаемые ухом человека как звук, называют звуковыми (акустическими).

Целью нормирования шумовых характеристик рабочих мест является установление научно обоснованных предельно допустимых величин шума, которые при ежедневном систематическом воздействии в течение всего рабочего дня в течение многих лет не вызывают существенных заболеваний организма человека и не мешают его нормальной трудовой деятельности.

Допустимые шумовые характеристики рабочих мест регламентируются ГОСТ 12.1.003-83.

Нормируемой шумовой характеристикой рабочих мест при постоянном шуме являются уровни звукового давления (L) в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Для ориентировочной оценки шумовой характеристики рабочих мест допускается за шумовую характеристику рабочего места при постоянном шуме принимать уровень звука в дБ (A), измеряемый по временной характеристике «медленно» по шкале A шумомера.

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот в

дБ, уровни звука в дБ (А) принимаются по таблице 5.1.

Для тонального и импульсного шума – на 5 дБ меньше значений, указанных в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Допустимые уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц)

Рабочие места	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Уровни звука дБ, (А)
1. Помещения конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, лабораторий для теоретических работ и обработки экспериментальных данных, приема больных в здрав. пунктах	71	64	54	49	45	42	40	38	50
2. Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	63	55	52	50	49	60
3. Кабины наблюдений и дистанционного управления: а) без речевой связи по телефону	94	87	82	78	75	73	71	70	80
б) с речевой связью по телефону	83	74	68	63	60	57	55	54	65

4. Помещения и участки точной сборки, машинописные бюро	83	74	68	63	60	57	55	54	65
5. Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, помещения для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	94	87	82	78	75	73	71	70	80
6. Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий, постоянные рабочие места стационарных машин	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Шумомер – прибор для объективного измерения уровня звука. Шумомер содержит ненаправленный микрофон, усилитель, корректирующие фильтры, детектор, интегратор (для интегрирующих шумомеров) и индикатор.

Фактически шумомер представляет собой микрофон, к которому подключен вольтметр, отградуированный в децибелах. Поскольку электрический сигнал на выходе с микрофона пропорционален исходному звуковому сигналу, прирост уровня звукового давления, воздействующего на мембрану микрофона, вызывает соответствующий прирост напряжения электрического тока на входе в вольтметр, что и отображается посредством индикаторного устройства, отградуированного в дБ. Для измерения уровней

звукового давления в контролируемых полосах частот, например, 31,5; 63; 125 Гц и т. п., а также для измерения уровней звука (дБА), скорректированных по шкале А с учётом особенностей восприятия человеческим ухом звуков разных частот, сигнал после выхода с микрофона, но до входа в вольтметр пропускают через соответствующие электрические фильтры.

Общая схема шумомера выбирается так, чтобы его свойства приближались к свойствам человеческого уха.

Поскольку чувствительность уха зависит как от частоты звука, так и от его интенсивности, в шумомере используются несколько комплектов фильтров, отвечающих разной интенсивности шума.



Рисунок 5.1 – Шумомеры

Защита человека и окружающей среды от шума должна достигаться разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной защиты, применением средств индивидуальной защиты, а также строительно-акустическими методами.

Снижение шума в источнике можно достигнуть с помощью следующих мероприятий:

- 1) изменение рабочего процесса для снижения шума;
- 2) вибродемпфирование источника шума;
- 3) виброизоляция основания рабочего места;
- 4) оборудование рабочего места специальным материалом для гашения вибрации;
- 5) использование специального укрытия для проведения работ и др.

Снижение производственного шума по пути его распространения достигается комплексом строительно-акустических мероприятий:

- 1) снижение прямых составляющих звукового поля путем удаления приемника от источника на большее расстояние;
- 2) изменение направленности источника шума;
- 3) уменьшение реверберирующего звукового поля при помощи звукопоглощающего покрытия потолка и стен;
- 4) уменьшение шума, передаваемого конструктивными элементами здания, посредством разрыва путей передачи звука и вибрации в плитах фундамента и др.

Снижение шума, воспринимаемого человеком, может быть достигнуто следующими мерами:

- 1) сокращение продолжительности ежедневного воздействия шума путем смены рабочего через определенные интервалы времени;
- 2) применение индивидуальных средств защиты;
- 3) сокращение продолжительности пребывания человека в поле шума высокого уровня;
- 4) виброизоляция поля;
- 5) местное экранирование;
- 6) местное звукопоглощение и др.

Различные методы снижения шума, непосредственно вытекающие из изложенных выше вариантов, представлены на рисунке 5.2.

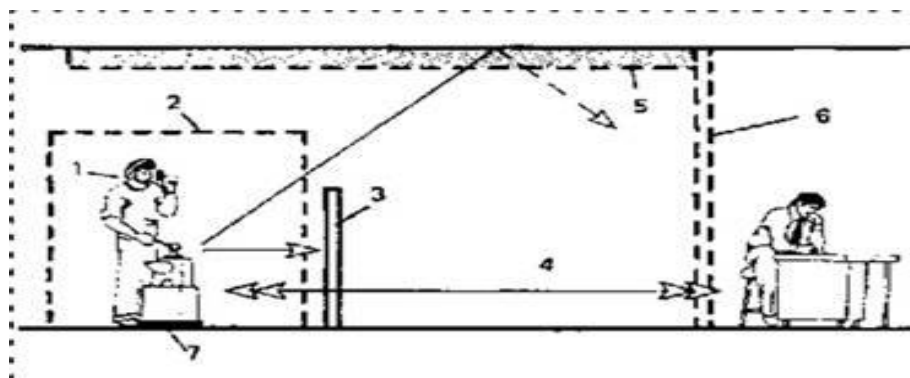


Рисунок 5.2 – Типичные методы борьбы с шумом:

1 – наушники; 2 – звукоизолирующее ограждение; 3 – экран; 4 –

увеличение расстояния; 5 – звукопоглощающий потолок; 6 – звукоизолирующая перегородка; 7 – виброизолирующая опора

Защита от шума посредством установки акустического экрана.

В ряде случаев достаточная защита от шума оборудования достигается применением акустических экранов.

Использование акустических экранов целесообразно, когда в расчетной точке уровень звукового давления прямого звука от источников шума значительно выше, чем уровень звукового давления отраженного звука.

В качестве материала для экранов используют листы толщиной 1,5-2,0 мм из стали или алюминиевых сплавов. Листы облицовывают звукопоглощающим материалом.

Звуконепроницаемая преграда отражает и «поглощает» падающие на нее звуковые волны.

Если размеры преграды больше длины звуковой волны, то за ней образуется «звуковая тень». Часть волн огибает края преграды (экрана) и попадает в область тени.

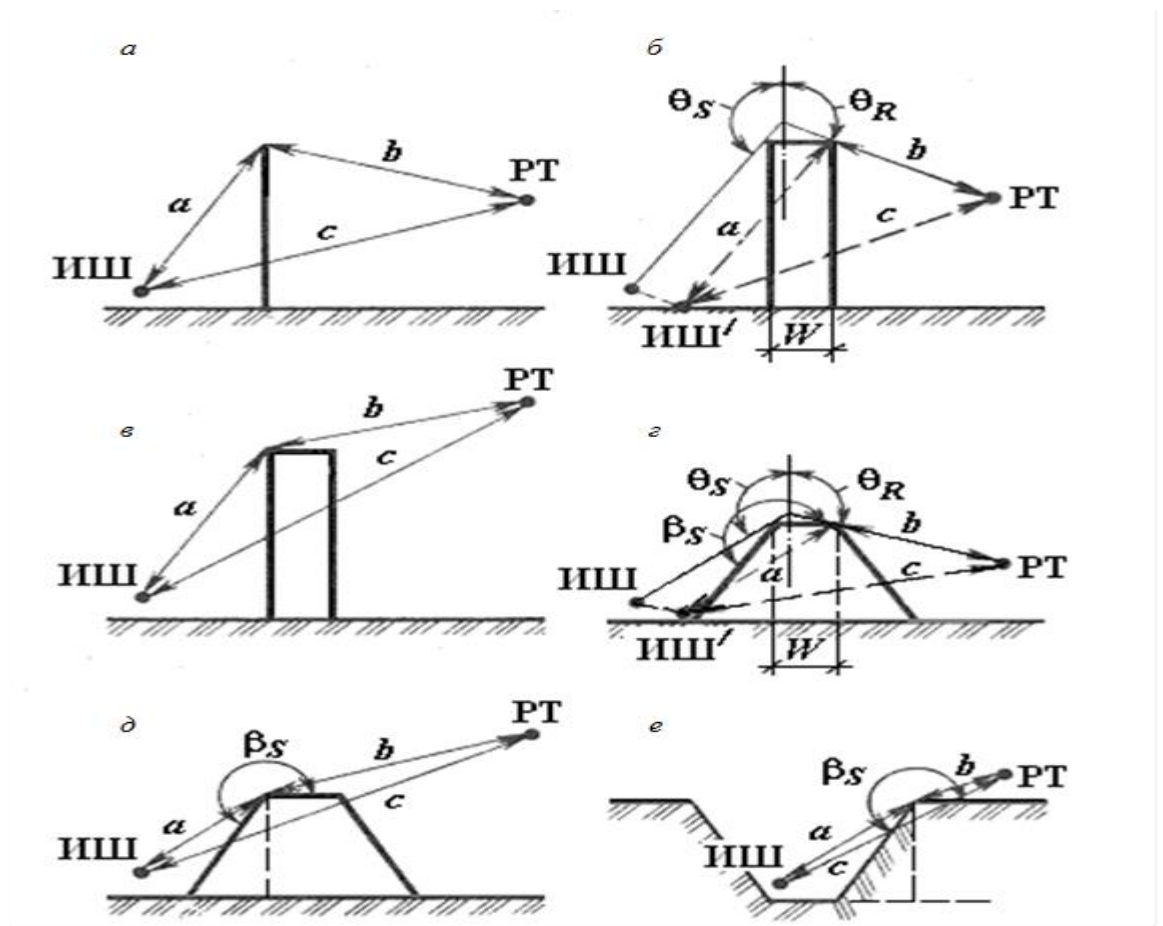


Рисунок 5.3 – Расчетные схемы для определения снижения уровня звука экранами:

а – экран-стенка; б и в – экран-здание; г и д – экран-насыпь; е – экран-выемка; ИШ – акустический центр источника шума; РТ – расчетная точка

Снижение уровня звукового давления бесконечно длинным экраном $L_{экp}$ рассчитывается на основе законов дифракции и определяется по графику (рисунок 5.4).

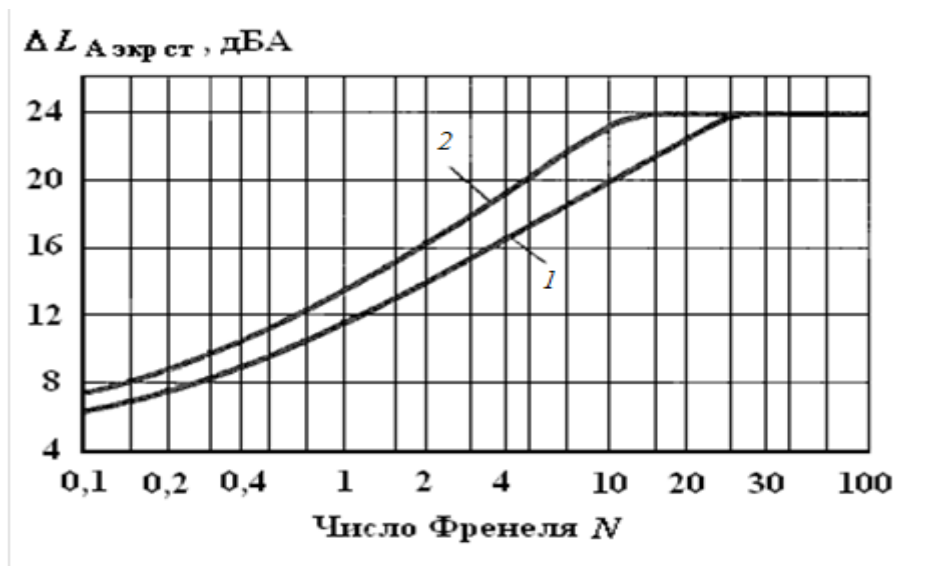


Рисунок 5.4 – Зависимость снижения уровня звукового давления от числа Френеля

Число Френеля (N) определяется по формуле (5.1):

$$N = 2\delta / \lambda, \quad (5.1)$$

$$\delta = a + b - d, \quad (5.2)$$

$$\lambda = c / f, \quad (5.3)$$

где $(a + b)$ – длина кратчайшего пути от источника в точку наблюдения, проходящего через верхнюю кромку экрана;

c – скорость звука (в воздухе 344 м/с);

f – частота звука;

d – расстояние между источником шума и рабочим местом.

Некоторое снижение уровня шума имеет место даже вне области геометрической тени ($\delta < 0$). При $\delta = 0$ на границе тени $L_{\text{экp}} = 5$ дБ.

В области тени ($\delta > 0$) сильнее экранируется высокочастотный звук, а при $\delta < 0$ – низкочастотный, т.к. последний эффективнее огибает экран. В результате экранирования меняется форма спектра шума.

Если экран имеет конечные размеры, то звук огибает его со всех сторон, ослабляясь на каждом пути, а затем суммируется энергетически.

Если источник и точка наблюдения находятся на поверхности земли или вблизи от нее, то $L_{\text{экp}}$ определяется линией 1 (рисунок 5.4).

Линия 2 на рисунке 5.4 определяет снижение уровня звукового давления $L_{\text{экp}}$ только в том случае, когда высоты источника звука и точки наблюдения над поверхностью земли составляют не менее четверти расстояния до экрана.

Изложенный метод расчета является приближенным.

При малых теневых углах могут наблюдаться отклонения фактических значений $L_{\text{экp}}$ от рассчитанных этим методом.

При наличии нескольких длинных преград, расположенных одна за другой, расчет ведется последовательно. Для каждой преграды источником считается ближайшая точка на верхней кромке предыдущей преграды, а точкой наблюдения – такая же точка на следующей преграде.

Все точки берутся в вертикальной плоскости, проведенной через визирную линию, соединяющую действительный источник и точку наблюдения.

Максимальная эффективность экранов на открытом воздухе может достигать 25-30 дБ (А); в помещениях 10-15 дБ (А).

Защита от шума с помощью звукоизолирующих кожухов.

Звукоизолирующие кожухи, как правило, являются эффективным средством уменьшения шума от оборудования и позволяют значительно снизить шум в непосредственной близости к источнику.

Кожухи могут быть съемными или разборными, иметь смотровые окна, открывающиеся двери, а также проемы для ввода коммуникаций.

Кожухи делают из стали и других материалов.

Внутренние поверхности стенок кожухов облицовывают звукопоглощающим материалом. Звукоизолирующие кожухи устанавливают на упругих прокладках.

При проектировании кожуха необходимо сначала определить его требуемую акустическую эффективность. Требуемая эффективность звукоизолирующего кожуха определяется по формуле (5.4):

$$\Delta L_{\text{эф.тр}} = L_p - 10 \lg S - L_{\text{доп}} + 5, \quad (5.4)$$

где L_p – октавный уровень звуковой мощности источника шума, дБ,
 $L_{\text{доп}}$ – допустимый по нормам уровень звукового давления в расчетной точке (на рабочем месте), дБ.

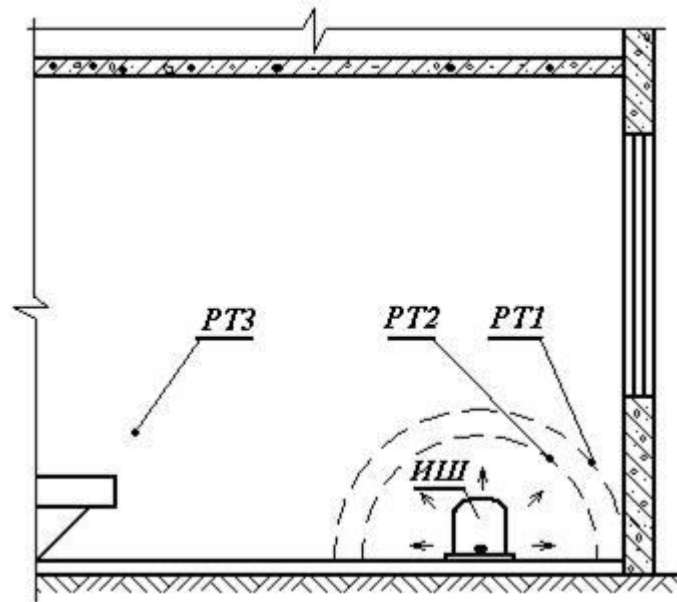


Рисунок 5.5 – Схема расположения расчетных точек (РТ) и источника шума (ИШ):

РТ1 – расчетная точка в зоне прямого и отраженного звука; РТ2 – расчетная точка в зоне прямого звука; РТ3 – расчетная точка в зоне отраженного звука

Акустическая эффективность кожуха зависит от звукоизолирующей способности его стенок, размеров кожуха и источника шума, наличия звукопоглощающей облицовки под кожухом, от способа установки кожуха.

Звукоизолирующая способность стенок кожуха определяется поверхностной плотностью и жесткостью, в сильной степени зависит от формы стенки и ее размеров. Кроме того звукоизолирующая способность меняется при нанесении на стенку кожуха слоя звукоизолирующего материала.

Требуемая звукоизолирующая способность стенок кожуха $R_{\text{к.тр.}}$ зависит от требуемой эффективности кожуха следующим образом:

$$R_{\text{к.тр.}} = \text{дет } L_{\text{эф.тр.}} + 10 \lg \frac{S_{\text{к}}}{S_{\text{ист}}} \text{ дБ}, \quad (5.5)$$

где $\Delta L_{\text{эф.тр.}}$ – определяется по формуле (5.4).

Если звукоизолирующая способность стенки кожуха ниже $R_{\text{к.тр.}}$ следует увеличить толщину стенки или заменить материал кожуха или нанести на внутренние стенки кожуха звукоизолирующий материал.

Таблица 5.2 – Среднегеометрические частоты, Гц

Величина	Единица измерения	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_p	дБ	95	110	116	125	130	126	118	120
$L_{\text{доп}}$	дБ	99	92	86	83	80	78	76	74
$\Delta L_{\text{эф.тр.}}$	дБ								
$R_{\text{к.тр.}}$	дБ								
$\Delta L_{\text{глуш}}$	дБ	18	18	20	25	33	38	40	34

Вопросы и задания

Вопрос 1. Что является источниками шума на производстве?

Вопрос 2. Какое влияние оказывает шум на организм человека?

Вопрос 3. Какие характеристики шума относят к физическим, а какие к физиологическим?

Вопрос 4. От чего зависит гигиеническое нормирование шума?

Вопрос 5. Какими приборами измеряют уровень шума в производственных помещениях?

Вопрос 6. Какие средства и методы применяются на рабочих местах для снижения шума?

Вопрос 7. Какие мероприятия по снижению уровня шума на рабочих местах относятся к организационно-техническим?

Вопрос 8. Какие средства индивидуальной защиты от шума применяют при работах в шумных помещениях?

Вопрос 9. Что такое звукоизоляция?

Вопрос 10. В каких случаях применяют звукоизолирующий кожух для

оборудования?

Вопрос 11. Какие материалы и конструкции называют звукопоглощающими?

Вопрос 12. Когда применяют акустические экраны?

Задание 1. Определить необходимость и эффективность применения акустического экрана в помещении рабочей комнаты, если расстояние от экрана до источника шума 1 м и от экрана до рабочего места 0,6 м. источник шума точечный и расположен максимально близко к земле. Исходные данные в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Исходные данные для задания 1

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	1000	2000
h, м	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	1,5	1,5	1,0
L, дБ	99	85	60	100	90	80	70	65	50	95

Задание 2. Спроектировать звукоизолирующий кожух на машину. Машина требует охлаждения, поэтому в кожухе предусмотрены отверстия для циркуляции воздуха.

Спектр звуковой мощности, излучаемый машиной, приведен в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Спектр звуковой мощности, излучаемый машиной

Среднегеометрические частоты, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровень звуковой мощности, дБ	95	110	116	125	130	126	118	120

Расчетная точка (рабочее место оператора) находится на определенном расстоянии от поверхности машины.

Рассчитать требуемую эффективность и звукоизолирующую

способность стенок кожуха, по вариантам таблицы 5.5, где l , b , h – длина, ширина и высота машины, м.

Таблица 5.5 – Исходные данные для задания 2

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
l , м	2	2,5	3	2	2	2	2,5	3	2	2
b , м	1	1,5	2	1,5	2	1,5	2	2	2	2
h , м	3	3	4	2	3	3	3	4	4	3

Задание 3. Защита рефератов и их презентация.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Белов, С.В. Ноксология: учебник для бакалавров / С.В. Белов, Е.Н. Симакова ; под общ.ред. С.В. Белова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2023. - 431 с.: ил. - (Бакалавр). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 430-431. - ISBN 978-5-9916-2697-23.

2. Ноксология [Электронный ресурс] : учебник / Е.Е. Барышев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 160 с. — 978-5-7996-1229-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65953.html>

3. Горшенина, Е. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: курс лекций: курс лекций / Е.Горшенина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 217 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138).

4. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 702 с. 21. – (Бакалавр. Академический курс). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 702. – ISBN 978-5-9916-3058-0. – ISBN 978-5-9692-1483-5

Тема 6. Защита населения и объектов экономики в ЧС. Защита от глобальных опасностей

Практическое занятие 6. Определение возможных доз облучения на производстве и допустимого времени пребывания людей на радиоактивно-зараженной местности

Цель: ознакомиться с определением дозы облучения и времени пребывания на радиоактивно-зараженной местности (РЗМ) и определить мероприятия противорадиационной защиты.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о качественных характеристиках опасности и теории вероятности при определении риска реализации неблагоприятных факторов техносферы и навыков принятия управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных реализацией негативных событий.

Актуальность темы: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» навыков определения дозы облучения и времени пребывания на РЗМ, а также подбора соответствующих ситуации средств защиты.

Теоретическая часть

Излучение – это физический процесс испускания и распространения при определенных условиях в материи или вакууме частиц и электромагнитных волн.

Попавшие в окружающую среду радиоактивные вещества называют радиационным загрязнением. Оно связано в основном с выбросами радиоактивных отходов в результате аварий на атомных электростанциях (АЭС), при производстве ядерного оружия и др.

Радиацию нельзя увидеть, поэтому, чтобы определить наличие радиации, пользуются специальными измерительными приборами – дозиметром на основе счетчика Гейгера.

Дозиметр представляет собой газонаполненный конденсатор, который пробивается при пролёте ионизирующей частицы через объём газа. Считывается число радиоактивных частиц, на экране отображается количество этих частиц в разных единицах, чаще всего – как количество радиации за определенный срок времени, например за час.

Радиация вредна для всех живых организмов, она разрушает и нарушает структуру молекул ДНК. Радиация вызывает врожденные пороки и выкидыши, онкологического заболевания, а слишком высокая доза радиации влечет за собой острую или хроническую лучевую болезнь, а также смерть.

Выявление радиационной обстановки методом прогнозирования – это первый этап оценки, который дает возможность ориентировочно определить влияние радиоактивного загрязнения местности на дееспособность спасательных формирований, возможность функционирования объекта экономики, выбрать наиболее целесообразные способы защиты при нахождении на загрязненной территории, наметить мероприятия противорадиационной защиты, а также дать задание для ведения радиационной разведки.

Определение возможных доз облучения при нахождении на

радиоактивно-зараженной местности (РЗМ).

Экспозиционная доза радиации D за время от t_1 до t_2 определяется по формуле (6.1):

$$D = (5 \times P_1 \times t_1 - 5 \times P_2 \times t_2) / K_{\text{осл}}, \quad (6.1)$$

где P_1, P_2 – уровни радиации на различные моменты времени;

$K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления радиации.

Экспозиционная доза гамма излучения D_γ , полученная за промежуток времени от t_1 до времени полного распада радиоактивных веществ, когда $P_2 = 0$, равна:

$$D_\gamma = (5 \times P_1 \times t_1) / K_{\text{осл}}, \quad (6.2)$$

На практике для вычисления часто используют упрощенные формулы (6.3):

$$D = P_{\text{ср}} \times T / K_{\text{осл}}, \quad (6.3)$$

где $P_{\text{ср}}$ – средний уровень радиации, определяемый как среднее арифметическое из измерений уровня радиации по формуле (6.4):

$$P_{\text{ср}} = (P_{\text{вх}} + P_1 + P_2 + \dots + P_{\text{вых}}) / n, \quad (6.4)$$

где $P_{\text{ср}}$ – уровень радиации в момент входа;

$P_{\text{вх/вых}}$ – уровень радиации при входе/выходе на/из РЗМ;

n – число измерений;

T – время пребывания на РЗМ.

Изменение уровня радиации на РЗМ определяется по формуле (6.5):

$$P_t = P_0 \times K_t, \quad (6.5)$$

где K_t – коэффициент пересчета уровня радиации на различное время t после ядерного взрыва:

$$K_t = (t / t_0)^{-1,2}, \quad (6.6)$$

Уровень радиации снижается в 10 раз при семикратном увеличении времени, т. е. если через час после радиоактивного заражения $P_0 = 300$ Р/ч, то через 7 ч. уровень радиации $P = 10$ Р/ч.

Определение допустимой продолжительности пребывания на РЗМ.

Для решения этой задачи исходными данными являются:

- уровень радиации в момент входа $P_{вх}$;
- заданная доза облучения $D_{зад}$;
- коэффициент ослабления дозы радиации $K_{осл}$;
- время начала облучения $T_{вх}$.

При этом необходимым является условие, чтобы полученная доза радиации D , определенная по формуле (6.1), не превышала заданную:

$$D < D_{зад}.$$

Согласно формуле (6.5):

$$P_{вых} = P_{вх} (t_{вых} / t_{вх})^{-1,2};$$

$$t_{вых} = t_{вх} + T,$$

где T – продолжительность облучения.

Решив систему уравнений, получаем значение допустимой продолжительности облучения (6.7):

$$T = [t_{вх}^6 / (t_{вх} - \{D_{зад} \times K_{осл} / 5 \times P_{вх}\})^5] - t_{вх}, \quad (6.7)$$

Допустимое время пребывания на РЗМ можно приближено определить по формуле (6.8):

$$T = D_{зад} \times K_{осл} / P_{вх}, \quad (6.8)$$

Вопросы и задания

Вопрос 1. Чем представлен комплекс мероприятий по защите населения и территорий в случае аварии с выбросом в атмосферу радиоактивных веществ?

Вопрос 2. Охарактеризуйте основные направления деятельности МЧС России в такой ситуации.

Вопрос 3. Перечислите основные способы и средства защиты населения и объектов экономики таких ЧС.

Вопрос 4. Каковы технические средства информирования и оповещения населения?

Вопрос 5. Каков механизм воздействия излучений на организм человека?

Вопрос 6. Каковы последствия воздействия определенных доз радиации на организм человека?

Вопрос 7. Перечислите и охарактеризуйте СИЗ, применяемые в случае нахождения на РЗМ.

Вопрос 8. Опишите принципы работы фильтрующих и изолирующих средств защиты органов дыхания.

Вопрос 9. Охарактеризуйте средства медико-биологической защиты населения в случае ЧС.

Задание 1. На объекте через 2 часа после радиоактивного заражения замерен уровень радиации X Р/ч. Определить дозы, которые получают рабочие объекта в производственном одноэтажном здании за время T , если известно, что облучение началось через 7 часов после радиоактивного заражения. $K_{осл} = 5$.

Таблица 6.1 – Исходные данные к заданию 1

Вариант	P_0 , Р/ч	T , ч
1	30	6
2	250	2
3	270	3
4	230	4
5	200	5
6	290	3
7	300	6
8	220	2
9	200	4
10	210	5

Задание 2. Определить дозу радиации, которую могут получить люди за 4 часа спасательных работ на открытой местности, если команда прибыла в район работ с уровнем радиации в момент входа $P_{вх}$, далее уровень радиации измеряли каждый час. $K_{осл} = 6$.

Таблица 6.2 – Исходные данные к заданию 2

Вариант	$P_{вх}, P/ч$	$P_1, P/ч$	$P_2, P/ч$	$P_3, P/ч$	$P_{вых}, P/ч$
1	10	7	6	4	2
2	12	9	7	5	3
3	8	6	5	3	2
4	6	5	4	3	1
5	8	6	5	3	2
6	6	5	4	3	1
7	8	6	5	4	2
8	14	15	10	8	5
9	6	4	3	2	1
10	10	8	7	5	2

Задание 3. Определить допустимую продолжительность пребывания рабочих на зараженной территории завода, если работы начались через время t после заражения, а уровень радиации в это время составлял X Р/ч. Установлена допустимая доза 20 Р. Работы ведутся внутри каменных 3-этажных зданий. $K_{осл} = 7$.

Таблица 6.3 – Исходные данные к заданию 3

Вариант	$P_{вх}, P/ч$	$D_{зад}, P$	$T_{вх}, ч$
1	100	20	3
2	120	10	1
3	200	20	2
4	120	10	2
5	150	25	3
6	100	20	4
7	130	25	2
8	150	20	3
9	140	20	2

10	120	25	3
----	-----	----	---

Задание 4. Радиоактивное заражение (P_3) произошло в 7 ч. утра. По условиям обстановки следует преодолеть участок РЗМ. Уровни радиации на 1 час. после заражения на маршруте движения составили: в точке 1 – 80 Р/ч, 2 – 290 Р/ч, 3 – 375 Р/ч, 4 – 280 Р/ч, 5 – 50 Р/ч, 6 – 5 Р/ч.

Определить допустимое время начала преодоления участка РЗМ при условии, что доза облучения за время преодоления зоны не превысит 10 Р. Преодоление участка будет осуществляться на автомобиле со скоростью 20 км/ч, длина маршрута 10 км. $K_{осл} = 2$.

Таблица 6.4 – Исходные данные к заданию 4

Вариант	Время P_3	Уровни радиации на 1 ч. после P_3 , Р/ч					$D_{зад}, P$
		1	2	3	4	5	
1	7 ч. 30 мин.	50	200	400	270	40	20
2	8 ч. 30 мин.	100	170	360	400	200	10
3	9 ч. 40 мин.	60	120	230	270	80	20
4	10 ч. 30 мин.	70	180	270	210	50	10
5	7 ч. 20 мин.	40	160	230	250	70	20
6	6 ч. 50 мин.	80	200	290	170	60	20
7	20 ч. 30 мин.	45	180	260	240	55	10
8	21 ч. 30 мин.	30	110	180	200	60	10
9	20 ч. 45 мин.	50	170	280	240	30	20
10	17 ч. 30 мин.	120	200	190	110	10	20

Задание 5. Охарактеризовать зарубежный опыт определения возможных доз облучения на производстве и допустимого времени пребывания людей на радиоактивно-зараженной местности.

Разработать комплекс мероприятий по обеспечению безопасности людей при возможности получения ими доз облучения на производстве и

допустимого времени их пребывания на радиоактивно-зараженной местности.

Задание 6. Защита рефератов и их презентация.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Белов, С.В. Ноксология: учебник для бакалавров / С.В. Белов, Е.Н. Симакова ; под общ.ред. С.В. Белова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2023. - 431 с.: ил. - (Бакалавр). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 430-431. - ISBN 978-5-9916-2697-23.

2. Ноксология [Электронный ресурс] : учебник / Е.Е. Барышев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 160 с. — 978-5-7996-1229-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65953.html>

3. Горшенина, Е. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: курс лекций: курс лекций / Е.Горшенина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 217 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138).

4. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 702 с. 21. – (Бакалавр. Академический курс). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 702. – ISBN 978-5-9916-3058-0. – ISBN 978-5-9692-1483-5

Тема 7. Мониторинг опасностей

Практическое занятие 8. Оценка последствий аварий на химически опасных объектах

Цель: развитие навыков использования справочной информации при определении параметров АХОВ; изучение основных подходов к оценке масштабов заражения территории химически опасными веществами и последствий их воздействия на персонал и население, а также приобретение навыков определения методов защиты производственного персонала и населения от возможных последствий АХОВ и оценки вероятного ущерба от реализованных опасностей, связанных с использованием ХОВ.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о качественных характеристиках опасности и теории вероятности при определении риска реализации неблагоприятных факторов техносферы и навыков принятия управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных реализацией негативных событий.

Актуальность темы: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о возможных последствиях АХОВ, параметрах химического заражения, механизмах прогнозирования фаз развития подобных ЧС и практических навыков разработки комплекса мероприятий по защите персонала и населения с учетом химических свойств вещества, природно-климатических особенностей местности и оснащенности попавших в зону заражения людей средствами защиты.

Теоретическая часть

В результате возникновения аварий на различных производственных

объектах с жидкими (газообразными) АХОВ или пожаров с твердыми химическими веществами с образованием аэрозолей АХОВ в районах, прилегающих к очагу поражения, может создаваться сложная химическая обстановка на значительных площадях с образованием обширных зон химического заражения.

Под зоной химического заражения понимается территория или акватория, в пределах которой распространены или привнесены опасные химические вещества в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени. Она включает территорию непосредственного разлива АХОВ (горения веществ, образующих АХОВ) и территорию, над которой распространилось облако зараженного воздуха с поражающими концентрациями.

Величина зоны химического заражения зависит от физико-химических свойств, токсичности, количества разлившегося (выброшенного в атмосферу) АХОВ, метеорологических условий и характера местности.

Размеры зоны химического заражения характеризуются глубиной и шириной распространения облака зараженного воздуха с поражающими концентрациями и площадью разлива (горения) АХОВ. Внутри зоны могут быть районы со смертельными концентрациями.

Основной характеристикой зоны химического заражения является глубина распространения облака зараженного воздуха. Она может колебаться от нескольких десятков метров до десятков километров.

Глубина зоны химического заражения для АХОВ определяется глубиной распространения первичного и вторичного облаков зараженного воздуха и в значительной степени зависит от метеорологических условий, рельефа местности и плотности застройки объектов.

Существенное влияние на глубину зоны химического заражения оказывает степень вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха.

Обычно рассматриваются для таких задач прогнозирования три

основных типа устойчивости атмосферы:

- неустойчивая (конвекция), когда нижний слой воздуха нагрет сильнее верхнего. Характерна для солнечной летней погоды;
- безразличная (изотермия), когда температура воздуха на высотах до 30 м. от поверхности земли почти одинакова. Характерная для переменной облачности в течение дня, облачного дня и облачной ночи, а также дождливой погоды;
- устойчивая (инверсия), когда нижние слои воздуха холоднее верхних. Характерна для ясной ночи, морозного зимнего дня, а также для утренних и вечерних часов.

В большинстве случаев при расчетах можно принимать, что степень вертикальной устойчивости атмосферы сохраняется неизменной:

- утром и вечером – не более 3 часов;
- днем и ночью, весной и осенью, днем зимой и ночью летом – не более 6 часов;
- днем летом и ночью зимой – не более 9 часов.

Инверсия способствует распространению облака зараженного воздуха на более значительные расстояния от места разлива (горения) АХОВ, чем изотермия и конвекция. Наименьшая глубина распространения АХОВ наблюдается при конвекции.

Существенное влияние на глубину зоны химического заражения оказывает площадь разлива АХОВ. Она может колебаться в широких пределах – от нескольких сотен до нескольких тысяч квадратных метров. Наличие земляной обваловки, поддона, железобетонной ограждающей стенки ограничивает площадь разлива АХОВ и способствует сокращению глубины распространения зараженной атмосферы.

В зависимости от глубины распространения облака АХОВ в зоне заражения может быть один или несколько очагов химического поражения. Очагом химического поражения принято называть территорию с находящимися на ней объектами, в пределах которой в результате

воздействия АХОВ произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений. Такими объектами могут быть административные, промышленные, сельскохозяйственные предприятия и учреждения, жилые кварталы населенных пунктов, городов и другие объекты.

Потери рабочих, служащих и населения в очагах химического поражения зависят от токсичности, величины концентрации АХОВ и времени пребывания людей в очаге поражения, степени их защищенности и своевременности использования индивидуальных средств защиты (противогазов). Характер поражения людей, находящихся в зоне химического поражения, может быть различным. Он определяется главным образом токсичностью АХОВ и полученной токсодозой.

При заблаговременном прогнозировании обстановки при химических авариях с целью определения размеров зоны защитных мероприятий в соответствии с РД 52.04.253-90 применяются следующие допущения:

- емкости, содержащие опасные химические вещества (ОХВ), разрушаются полностью;
- толщина слоя ОХВ, разлившегося свободно по подстилающей поверхности, принимается равной 0,05 м. по всей площади разлива или 0,5 м.
- в случае разрушения изотермического хранилища аммиака;
- при проливе ОХВ из емкостей, имеющих самостоятельный поддон (обваловку) высотой Н м., толщина слоя жидкости принимается равной $h = H - 0,2$ м.;
- при аварии на газо- продуктопроводах величина выброса ОХВ принимается равной его максимальному количеству, содержащемуся в трубопроводе между автоматическими отсекателями;
- предельное время пребывания людей в зоне заражения принимается равным времени испарения ОХВ, но не более 4 часов.

Исходными данными для прогнозирования являются:

- общее количество ОХВ на опасном химическом объекте (ОХО) и

данные по его размещению в емкостях и технологических трубопроводах;

- количество ОХВ, выброшенных в атмосферу, и характер их разлива (в поддон, в обваловку или на грунт);
- токсические свойства ОХВ;
- метеорологические условия (температура воздуха, скорость ветра на высоте 10 м, состояние приземного слоя воздуха); при заблаговременном прогнозе принимают, что температура воздуха равна 20 °С, скорость ветра – 1 м/с, а состояние атмосферы – инверсия.

Таблица 8.1 – Степень вертикальной устойчивости воздуха

Скорость ветра, м/с	Ночь			День		
	Ясно	Полуясно	Пасмурно	Ясно	Полуясно	Пасмурно
0,5		Инверсия			Конвекция	
0,6...2						
2,1...4		Изотермия			Изотермия	
Более 4						

Глубина распространения зараженного воздуха с поражающей концентрацией:

$$Г = Г_1 \cdot k_{\text{свув}}, \quad (8.1)$$

где $Г_1$ – глубина распространения зараженного воздуха при скорости ветра 1 м/с (таблица 8.2);

$k_{\text{свув}}$ – поправочный коэффициент на ветер, принимается $k_{\text{свув}} = 0,5$.

Таблица 8.2 – Глубина распространения воздуха при скорости ветра 1 м/с, км

Наименование АХОВ	Количество АХОВ в емкостях, т.					
	5	10	25	50	75	100
При инверсии						
Цианистый	16	24	53,3	80	>80	>80

водород						
Хлор, фосген	23	49	80	>80	>80	>80
Аммиак	3,5	4,5	6,5	9,5	12	15
Сернистый ангидрид	4	4,5	7	10	12,5	17,5
Сероводород	5,5	7,5	12,5	20	25	61,6
При изотермии						
Цианистый водород	3,2	4,8	7,9	12	14,5	16,5
Хлор, фосген	4,6	7	11,5	16	19	21
Аммиак	0,7	0,9	1,3	1,9	2,4	3
Сернистый ангидрид	0,8	0,9	1,4	2	2,5	3,5
Сероводород	1,1	1,5	2,5	4	5	8,8
При конвекции						
Цианистый водород	0,7	1,1	1,58	1,8	2,18	2,47
Хлор, фосген	1	1,4	1,96	2,4	2,85	3,15
Аммиак	0,21	0,27	0,39	0,5	0,62	0,66
Сернистый ангидрид	0,24	0,27	0,42	0,52	0,65	0,77
Сероводород	0,33	0,45	0,65	0,88	1,1	1,5

Примечания: 1. Поправочный коэффициент для учета влияния глубин распространения зараженного воздуха при других ветрах приведены в таблице 8.3.

2. В течение суток продолжительность инверсии не превышает 9-11 часов; за это время облако зараженного воздуха не может распространяться более чем на 80 км.

3. Для обвалованных или заглубленных емкостей АХОВ глубина

распространения зараженного воздуха уменьшается 1,5 раза.

Таблица 8.3 – Поправочный коэффициент при скоростях воздуха более 1 м/с

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6
Поправочный коэффициент при:						
инверсии	1	0,6	0,45	0,38	-	-
изотермии	1	0,71	0,55	0,5	0,45	0,41
конвекции	1	0,7	0,62	0,55	-	-

Для обвалованных емкостей глубина распространения облака зараженного воздуха уменьшается в 1,5 раза.

Ширина зоны химического заражения определяется следующим образом:

$Ш = 0,03 \cdot Г$ – при инверсии;

$Ш = 0,15 \cdot Г$ – при изотермии;

$Ш = 0,08 \cdot Г$ – при конвекции.

Площадь зоны химического заражения

$$S_z = 0,5 \cdot Г \cdot Ш, \quad (8.2)$$

Определим время подхода зараженного облака к промышленному объекту:

$$t = \frac{R}{W}, \quad (8.3)$$

где R – расстояние от места разлива АХОВ до данного объекта, м;

W – средняя скорость переноса облака воздушным потоком, м/с (таблица 7.4).

Время поражающего действия АХОВ:

$$t_{пор} = t_{исп} \cdot k_{свув}, \quad (8.4)$$

где $t_{\text{исп}}$ – время испарения АХОВ (ч) при скорости ветра 1 м/с (таблица 8.5);

$k_{\text{свув}}$ – поправочный коэффициент на ветер, принимается $k_{\text{свув}} = 0,5$.

Таблица 8.4 – Средняя скорость переноса зараженного облака, м/с

Скорость ветра, м/с	Инверсия		Изотермия		Конвекция	
	R<10 км	R >10 км	R<10 км	R >10 км	R<10 км	R >10 км
1	2	2,2	1,5	2	1,5	1,8
2	4	4,5	3	4	3	3,5
3	6	7	4,5	6	4,5	5
4		-	6	8	-	-
5		-	7,5	10	-	-
6		-	9	12	-	-

Таблица 8.5 – Время испарения некоторых АХОВ, ч

Аварийно химически опасные вещества	Виды хранилища	
	необвалованные	обвалованные
Цианистый водород	3,4	57
Хлор, фосген	1,3	22
Аммиак	1,4	23
Сернистый ангидрид	1,2	20
Сероводород	1,3	20

Примечания: 1. Принимается, что разрушение не обвалованной емкости АХОВ разливается свободно на поверхности, высота слоя разлившегося вещества составляет 0,054 м.

2. В случае разрушения обвалованной емкости вещество разливается в пределах обваловки, высота слоя разлившегося АХОВ условно принимается 0,85 м.

3. Значения приведены при скорости ветра 1 м/с. При больших

скоростях ветра вводят поправочные коэффициенты (таблица 8.6).

Таблица 8.6 – Поправочные коэффициенты при скорости ветра более 1 м/с

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6
Поправочный коэффициент	1	0,7	0,55	0,43	0,37	0,3

Площадь разлива АХОВ:

$$S = \frac{B}{b}, \quad (8.5)$$

где В – объем разлившейся жидкости, т;

b – толщина слоя, принимается равной 0,05, м.

Возможные потери людей в очаге химического заражения исходя из обеспеченности их средствами защиты органов дыхания (таблица 8.7):

$$P = Np \cdot П, \quad (8.6)$$

где Np – численность работающих на промышленном объекте, чел;

П – потери рабочих, служащих и населения от АХОВ, %.

Таблица 8.7 – Возможные потери рабочих, служащих и населения от АХОВ в очаге заражения, %

Места нахождения людей	Без противогазов	Обеспеченность людей противогазами, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
На открытой местности	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
В простейших укрытиях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

Примечание. Ориентировочная структура потерь людей в очаге поражения составит: легкой степени – 25%; средней и тяжелой степени (с выходом из строя не менее чем на 2-3 недели и нуждающихся в госпитализации) – 40%; со смертельным исходом – 35%.

В соответствии с примечанием таблицы 8.7 определяем структуру потерь рабочих и служащих на объекте.

Пример. В результате аварии на объекте разрушилась не обвалованная емкость, содержащая 25 т. хлора. Промышленный объект расположен в 300 м от места аварии. Местность открытая. Численность работающих на промышленном объекте 152 чел., противогазами не обеспечены. Метеоусловия: ясный день, скорость ветра 2 м/с. Оценить химическую обстановку и наметить меры по защите персонала объекта.

Решение.

1. Определим степень вертикальной устойчивости воздуха по таблице 7.1 – конвекция.

2. Определим глубину распространения зараженного воздуха с поражающей концентрацией.

$$Г = 1,96 \times 0,5 = 1,37, \text{ км.}$$

3. Найдем ширину зоны химического заражения, км.

$$Ш = 0,08 \cdot 1,37 = 1,1, \text{ км.}$$

4. Площадь зоны химического заражения:

$$S_3 = 0,5 \cdot 1,37 \cdot 1,1 = 0,75, \text{ км}^2.$$

5. Определим время подхода зараженного облака к промышленному объекту:

$$t = \frac{300}{3 \times 60} = 1,6, \text{ мин.}$$

6. Вычислим время поражающего действия АХОВ:

$$t_{\text{пор}} = 1,3 \cdot 0,7 = 0,91, \text{ час.}$$

7. Определим площадь разлива АХОВ:

$$S = 25 / 0,05 = 500, \text{ м}^2.$$

8. Найдем возможные потери людей в очаге химического заражения:

$$P = 152 \cdot 0,9 = 137, \text{ чел.}$$

В соответствии с примечанием таблицы 8.7 структура потерь рабочих и служащих на объекте будет составлять:

- со смертельным исходом – $137 \cdot 0,35 = 48 \text{ чел.}$;
- средней и тяжелой степени – $137 \cdot 0,4 = 55 \text{ чел.}$;
- легкой степени – $137 \cdot 0,25 = 34 \text{ чел.}$

Расчет параметров зоны заражения при химической аварии

Внешние границы зоны заражения АХОВ рассчитывают по ингаляционной пороговой токсодозе $D_{\text{пор}}$, мг х мин/л.

Глубины зон заражения первичным Γ_1 и вторичным Γ_2 облаками определяется по таблице 8.3 в зависимости от скорости ветра W_B (м/с) и эквивалентного количества опасного химического вещества (ОХВ) Q_3 (т).

Полная глубина зоны заражения определяют по формулам:

$$\Gamma_{\text{зар}} = \begin{cases} \Gamma_{\text{зар}} = \Gamma_1 + 0,5\Gamma_2, & \text{если } \Gamma_1 > \Gamma_2; \\ \Gamma_{\text{зар}} = \Gamma_2 + 0,5\Gamma_1, & \text{если } \Gamma_1 < \Gamma_2. \end{cases} \quad (8.7)$$

Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{пред}}$ (км) рассчитывают по формуле

$$\Gamma_{\text{пред}} = N \times V, \quad (8.8)$$

где N – время полного испарения или ликвидации источника химического заражения, ч;

V – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при заданной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости атмосферы, км/ч (таблица 8.3).

Степень вертикальной устойчивости атмосферы определяют по таблице 8.4.

За истинную глубину зоны заражения принимается величина

$$\Gamma = \min \{ \Gamma_{\text{зар}}, \Gamma_{\text{пред}} \}.$$

Площадь зоны фактического заражения ОХВ ($\Gamma_{\text{ф}}$, км²), находящейся внутри зоны возможного заражения, рассчитывают по формуле

$$S_{\phi} = K_8 x \Gamma^2 x N^{0.2} \quad (8.9)$$

где Γ – глубина зоны заражения, км;

N – время с момента аварии, ч;

K_8 – коэффициент, учитывающий влияние степени вертикальной устойчивости воздуха на ширину зоны заражения: для инверсии он равен 0,081, изотермии – 0,133 и конвекции – 0,235.

Количественные характеристики выброса ОХВ для расчета параметров зоны заражения определяются по его эквивалентному значению $Q_{\text{э}}$, под которым понимается такое количество хлора масштаб заражения которым при инверсии равен масштабу заражения при тех же условиях заданным количеством данного ОХВ перешедшим в первичное (вторичное) облако.

Расчеты проводят в соответствии с РД 52.04.253–90.

Эквивалентное количество вещества в первичном облаке ($Q_{\text{э}1}$, т) определяют по формуле

$$Q_{\text{э}1} = K_1 \times K_3 \times K_5 \times K_7 \times Q, \quad (8.10)$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения ОХВ (таблица 8.2);

K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого ОХВ (таблица 8.2);

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы (СВУА): для инверсии – 1, для изотермии – 0,23, для конвекции – 0,8;

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (таблица 8.2);

Q – количество разлившегося (выброшенного) при аварии вещества, т.

Эквивалентное количество вещества $Q_{\text{э}2}$ (т) во вторичном облаке находят по формуле

$$Q_{\text{э}2} = (1 - K_1) \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times (Q / h \times d), \quad (8.11)$$

где K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств ОХВ (таблица 8.2);

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (таблица 8.2);

K_6 – коэффициент, зависящий от времени N , прошедшего после начала аварии.

Его значение определяют в соответствии с зависимостями:

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} \text{ при } N < Nu; \\ Nu^{0,8} \text{ при } N > Nu; \\ 1 \text{ при } Nu < 1 \text{ ч,} \end{cases} \quad (8.12)$$

где N – время, прошедшее после аварии, ч;

N_u – время испарения ОХВ, ч.

Время испарения определяют по формуле

$$Nu = \frac{h * d}{K_2 * K_4 * K_7}, \quad (8.13)$$

где h – толщина слоя ОХВ, м;

d – плотность вещества, т/м³;

Прогнозирование количества пострадавших среди персонала и населения, оказавшегося в зоне фактического заражения.

Основными исходными данными для расчета являются:

- наличие факторов поражения (первичное и вторичное облака либо только первичное, либо только вторичное облако);
- средняя плотность населения в зоне заражения, исходя из допущения, что население распределено по территории равномерно;
- доля населения, которую планируется защитить тем или иным способом (укрытие в жилых и производственных помещениях, транспорте, убежищах и других защитных сооружениях; использование индивидуальных средств защиты и проведение эвакуации);
- степень защищенности населения при использовании определенного способа защиты.

Количество населения, попавшего в зону заражения, N (чел.) рассчитывают исходя из средней плотности населения по формуле

$$N = P_z * S_z + P_{zz} * S_{zz}, \quad (8.14)$$

где P_{Γ} и $P_{зз}$ – плотность населения соответственно в городе и загородной зоне, чел./км²;

S_{Γ} и $S_{зз}$ – площади территории в городе и загородной зоне, приземный слой воздуха которых подвергся заражению, км².

Численность пораженного населения определяется его защищенностью в соответствии с формулами:

$$N_n = N * \sum_{i=1}^n P_i * (1 - K_{защ}^i); \quad (8.15)$$
$$N_n = N * (1 - K_{защ}^{cp}),$$

где N_n – количество пораженного населения, человек ;

N – численность населения, оказавшегося в зоне фактического заражения, человек ;

P_i – доля населения, защищаемая от действия ОХВ i -м способом;

$K_{защ}^i$ – коэффициент защиты укрытия i -го способа;

$K_{защ}^{cp}$ – среднее значение коэффициента защищенности населения с учетом его пребывания открыто на местности, в транспорте жилых и производственных зданиях (таблица 8.6).

Для оценки глубины зон с разной степенью поражения можно принять следующие допущения:

– глубина зоны, где могут наблюдаться смертельные поражения, составляет $\Gamma_{см} = 0,3 \times \Gamma$;

– глубина зоны, где могут быть поражения не ниже средней степени тяжести, составляет $\Gamma_{тиср} = 0,5 \times \Gamma$;

– глубина зоны, где могут быть поражения не ниже легкой степени, составляет $\Gamma_{лег} = 0,7 \times \Gamma$.

Время подхода облака ОХВ к заданному объекту $\tau_{подх}$ (ч) зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле

$$\tau_{подх} = \frac{X}{U}, \quad (8.16)$$

где X – расстояние от источника заражения до заданного объекта, км;

U – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч (таблица 8.3).

Пример. На водоочистой станции в 8 часов утра произошла авария, связанная с разрушением емкости, содержащей $Q_0 = 10$ т. хлора, хранящегося изотермически. Емкость с хлором размещалась на поддоне с высотой стенок $H = 1,0$ м. При прогнозировании последствий аварии принять следующие метеоусловия: инверсия, скорость ветра 3 м/с, температура воздуха $t_B = +20^\circ\text{C}$. Плотность населения в полумиллионном городе $P_{\text{тр}} = 2500$ чел./км². Население об аварии не оповещено. Определить глубину распространения зараженного ОХВ воздуха через $\tau = 2$ часа после аварии и структуру пораженного населения.

Решение.

1. Принимаем глубину слоя разлившегося хлора

$$H = H - 0,2 = 1,0 - 0,2 = 0,8 \text{ (м)} \text{ и } \rho_{\text{ж}} = 1,553 \text{ (т/м}^3\text{)}.$$

Определим время испарения $N_{\text{и}}$

$$N_{\text{и}} = \frac{0,8 * 1,553}{0,052 * 1,67 * 1,0} = 14,4 \text{ ч}.$$

2. Эквивалентное количество ОХВ в первичном облаке $Q_{\text{э1}}$ определяем с использованием данных таблицы 8.2

$$Q_{\text{э1}} = 0,18 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 10 = 1,8 \text{ т.}$$

3. Эквивалентное количество ОХВ во вторичном облаке $Q_{\text{э2}}$ определяем с использованием данных таблицы 8.2

$$Q_{\text{э2}} = (1 - 0,18) \times 0,052 \times 1,0 \times 1,67 \times 1,0 \times 2^{0,8} \times 1,0 \times 10 / (0,8 \times 1,553) \approx 1$$

т.

Здесь коэффициент K_6 принят равным $K_6 = N^{0,8} = 2^{0,8}$, так как $N < N_{\text{и}}$.

4. Глубины зон заражения первичным Γ_1 и вторичным Γ_2 облаками определим по таблице 8.1, в зависимости от скорости ветра 3 м/с и соответствующего эквивалентного количества ОХВ путем интерполяции.

Для первичного облака: $Q_{\text{э1}} = 1,8$ т, интерполируя по данным таблицы 8.2, получим $\Gamma_1 = 2,9$ км.

Для вторичного облака: $Q_{э2} = 1$ по таблице 8.2, получаем $\Gamma_2 = 2,17$ км.

Полная глубина зоны заражения $\Gamma_{зар}$ по формуле 8.1 равна

$$\Gamma_{зар} = 2,9 + 0,5 \times 2,17 = 4 \text{ км.}$$

5. Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{пред}$ при скорости переноса $U = 16$ км/ч (таблица 8.3, инверсия, скорость ветра 3 м/с) по формуле 8.2 равно

$$\Gamma_{пред} = 16 \times 2 = 32 \text{ км.}$$

За истинную глубину зоны заражения принимаем величину

$$\Gamma = \min \{ \Gamma_{зар}, \Gamma_{пред} \}, \text{ т. е. } \Gamma = \min \{ 4 \text{ км}; 32 \text{ км} \} = 4 \text{ км.}$$

6. Площадь зоны фактического заражения $S_{зар}$

$$S_{зар} = 0,081 \times 4^2 \times 2^{0,2} = 1,49 \text{ км}^2.$$

5. Количество людей, попавших в зону фактического заражения

$$N = 2500 \times 1,49 = 3700 \text{ чел.}$$

Определим число пораженных людей с учетом защищенности населения. Для условий примера найдем среднее значение защищенности городского населения с учетом его пребывания открыто на местности, в транспорте, жилых и производственных зданиях. Так, как авария произошла в 8 часов, то согласно таблице 8.7, 22% населения находилось в жилых зданиях с коэффициентом защиты по месту пребывания людей в течение 2 часов, равным 0,38 (таблица 8.7); 50% населения – в производственных зданиях с коэффициентом защиты 0,09; 28% – в транспорте без средств защиты.

Тогда среднее значение коэффициента защищенности составит

$$K_{защ} = 0,22 \times 0,38 + 0,5 \times 0,09 + 0,28 \times 0 = 0,13.$$

Далее определим число пораженных

$$N_{пор} = 3700 \times (1 - 0,13) \approx 3220 \text{ чел.}$$

Согласно таблице 8.7 можно ожидать следующее распределение пострадавшего населения по степеням тяжести поражения ОХВ:

смертельные поражения

$$N_{см} = 0,1 \times N = 0,1 \times 3220 \approx 320 \text{ чел.};$$

поражения тяжелой и средней степени тяжести

$$N_{\text{т и ср.}} = 0,2 \times N = 0,15 \times 3220 \approx 485 \text{ чел.};$$

легкие поражения

$$N_{\text{лег}} = 0,27 \times N = 0,2 \times 3220 \approx 645 \text{ чел.};$$

пороговые поражения

$$N_{\text{пор}} = 0,55 \times N = 0,55 \times 3220 \approx 1770 \text{ чел.}$$

Для определения пространственного распределения зон заражения с разной степенью поражения людей приближенно можно принять:

глубина зоны, где могут быть смертельные поражения

$$\Gamma_{\text{см}} = 0,3 \times \Gamma = 0,3 \times 4 = 1,2 \text{ км.};$$

глубина зоны, где могут быть поражения не ниже средней степени тяжести

$$\Gamma_{\text{т и ср.}} = 0,5 \times 4 = 2 \text{ км.};$$

глубина зоны, где могут быть поражения не ниже легкой степени

$$\Gamma_{\text{лег}} = 0,7 \times 4 = 2,8 \text{ км.}$$

Вопросы и задания

Вопрос 1. Какие элементы производства на предприятиях относят к химически опасным?

Вопрос 2. Какие аварийно химически опасные вещества (АХОВ) применяют на предприятиях ?

Вопрос 3. Какие существуют способы хранения химических веществ на предприятиях и в чем особенности динамики аварии при каждом способе хранения?

Вопрос 4. Какие основные показатели используются для прогнозирования последствий аварий на химически опасных объектах?

Вопрос 5. Какие основные параметры необходимы для расчета зон при химической аварии?

Вопрос 6. Дайте описание основных показателей, используемых при прогнозе аварий на химически опасных объектах.

Вопрос 7. Какова структура поражения людей при химической аварии?

Вопрос 8. Какое действие оказывают АХОВ, применяемые на предприятиях на персонал, население, объекты техносферы?

Задание 1. В результате аварии на ХОО, расположенном на расстоянии 6 км. от города произошло разрушение обвалованного резервуара с сернистым ангидридом. Высота обвалования 1,2 м. Метеоусловия: конвекция, температура воздуха +20 °С, скорость ветра 3 м/с. Определить время подхода переднего фронта зараженного воздуха к границе города и время поражающего действия ХОВ.

Задание 2. В соответствии с вариантом (таблица 7.8) определить: размеры зон действия поражающих факторов на время после аварии: 1 ч, 2 ч, 4 ч; площади зон действия поражающих факторов (возможные, фактические) на 1 ч; 2 ч; 4 ч и на максимально возможное время действия источника ЧС; продолжительность действия химического источника ЧС; максимальные размеры зоны поражающих факторов химического источника ЧС; возможное число пострадавших среди персонала и населения.

Таблица 8.8 – Исходные данные для задания 2

№ варианта	Кол-во АХОВ, т.	Тип АХОВ	Скорость ветра, м/с	Направление ветра	Время после аварии, ч.	Расстояние до предприятия, населенного пункта, км	Численность работающих, чел.	Обеспеченность противогАЗами, %	Метеоусловия
1	5	Цианистый водород	6	Западный	1	1	100	40	Ночь ясно
2	10	Хлор	5	Восточный	3	3	150	70	День полужасно
3	25	Фосген	4	Севро-	5	5	70	30	Ночь

				западн ый					пасмурн о
4	50	Аммиак	3	Юго- восточн ый	2	2	90	50	День ясно
5	75	Сернис тый ангидри д	2	Западн ый	4	4	120	0	Ночь пасмурн о
6	100	Серово дород	1	Восточ ный	5	5	80	30	День пасмурн о
7	5	Серово дород	2	Севро- западн ый	2	2	110	40	Ночь ясно
8	10	Сернис тый ангидри д	3	Юго- восточн ый	3	3	70	20	День полюясн о
9	25	Аммиак	4	Западн ый	1	1	100	80	Ночь пасмурн о
10	50	Фосген	5	Восточ ный	4	4	120	60	День ясно

Задание 3. Защита рефератов и их презентация.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Белов, С.В. Ноксология: учебник для бакалавров / С.В. Белов, Е.Н. Симакова ; под общ.ред. С.В. Белова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2023. - 431 с.: ил. - (Бакалавр). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 430-431. - ISBN 978-5-9916-2697-23.

2. Ноксология [Электронный ресурс] : учебник / Е.Е. Барышев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 160 с. — 978-5-7996-1229-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65953.html>

3. Горшенина, Е. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: курс лекций: курс лекций / Е.Горшенина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 217 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138).

4. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 702 с. 21. – (Бакалавр.Академический курс). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 702. – ISBN 978-5-9916-3058-0. – ISBN 978-5-9692-1483-5

Тема 8. Перспективы развития человеко- и природоохранной деятельности

Практическое занятие 9. Расчет сокращения продолжительности жизни человека под воздействием негативных факторов техносферы

Цель: получение знаний о воздействии негативных факторов техносферы на продолжительность жизни человека, приобретение умений и навыков по определению величины сокращения данного показателя качества жизни человека в условиях современной техносферы.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

владения культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности; ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности; способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.

Актуальность темы: необходимость развития у студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о механизмах воздействия негативных факторов техносферы на организм человека и навыков проведения расчета сокращения продолжительности жизни человека под их влиянием.

Теоретическая часть

Вредное воздействие на человека – воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни и здоровью человека.

При оценке воздействия негативных факторов на человека следует учитывать степень влияния их на здоровье и жизнь человека, уровень и характер изменений функционального состояния и возможностей организма, его потенциальных резервов, адаптивных способностей и возможности развития последних.

Расчет показателей сокращения продолжительности жизни населения, проживающего на загрязненной в результате аварии на АЭС территории.

Расчет проводится с учетом современных методов, утвержденных Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, предназначенных для определения доз облучения населения, проживающего на территории, загрязненной в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Рассчитать дозу внешнего облучения за всю жизнь человека возможно по формуле (9.1):

$$D = K \times \Pi, \quad (9.1)$$

где D – доза облучения, бэр;

Π – начальная плотность загрязнения местности ^{137}Cs , Ки/км²;

K – коэффициент, зависящий от типа почв и изменяющийся в диапазоне от 0,2 до 0,8.

Для песчаных почв $K = 0,8$; для черноземных – 0,2; в расчетах обычно применяют $K = 0,6$;

^{137}Cs – цезий 137, один из главных компонентов радиоактивного загрязнения атмосферы; радиоактивный нуклид химического элемента цезия.

Внутреннее облучение (от загрязнения воды и продуктов) составляет около 40-60 % от внешнего. При этом под суммарным облучением понимается сумма внешнего и внутреннего облучения.

Расчет потери показателя СПЖ за всю жизнь человека проводится по формуле (9.2):

$$\Delta\text{СПЖ} = 5 \times D, \quad (9.2)$$

где $\Delta\text{СПЖ}$ – потеря СПЖ, сут.

Ситуацию можно улучшить за счет переезда из загрязненной зоны в благоприятную зону. При переезде через 5 лет после аварии предотвращаемая доза рассчитывается как разность между дозой без применения контрмеры (переезд) и дозой после прекращения действия введенной контрмеры, может составить около 30 % от ожидаемой за 70 лет при переезде через 5 лет, через 10 лет – 15 %, а через 20 лет – 10 %.

Оценка сокращения продолжительности жизни человека под воздействием наиболее весомых факторов повседневной жизнедеятельности.

Условия труда – совокупность факторов производственной среды и факторов трудового процесса. Выделяют 4 класса условий труда.

В числе многих других факторов условия труда оказывают влияние на продолжительность жизни человека.

Расчет носит вероятностный характер и позволяет оценить влияние

наиболее весомых факторов, характеризующих качество жизни конкретного человека.

При суточной миграции человека во вредных условиях жизненного пространства суммарная оценка ущерба здоровью может быть определена через подсчет времени сокращения продолжительности жизни в сутках по приближенной формуле:

$$\text{СПЖ} = \text{СПЖ}_{\text{пр}} + \text{СПЖ}_{\text{г}} + \text{СПЖ}_{\text{б}}, \quad (9.3)$$

где $\text{СПЖ}_{\text{пр}}$, $\text{СПЖ}_{\text{г}}$, $\text{СПЖ}_{\text{б}}$ – сокращение продолжительности жизни при пребывании, соответственно, в условиях производства, города и быта (сутки).

Расчет снижения продолжительности жизни осуществляется:

1) по фактору неблагоприятных условий производства

$$\text{СПЖ}_{\text{пр}} = (K_{\text{пр}} + K_{\text{т}} + K_{\text{н}}) * (T - T_{\text{н}}), \quad (9.4)$$

где $K_{\text{пр}}$, $K_{\text{т}}$, $K_{\text{н}}$ – ущерб здоровью на основании оценки класса условий производства, тяжести и напряженности труда, сут/год;

T – возраст человека, год;

$T_{\text{н}}$ – возраст начала трудовой деятельности.

Оценку условий труда проводят в соответствии с Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса (РД 2.2.2006-05).

По таблицам 9.1-9.9 определяется класс условий труда в зависимости от факторов производственной среды.

В соответствии с Руководством общую оценку условий труда устанавливают:

- по наиболее высокому классу и степени вредности;
- в случае сочетанного действия трех и более факторов, относящихся к классу 3.1, общая оценка условий труда соответствует классу 3.2;
- при сочетании двух и более факторов классов 3.2, 3.3, 3.4 – условия труда оцениваются соответственно на одну степень выше;

2) по фактору неблагоприятных жилищных бытовых условий и

загрязненного воздуха в городе

$$\text{СПЖ}_Г = (K_6 + K_Г) \times T, \quad (9.5)$$

где $K_6, K_Г$ – скрытый ущерб здоровью в условиях бытовой и городской среды, сут/год (таблица 8.10);

3) по факту курения с учетом сомножителя ($n/20$)

$$\text{СПЖ}_6(\text{курение}) = K_6 \times T_k \times (n/20), \quad (9.6)$$

где n – количество выкуриваемых сигарет в день;

T_k – стаж курильщика;

4) по фактору езды в общественном транспорте

$$\text{СПЖ}_Г(\text{транспорт}) = K_Г \times T_T \times t, \quad (9.7)$$

где T_T – количество лет езды на работу в общественном транспорте;

t – суммарное количество часов, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд домой и на работу в оба конца.

Таблица 9.1 – Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ (превышение ПДК, раз)

Вредные вещества*			Класс условий труда					
			допустимый	вредный				опасный ⁷⁾
				2	3.1	3.2	3.3	
1			2	3	4	5	6	7
Вредные вещества 1–4 классов опасности ¹⁾ за исключением перечисленных ниже			≤ПДК _{макс}	1,1-3,0	3,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	> 20,0
			≤ПДК _{сс}	1,1-3,0	3,1-10,0	10,1-15,0	> 15,0	-
Особенности действия на организм	вещества опасные для развития острого отравления	с остронаправленным механизмом действия ²⁾ , хлор, аммиак	≤ПДК _{макс}	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	6,1-10,0	> 10,0
		раздражающего действия ²⁾	≤ПДК _{макс}	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	10,1-50,0	> 50,0

канцерогены ³⁾ ; вещества, опасные для репродуктивного здоровья человека ⁴⁾		$\leq \text{ПДК}_{\text{сс}}$	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-10,0	> 10,0	-
аллергены ⁵⁾	Высокоопасные	$\leq \text{ПДК}_{\text{макс}}$	-	1,1-3,0	3,1-15,0	15,1-20,0	> 20,0
	Умеренноопасные	$\leq \text{ПДК}_{\text{макс}}$	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-15,0	15,1-20,0	> 20,0
Противоопухолевые лекарственные средства, гормоны (эстрогены) ⁶⁾						+	
Наркотические анальгетики ⁶⁾				+			

¹⁾ В соответствии с ГН 2.2.5.1313–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», дополнениями к нему.

²⁾ В соответствии с ГН 2.2.5.1313–03, ГН 2.2.5.1314–03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», дополнениями к ним и разделами 1, 2 прилож. 2 настоящего руководства.

³⁾ В соответствии с ГН 1.1.725–98 «Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека» и разделами 1, 2 прилож. 3 настоящего руководства (Асбестсодержащие пыли сравнивают согласно табл. 3).

⁴⁾ В соответствии с СанПиН 2.2.0.555–96 «Гигиенические требования к условиям труда женщин», методическими рекомендациями № 11-8/240–02 «Гигиеническая оценка вредных производственных факторов и производственных процессов, опасных для репродуктивного здоровья человека»; Detailed review document on classification systems for reproductive toxicity in OECD member countries / OECD series on testing and assessment № 15. Paris: OECD. 1999 и прилож. 4 настоящего руководства.

⁵⁾ В соответствии с ГН 2.2.5.1313–03, дополнениями к нему и прилож. 5 настоящего руководства.

⁶⁾ Вещества, при получении и применении которых, должен быть исключен контакт с органами дыхания и кожей работника при обязательном контроле воздуха рабочей зоны утвержденными методами (в соответствии с ГН 2.2.5.1313–03, дополнениями к нему,

разделами 1, 2 прилож. 6 настоящего руководства.

⁷⁾ Превышение указанного уровня может привести к острому, в т. ч. и смертельному, отравлению.

⁺ Независимо от концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны условия труда относятся к данному классу.

Таблица 9.2 – Классы условий труда в зависимости от уровней шума, локальной, общей вибрации, инфра- и ультразвука на рабочем месте

Название фактора, показатель, единица измерения	Класс условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	Превышение ПДУ до ... дБ/раз (включительно):					
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	$\leq \text{ПДУ}^{1)}$	5	15	25	35	> 35
Вибрация локальная, эквивалентный корректированный уровень (значение) виброскорости, виброускорения (дБ/раз)	$\leq \text{ПДУ}^{2)}$	$^{3/1,4}$	$^{6/2}$	$^{9/2,8}$	$^{12/4}$	$>^{12/4}$
Вибрация общая, эквивалентный корректированный уровень виброскорости, виброускорения (дБ/раз)	$\leq \text{ПДУ}^{2)}$	$^{6/2}$	$^{12/4}$	$^{18/6}$	$^{24/8}$	$>^{24/8}$
Инфразвук, общий уровень звукового давления, дБ/Лин	$\leq \text{ПДУ}^{3)}$	5	10	15	20	>20
Ультразвук воздушный, уровни звукового давления в $^{1/3}$ октавных полосах частот, дБ	$\leq \text{ПДУ}^{4)}$	10	20	30	40	>40
Ультразвук контактный, уровень виброскорости, дБ	$\leq \text{ПДУ}^{4)}$	5	10	15	20	>20

¹⁾ В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562—96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

²⁾ В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.566—96 «Производственная

3) В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.583—96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки».

4) В соответствии с санитарными правилами и нормами СанПиН 2.2.4/2.1.8.582—96 «Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения».

Показатель	Класс условий труда						
	оптимальный	допустимый	вредный*				опасный* (экстремальный)
			1	2	3.1	3.2	
Температура воздуха, °С	по СанПиН**	по СанПиН**	Температура воздуха для рабочих мест с охлаждающим микроклиматом представлена в табл. 7. В нагревающем микроклимате температура воздуха учтена в ТНС-индексе, используемом для его оценки.				
Скорость движения воздуха, м/с	по СанПиН**	по СанПиН**	> 0,6- применительно к нагревающему микроклимату				
			Применительно к охлаждающему микроклимату учтена в температурной поправке на ветер				
Влажность воздуха, %	по СанПиН**	по СанПиН**	14-10	<10			
ТНС-индекс, °С		по СанПиН**	по табл. 5				
Тепловое излучение: интенсивность, Вт/м ² *** экспозиционная доза, Вт·ч****		140 500****	1 500 1 500	2 000 2 600	2 500 3 800	2 800 4 800	>2 800 > 4 800

* независимо от периода года;

** СанПиН 2.2.4.548—96 «Гигиенические требования к микроклимату рабочих помещений»;

*** верхняя граница;
**** расчетная величина, вычисленная по формуле: $DЭО = I_{то} \cdot S \tau$, где $I_{то}$ - интенсивность теплового облучения, Вт/м ² ; S - облучаемая площадь поверхности тела, м ² ; τ - продолжительность облучения за рабочую смену, ч.

Таблица 9.4 – Классы условий труда в зависимости от параметров световой среды

Фактор, показатель	Класс условий труда			
	допустимый	вредный - 3		
		1 степени	2 степени	
	2	3.1	3.2	
Естественное освещение:				
Коэффициент естественной освещенности КЕО, %	≥ 0,5*	0,1-0,5*	< 0,1	
Искусственное освещение:				
Освещенность рабочей поверхности (Е, лк) для разрядов зрительных работ:	I-III, А, Б1	Ен**	0,5Ен ≤ -<Ен	< 0,5 Ен
	IV-XIV, Б2, В, Г, Д, Е, Ж	Ен**	<Ен	
Прямая блескость***	Отсутствие	Наличие		
Коэффициент пульсации освещенности (Кп, %)	Кпн**	>Кпн		
* Независимо от группы административных районов по ресурсам светового климата.				
** Нормативные значения: освещенности - Ен, коэффициента пульсации освещенности – Кпн в соответствии со СНиП 23–05-95*, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03, отраслевыми и ведомственными нормативными документами по освещению.				
*** Контроль прямой блескости проводится визуально. При наличии в поле зрения работников слепящих источников света, ухудшения видимости объектов различения и жалоб работников на дискомфорт зрения условия труда по данному показателю относят к классу 3.1.				

Таблица 9.5 – Классы условий труда при действии неионизирующих электромагнитных полей и излучений

Фактор	Класс условий труда
--------	---------------------

	Оптимальный	Допустимый	Вредный - 3				Опасный (экстрем.)
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Геомагнитное поле (ослабление) ²⁾	Превышение ПДУ (раз)						
	естественный фон	≤ ВДУ	≤5	>5	–	–	–
Электростатическое поле ³⁾	естественный фон	≤ ПДУ ¹⁾	≤ 5	> 5	–	–	–
Постоянное магнитное поле ⁴⁾	естественный фон	≤ ПДУ ¹⁾	≤5	>5	–	–	–
Электрические поля промышленной частоты (50 Гц) ⁵⁾	естественный фон	≤ ПДУ ¹⁾	≤ 5	≤ 10	> 10	–	> 40 [#]
Магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) ⁶⁾	естественный фон	≤ ПДУ ¹⁾	≤5	≤10	> 10	–	–
Электромагнитные поля на рабочем месте пользователя ПЭВМ ⁷⁾	–	≤ ВДУ	> ВДУ	–	–	–	–
Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона ⁸⁾							
0,01–0,03 МГц	естественный фон	≤ ПДУ ¹⁾	≤ 5	≤ 10	> 10	–	–
0,03–3,0 МГц	естественный фон	≤ ПДУ ⁹⁾	≤5	≤10	> 10	–	–
3,0–30,0 МГц	естественный фон	≤ ПДУ ⁹⁾	≤3	≤ 5	≤ 10	>10	–
30,0–300,0 МГц	естественный фон	≤ ПДУ ⁹⁾	≤ 3	≤ 5	≤ 10	> 10	> 100 [#]
300,0 МГц–300,0 ГГц	естественный фон	≤ ПДУ ⁹⁾	≤ 3	≤ 5	≤ 10	> 10	> 100 [#]
Широкополосный	–	≤ ПДУ	≤ 5	≤ 5			> 50 ^{##}

электромагнитный импульс ¹⁰⁾							
¹⁾ Значения ПДУ, с которыми проводится сравнение измеренных на рабочих местах величин ЭМП, определяются в зависимости от времени воздействия фактора в течение рабочего дня. ²⁾ В соответствии с СанПиН 2.2.4.1191–03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»; ³⁾ В соответствии с СанПиН 2.2.4.1191–03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» и ГОСТ 12.1.045–84 «ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля». ⁴⁾ В соответствии с СанПиН 2.2.4.1191–03 «Электромагнитные поля в производственных условиях». ⁵⁾ В соответствии с СанПиН 2.2.4.1191–03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» и ГОСТ 12.1.002–84 ССБТ «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах». ⁶⁾ В соответствии с СанПиН 2.2.4.1191–03 «Электромагнитные поля в производственных условиях», ОБУВ ПеМП 50 Гц № 5060–89. ⁷⁾ В соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». ⁸⁾ В соответствии с СанПиН 2.2.4.1191–03 «Электромагнитные поля в производственных условиях», ГОСТ 12.1.006–84 ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля», Изменения № 1 ГОСТ 12.1.006–84, СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190–03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи». ⁹⁾ ПДУ энергетической экспозиции ЭМИ. ¹⁰⁾ В соответствии с СанПиН 2.2.4.1329–03 «Требования по защите персонала от воздействия импульсных ЭМП» Примечание. # Превышение максимального ПДУ для кратковременного воздействия. ## Превышение ПДУ напряженности электрического поля для количества электромагнитных импульсов не более 5 в течение рабочего дня.							

Таблица 9.6 – Классы условий труда по показателям тяжести трудового процесса

Показатели тяжести трудового процесса	Классы условий труда			
	Оптимальный (легкая физическая нагрузка)	Допустимый (средняя физическая нагрузка)	Вредный (тяжелый труд)	
			1 степени	2 степени
	1	2	3.1	3.2
1	2	3	4	5
1. Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену, кг·м)				
1.1. При региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) при перемещении груза на расстояние до 1 м: для мужчин для женщин	до 2 500 до 1 500	до 5 000 до 3 000	до 7 000 до 4 000	более 7 000 более 4 000
1.2. При общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног):				
1.2.1. При перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м для мужчин для женщин	до 12 500 до 7 500	до 25 000 до 15 000	до 35 000 до 25 000	более 35 000 более 25 000
1.2.2. При перемещении груза на расстояние более 5 м для мужчин для женщин	до 24 000 до 14 000	до 46 000 до 28 000	до 70 000 до 40 000	более 70 000 более 40 000
2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную (кг)				
2.1. Подъем и перемещение (разовое)				

тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час): для мужчин для женщин	до 15 до 5	до 30 до 10	до 35 до 12	более 35 более 12
2.2. Подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены: для мужчин для женщин	до 5 до 3	до 15 до 7	до 20 до 10	более 20 более 10
2.3. Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены:				
2.3.1. С рабочей поверхности для мужчин для женщин	до 250 до 100	до 870 до 350	до 1 500 до 700	более 1 500 более 700
2.3.2. С пола для мужчин для женщин	до 100 до 50	до 435 до 175	до 600 до 350	более 600 более 350
3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену)				
3.1. При локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук)	до 20 000	до 40 000	до 60 000	более 60 000
3.2. При региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)	до 10 000	до 20 000	до 30 000	более 30 000
4. Статическая нагрузка - величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий (кгс·с)				

4.1. Одной рукой:				
для мужчин	до 18 000	до 36 000	до 70 000	более 70 000
для женщин	до 11 000	до 22 000	до 42 000	более 42 000
4.2. Двумя руками:				
для мужчин	до 36 000	до 70 000	до 140 000	более 140 000
для женщин	до 22 000	до 42 000	до 84 000	более 84 000
4.3. С участием мышц корпуса и ног:				
для мужчин	до 43 000	до 100 000	до 200 000	более 200 000
для женщин	до 26 000	до 60 000	до 120 000	более 120 000
5. Рабочая поза				

5. Рабочая поза	Свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в позе стоя до 40% времени смены.	Периодическое, до 25 % времени смены, нахождение в неудобной (работа с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей и др.) и/или фиксированной позе (невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга). Нахождение в позе стоя до 60 % времени смены.	Периодическое, до 50 % времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) до 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя до 80 % времени смены	Периодическое, более 50% времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) более 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя более 80 % времени смены.
6. Наклоны корпуса				
Наклоны корпуса (вынужденные более 30), количество за смену	до 50	51-100	101-300	свыше 300
7. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом, км				
7.1. По горизонтали	до 4	до 8	до 12	более 12
7.2. По вертикали	до 1	до 2,5	до 5	более 5

Таблица 9.7 – Классы условий труда по показателям напряженности трудового процесса

Показатели напряженности трудового процесса	Класс условий труда			
	Оптимальный	Допустимый	Вредный	
	Напряженность труда легкой степени	Напряженность труда средней степени	Напряженный труд	
			1 степени	2 степени
			3.1	3.2
1	2	3	4	5
1. Интеллектуальные нагрузки:				
1.1. Содержание работы	Отсутствует необходимость принятия решения	Решение простых задач по инструкции	Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкций)	Эвристическая (творческая) деятельность, требующая решения алгоритма, единоличное руководство в сложных ситуациях
1.2. Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Восприятие сигналов, но не требуется коррекция действий	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций	Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значениями. Заключительная оценка фактических значений параметров	Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой связанных параметров. Комплексная оценка всей производственной деятельности

1.3. Распределение функций по степени сложности задания	Обработка и выполнение задания	Обработка, выполнение задания и его проверка	Обработка, проверка и контроль за выполнением задания	Контроль и предварительная работа по распределению заданий другим лицам.
1.4. Характер выполняемой работы	Работа по индивидуальному плану	Работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности	Работа в условиях дефицита времени	Работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат
2. Сенсорные нагрузки				
2.1. Длительность сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26–50	51–75	более 75
2.2. Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы	до 75	76–175	176–300	более 300
2.3. Число производственных объектов одновременного наблюдения	до 5	6–10	11–25	более 25
2.4. Размер объекта	более 5 мм – 100 %	5-1,1 мм – более 50 %;	1-0,3 мм – более 50 %	менее 0,3 мм – более 50 %

различения (при расстоянии от глаз работающего до объекта различения не более 0,5 м) в мм при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)		1-0,3 мм – до 50 %; менее 0,3 мм – до 25 %	50 %; менее 0,3 мм – 26–50 %	
2.5. Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26–50	51–75	более 75
2.6. Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов в смену): при буквенно-цифровом типе отображения информации: при графическом типе отображения информации:	до 2 до 3	до 3 до 5	до 4 до 6	более 4 более 6
2.7. Нагрузка на слуховой анализатор (при производственной необходимости)	Разборчивость слов и сигналов от 100 до 90 %. Помехи отсутствуют	Разборчивость слов и сигналов от 90 до 70 %. Имеются помехи, на фоне которых	Разборчивость слов и сигналов от 70 до 50 %. Имеются помехи, на фоне которых	Разборчивость слов и сигналов менее 50 % Имеются помехи, на

восприятия речи или дифференцированных сигналов)		речь слышна на расстоянии до 3,5 м	речь слышна на расстоянии до 2 м	фоне которых речь слышна на расстоянии до 1,5 м
2.8. Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю)	до 16	до 20	до 25	более 25
3. Эмоциональные нагрузки				
3.1. Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки	Несет ответственность за выполнение отдельных элементов заданий. Влечет за собой дополнительные усилия в работе со стороны работника	Несет ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий). Влечет за собой дополнительные усилия со стороны вышестоящего руководства (бригадира, мастера и т. п.)	Несет ответственность за функциональное качество основной работы (задания). Влечет за собой исправления за счет дополнительных усилий всего коллектива (группы, бригады и т. п.)	Несет ответственность за функциональное качество конечной продукции, работ, заданий. Влечет за собой повреждение оборудования, остановку технологического процесса и может возникнуть опасность для жизни
3.2. Степень риска для собственной жизни	Исключена			Вероятна

3.3. Степень ответственности за безопасность других лиц	Исключена			Возможна
3.4. Количество конфликтных ситуаций, обусловленных профессиональной деятельностью, за смену	Отсутствуют	1–3	4–8	Более 8
4. Монотонность нагрузок				
4.1. Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях	более 10	9–6	5–3	менее 3
4.2. Продолжительность (в сек) выполнения простых заданий или повторяющихся операций	более 100	100–25	24–10	менее 10
4.3. Время активных действий (в % к продолжительности смены). В	20 и более	19–10	9–5	менее 5

остальное время – наблюдение за ходом производственного процесса				
4.4. Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса в % от времени смены)	менее 75	76–80	81–90	более 90
5. Режим работы				
5.1. Фактическая продолжительность рабочего дня	6–7 ч	8–9 ч	10–12 ч	более 12 ч
5.2. Сменность работы	Односменная работа (без ночной смены)	Двухсменная работа (без ночной смены)	Трёхсменная работа (работа в ночную смену)	Нерегулярная сменность с работой в ночное время
5.3. Наличие регламентированн ых перерывов и их продолжительность	Перерывы регламентирован ы, достаточной продолжительнос ти: 7 % и более рабочего времени	Перерывы регламентирован ы, недостаточной продолжительнос ти: от 3 до 7 % рабочего времени	Перерывы не регламентирован ы и недостаточной продолжительнос ти: до 3 % рабочего времени	Перерывы отсутствуют

Таблица 9.8 – Скрытый ущерб здоровью на основании общей оценки класса условий труда

№ п/п	Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год $K_{\text{пр}}$ (K_n)
-------	---------------------------	------------------------	--

1	1 фактор 3.1	3.1	2,5
2	2 фактора 3.1	3.1	3,75
3	3 и более фактора 3.1	3.2	5,1
4	1 фактор 3.2	3.2	8,75
5	2 и более факторов класса 3.2	3.3	12,6
6	1 фактор класса 3.3	3.3	18,75
7	2 и более факторов класса 3.3	3.4	25
8	1 фактор класса 3.4	3.4	50
9	2 и более факторов класса 3.4	4	75,1
10	Наличие факторов класса 4	4	75,1

Таблица 9.9 – Скрытый ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса

№ п/п	Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год K_T
1	Менее 3 факторов класса 2	2	
2	3 и более факторов класса 2	3.1	2,5
3	1 фактор класса 3.1	3.1	3,75
4	2 и более факторов 3.1	3.2	5,1
5	1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
6	2 фактора класса 3.2	3.3	12,6
7	Более 2 факторов класса 3.2	3.3	18,75

Таблица 9.10 – Скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской (K_T) и бытовой (K_6) среды, сутки/год

№ п/п	Показатель	K_T , K_6
1	Факторы городской среды:	K_T
1.1	Загрязнение воздуха в крупных городах	5
1.2	Езда в часы «пик» в общественном транспорте ежедневно	2

	в течение 1 часа	
2	Факторы бытовой среды	Кб
2.1	Проживание в неблагоприятных жилищных условиях	7
2.2	Курение по 20 сигарет в день	50

Вопросы и задания

Вопрос 1. Что такое сокращение продолжительности жизни?

Вопрос 2. Какие факторы влияют на сокращение продолжительности жизни?

Вопрос 3. Что такое условия труда?

Вопрос 4. Как уменьшает продолжительность жизни человека работа в неблагоприятных условиях труда?

Вопрос 5. Как влияют на продолжительность жизни человека вредные привычки?

Вопрос 6. Как влияют на продолжительность жизни человека проживание в неблагоприятных условиях?

Вопрос 7. Что такое ущерб здоровью?

Задание 1. Ознакомиться с методикой расчета показателя сокращения продолжительности жизни населения, проживающего на территории, загрязненной радионуклидами, и провести расчеты:

1. Рассчитать дозу внешнего облучения за 70 лет жизни человека.
2. Рассчитать показатель сокращения продолжительности жизни (ДСПЖ).
3. Рассчитать предотвращенную дозу облучения.
4. Рассчитать дозу внутреннего облучения и суммарное облучение за 5, 10, 20 и 70 лет. Расчет ДСПЖ необходимо выполнить для плотности загрязнения 20, 40, 60, 80, 100, 400 и 700 Ки/км. Результаты расчета необходимо оценить в процентах, исходя из условия, что в течение 70 лет человеку отпущено $70 \times 365 = 25\,550$ суток.

Результаты представить в табличном виде (таблица 9.11, 9.12).

Сделать вывод.

Таблица 9.11 – Таблица расчетных показателей

Расчетная величина	Плотность загрязнения местности, ^{137}Cs , Ки/м ²						
	20	40	60	80	100	400	700
Доза внешнего облучения D, бэр							
ΔСПЖ, сут.							
ΔСПЖ, %							
При переезде через 5 лет							
Доза внешнего облучения D, бэр							
ΔСПЖ, сут.							
ΔСПЖ, %							
При переезде через 10 лет							
Доза внешнего облучения D, бэр							
ΔСПЖ, сут.							
ΔСПЖ, %							
При переезде через 20 лет							
Доза внешнего облучения D, бэр							

ΔСПЖ, сут.							
ΔСПЖ, %							

Таблица 9.12 – Расчет внешней и суммарной дозы облучения

Расчетная величина	Плотность загрязнения местности, ^{137}Cs , Ки/м ²						
	20	40	60	80	100	400	700
Доза внешнего облучения D, бэр							
Доза внутреннего облучения, бэр							
Суммарная доза облучения, бэр							
При переезде через 5 лет							
Доза внешнего облучения D, бэр							
Доза внутреннего облучения, бэр							
Суммарная доза							

облучения, бэр							
При переезде через 10 лет							
Доза внешнего облучения D, бэр							
Доза внутреннего облучения, бэр							
Суммарная доза облучения, бэр							
При переезде через 20 лет							
Доза внешнего облучения D, бэр							
Доза внутреннего облучения, бэр							
Суммарная доза облучения, бэр							

Задание 2. Определите величину сокращения продолжительности

жизни (СПЖ) (сут) заточника в зависимости от класса условий труда в механическом цехе, условий проживания, поведения и суммарный риск гибели заточника.

Работа ведется электрокорундовыми кругами. Количество окиси кремния в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 1,5 раза. При заточке присутствует отраженная блескость. Число оборотов шлифовального круга 6300 об/мин, что создает локальную вибрацию, превышающую допустимую на 9 дБ.

Уровень шума превышает допустимый на 25 дБА. Освещенность в цехе из-за сильного загрязнения системы освещения составляет 0,5 Е н.

Живет заточник около нефтеперерабатывающего завода, ему 45 лет, трудиться начал с 15 лет, выкуривает более 20 сигарет в день в течении 30 лет. Время в пути до работы наземным городским транспортом составляет 1 час, где к тому же подвергается воздействию вибрации.

Задание 3. Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут) и величину риска гибели мастера (инженера) участка виброуплотнения и термообработки стержневых смесей литейного цеха. Вентиляция в цехе работает не эффективно. Печи электрические, работают на частоте 3,0 МГц с интенсивностью поля, превышающей нормы > 5 раз. Вибрация на рабочем месте мастера превышает допустимую на 12 дБ. Уровень шума превышает допустимый на 15 дБА.

Напряженность электрической составляющей превышает предельно допустимый уровень в 3 раза, так как печь старая и отсутствует экранирование индуктора.

Интенсивность теплового потока на рабочем месте 1,05 кВт/м² (норма 0,35 кВт/м²).

Запыленность алюминиевой, магниевой пылью (2 класс опасности), загазованность воздуха рабочей зоны парами аммиака, ацетона, окисью углерода (3 класс опасности) в среднем превышает ПДК в 7 раз.

Мастер живет за городом, куда добирается на электричке и автобусе в

течение 1,5 часа. Дом его расположен около железнодорожного переезда и уровень инфразвука (ИЗ) от маневровых паровозов в доме в ночное время превышает ПДУ на 10 дБ. Ему 60 лет, из них 45 лет он курит и выкуривает в среднем по 12 сигарет в день.

Задание 4. Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут) оператора гибкого автоматизированного комплекса, рабочее место которого оснащено компьютером буквенно-цифрового типа, на котором он работает более 4 час за смену, и пультом управления с большим числом контрольно-измерительных шкальных приборов. Оператор постоянно, с длительностью сосредоточенного наблюдения более 45% от времени смены, обрабатывает информацию, внося коррекцию в работу комплекса. При этом он несет полную ответственность за функциональное качество вспомогательных работ, а также за обеспечение непрерывного производственного процесса. Обеспечение последнего зависит от оперативного принятия управленческих решений. Работа комплекса связана с механической высокоскоростной обработкой высоколегированных сталей. Работа 2-х сменная с ночной сменой. Продолжительность смены 10 часов. Помещение комплекса с пультом управления не имеет окон, в нем предусмотрена общеобменная вытяжная вентиляция.

Живет оператор в крупном городе, домой добирается на метро за 40 минут (0,66 часа), курит по 10 сигарет в день в течение 30 лет. Определите также величину риска гибели оператора, которому 48 лет.

Задание 5. Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут) и величину риска гибели 50-летнего инженера, окончившего МГТУ им. Н.Э.Баумана и поступившего работать мастером окрасочного цеха завода ЗИЛ в 25 лет.

Содержание в составе лакокрасочного аэрозоля токсичных веществ - стирола, фенола, формальдегида составляет 10 ПДК. Уровни шума при пневматической окраске превышают ПДУ на 25 дБА, освещенность в цехе из-за постоянного наличия лакокрасочного тумана составляет меньше 0,5

$E_{нор}$; уровень статического электричества при окраске с помощью центробежной электростатической установки УЭРЦ-1 составляет < 5 ПДУ.

Степень ответственности за окончательный результат работы (боязнь остановки техпроцесса, возможность возникновения опасных ситуаций для жизни людей и др.) составляет класс условий труда 3.2. Из-за дефицита времени по напряженности труда работа мастера относится к классу 3.1.

Живет инженер в районе ЗИЛ на Автозаводской улице (что и послужило причиной пойти работать на ЗИЛ).

Задание 6. Определите величину сокращения продолжительности жизни маляра-женщины, которая окрашивает промышленные изделия с помощью краскопульта, весом 1,8 кгс, в течение 80% времени смены, т.е. 23040 сек, при этом она выполняет около 30 движений с большой амплитудой в минуту.

Живет работница рядом с хлебозаводом, который работает круглосуточно. Системы вентиляции создают в ночное время уровни шума, превышающие ПДУ на 25 дБА. Добирается домой на двух видах городского транспорта в течение 1 часа 15 мин. Она курит в течение уже 20 лет, в среднем по 15 сигарет в день, ей 55 лет, рабочий стаж 35.

Задание 7. Защита рефератов и их презентация.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Белов, С.В. Ноксология: учебник для бакалавров / С.В. Белов, Е.Н. Симакова ; под общ.ред. С.В. Белова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2023. - 431 с.: ил. - (Бакалавр). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 430-431. - ISBN 978-5-9916-2697-23.

2. Ноксология [Электронный ресурс] : учебник / Е.Е. Барышев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 160 с. — 978-5-7996-1229-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65953.html>

3. Горшенина, Е. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: курс лекций: курс лекций / Е.Горшенина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 217 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138).

4. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 702 с. 21. – (Бакалавр. Академический курс). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 702. – ISBN 978-5-9916-3058-0. – ISBN 978-5-9692-1483-5

Литература

Основная литература

1. Белов, С.В. Ноксология: учебник для бакалавров / С.В. Белов, Е.Н. Симакова ; под общ.ред. С.В. Белова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2023. - 431 с.: ил. - (Бакалавр). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 430-431. - ISBN 978-5-9916-2697-23.

2. Ноксология [Электронный ресурс] : учебник / Е.Е. Барышев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 160 с. — 978-5-7996-1229-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65953.html>

Дополнительная литература

1. Горшенина, Е. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: курс лекций: курс лекций / Е.Горшенина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 217 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138).

2. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 702 с. 21. – (Бакалавр. Академический курс). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 702. – ISBN 978-5-9916-3058-0. – ISBN 978-5-9692-1483-5

Интернет-ресурсы

1. <http://www.ecoportal.ru> – Всероссийский экологический портал.
2. <http://www.gochs.info> – Сайт о средствах и способах защиты в ЧС.
3. <http://www.mchs.gov.ru> – Официальный сайт Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.
4. <http://www.rosminzdrav.ru> – Официальный сайт Министерства здравоохранения РФ.
5. <http://www.tehdoc.ru> – Ресурс, посвященный вопросам охраны труда и промышленной безопасности.
6. <http://www.tehlit.ru> – Электронная интернет библиотека технической литературы.
7. Международная реферативная база данных – www.scopus.ru.
8. Научная электронная библиотека – www.elibrary.ru.
9. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – www.biblioclub.ru.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические рекомендации

по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «Ноксология»
для студентов направления подготовки /специальности
20.03.01 Техносферная безопасность

Содержание

Введение	2
Общая характеристика самостоятельной работы студента	2
План-график выполнения самостоятельной работы	4
Контрольные точки и виды отчетности по ним	4
Методические указания по организации самостоятельной работы	5
Методические указания по подготовке к экзамену	38
Литература	45

Введение

При изучении дисциплины «Ноксология» учебным планом предусмотрены аудиторные занятия (лекции и практические), а также самостоятельная работа студентов (СРС).

Основными формами самостоятельной работы в данном курсе являются:

1. Самостоятельное изучение основного и дополнительного материала по темам, представленным в рабочей программе дисциплины, и проведение по его результатам собеседования.
2. Выполнение разноуровневых заданий, решение разноуровневых задач.
3. Подготовка к экзамену.

В данных методических указаниях представлены рекомендации по организации самостоятельной работы по указанному направлению.

Общая характеристика самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Ноксология» позволяет сформировать знания, умения и навыки бакалавров направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», целью которой является укрепление и углубление полученных теоретических знаний, приобретение практических навыков, направленных на обеспечение безопасных условий жизнедеятельности человека в условиях современной техносферы.

При подготовке студенту предоставляется право пользования дополнительными средствами, например, периодической и справочной литературой.

Основными формами самостоятельной работы в курсе дисциплины «Ноксология» является самостоятельное изучение разделов и тем дисциплины. Отчет по данной форме контроля представляется в форме

конспекта. Данное мероприятие сочетает письменную и устную формы деятельности студента, выявляет аналитические умения и навыки выделения смысловых центров текста. Степень освоения данного вида самостоятельной работы оценивается собеседованием с преподавателем по определенному перечню вопросов.

Выполнение разноуровневых заданий, решение разноуровневых задач представлено заданиями базового и повышенного уровня. Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя проверку правильности расчетов и их аргументированность, а также комплексности разработки мероприятий при конкретной ситуации.

Самостоятельное изучение тем дисциплины и выполнение заданий являются текущими формами оценки знаний, умений и навыков студентов в области техносферной безопасности.

Экзамен является промежуточной формой оценки знаний студентов и позволяет оценить общий результат освоения ими дисциплины. Процедура проведения промежуточного контроля осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

План-график выполнения самостоятельной работы

В соответствии с рабочей программой дисциплины «Ноксология» самостоятельная работа студентов организуется по графику, представленному в таблице 1.

Таблица 1 – Виды самостоятельной работы студентов и формы их контроля

Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов	Примерные сроки выполнения
Самостоятельно	Конспект	Собеседовани	26,63	В

е изучение литературы		е		соответстви и с рабочей программой
Выполнение разноуровневых заданий, решение разноуровневых задач	Решение разноуровневых заданий и задач	Индивидуальное задание	27,38	
Подготовка к экзамену	Экзамен	Вопросы к экзамену	27,00	
Итого			81,00	

Контрольные точки и виды отчетности по ним

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

В рамках рейтинговой системы оценки знаний студентов предусматривается последовательное выполнение отчетных мероприятий. Для студентов направления подготовки 20.03.01 в учебных планах при изучении дисциплины предусматриваются аудиторные часы в виде лекционных и практических занятий, примерные этапы рейтинговой оценки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Рейтинговая система оценки знаний студентов направления 20.03.01

№ п / п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
1.	Практическое занятие 3	5	15
2.	Практическое занятие 5	9	20
3.	Практическое занятие 8	15	20
	Итого за 3 семестр		55
	Итого		55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль

устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставаемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Методические указания по организации самостоятельной работы

Подготовка к собеседованию

Проверка знаний материала занятий проводится в виде собеседования. Предполагается, что отдельные вопросы тем дисциплины изучаются студентами самостоятельно (таблица 1). Знания указанных вопросов проверяется наличием конспектов и собеседованием. Ниже приведены вопросы для собеседования по всем темам курса «Ноксология». Вопросы структурированы по двум уровням: базовый и повышенный (требуют знаний дополнительных источников литературы, показывают умения и навыки студентов анализировать теоретический материал и готовность к применению теоретических знаний в практической деятельности).

Данное оценочное мероприятия проводится на каждом практическом занятии при изучении основной и дополнительной литературы. Для выполнения данного оценочного мероприятия студенту необходимо подготовить устные ответы на вопросы собеседования, либо законспектировать данные ответы в тетрадь.

В процессе самостоятельного изучения отдельных вопросов тем дисциплины рекомендуется работа с литературой, перечень которой

приведен в конце методических указаний.

Вопросы для собеседования

Базовый уровень

Тема 1. Теоретические основы ноксологии.

1. Что такое процесс жизнедеятельности?
2. Что такое среда обитания?
3. Дайте определение терминам «биосфера», «техносфера», «социальная среда».
4. На чем основано взаимодействие человека со средой обитания и ее составляющих между собой элементов?

Тема 2. Опасность, условия ее возникновения и реализации.

1. Дайте объяснение появления причин опасностей.
2. От чего зависит результат влияния фактора воздействия потока на объект?
3. Дайте определение термину «безопасность», «экологичность источника опасности».
4. Что такое «опасность»?
5. Что такое «потенциальная опасность», «реальная опасность», «реализованная опасность»?

Тема 3. Современная ноксосфера.

1. Назовите виды техносферных зон.
2. Какие различают виды опасных и вредных факторов техносферы?
3. Какие причины лежат в основе формирования неблагоприятной для жизни и существования человека техносферы?
4. Назовите критерии и параметры безопасности техносферы.
5. Какие современные принципы формирования техносферы?
6. Назовите проблемы техносферной безопасности.

7. Предложите пути решения техносферной безопасности.

Тема 4. Общие положения по выбору методов и средств защиты человека от опасностей в техносфере.

1. Что такое эргономика?
2. Перечислите задачи эргономики.
3. Как обеспечить оптимальные условия труда?
4. Что такое «экстремальная ситуация»?

Тема 5. Техника и тактика защиты человека от повседневных опасностей в техносфере.

1. Как классифицируются виды пожаров и назовите их особенности?
2. Что такое производственная или транспортная катастрофа?
3. Чем отличается авария от катастрофы?
4. Перечислите поражающие факторы чрезвычайных ситуаций техногенного характера.
5. Перечислите причины возникновения техногенных катастроф.
6. Перечислите основные этапы ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Тема 6. Защита населения и объектов экономики в ЧС. Защита от глобальных опасностей.

1. Дайте определение понятия «чрезвычайная ситуация (ЧС)».
2. Какова взаимосвязь понятий «опасность», «риск» и «чрезвычайная ситуация»?
3. Как классифицируются ЧС?
4. Каков ущерб от ЧС?
5. Назовите стадии развития ЧС.
6. Какие очаги поражения могут возникнуть при ЧС?
7. Какие закономерности выявлены для ЧС природного характера?

8. Чем отличаются опасные природные явления от стихийных бедствий?

9. Дайте классификацию ЧС природного характера.

10. Каковы причины появления биологических ЧС? Дайте определение терминам «эпидемия», «эпизоотия», «эпифитотия».

Тема 7. Мониторинг опасностей.

1. Что означает термин «мониторинг»?

2. Какие основные задачи решают системы мониторинга окружающей среды?

Тема 8. Перспективы развития человеко- и природозащитной деятельности.

1. Признаки устойчивого развития системы «человек-техносфера-природа».

2. Понятие «культура безопасности».

3. Каковы перспективы демографического развития России в XXI в.?

Повышенный уровень

Тема 1. Теоретические основы ноксологии.

1. Нарисуйте структурную схему взаимодействия человека с биосферой, техносферой и социальной средой.

2. Перечислите основные потоки в естественной среде, в техносфере, в социальной среде и основные потоки, потребляемые и выделяемые человеком в процессе его жизнедеятельности.

3. Какие характерные состояния взаимодействия «человек – среда обитания» Вы знаете? Охарактеризуйте их.

4. Как зависит жизненный потенциал человека от воздействия на него акустических колебаний и температуры окружающего воздуха?

5. Какие системы безопасности по объектам защиты Вы знаете?

Тема 2. Опасность, условия ее возникновения и реализации.

1. В каких случаях потенциальные опасности могут стать явными?

Приведите пример

2. Как классифицируются опасности по признаку и виду (классу)?

3. Что такое «вредный фактор», травмирующий фактор»?

4. Как классифицируются опасные и вредные производственные факторы по своему воздействию на организм человека?

5. Что такое «риск», «приемлемый риск»?

Тема 3. Современная ноксосфера.

1. Предложите мероприятия защиты от воздействия электрического тока.

2. Предложите мероприятия защиты от воздействия вредных химических веществ.

3. Предложите мероприятия защиты от воздействия электромагнитных полей.

4. Предложите мероприятия защиты от воздействия ионизирующего излучения.

5. Предложите мероприятия защиты от воздействия лазерного излучения.

6. Предложите мероприятия защиты от воздействия ультрафиолетового излучения.

7. Предложите мероприятия защиты от воздействия статического электричества.

8. Предложите мероприятия молниезащиты зданий и сооружений.

9. Предложите мероприятия защиты от энергетических воздействий и физических полей.

10. Предложите мероприятия защиты от воздействия нагревающего микроклимата.

11. Предложите мероприятия защиты от воздействия низких температур.

Тема 4. Общие положения по выбору методов и средств защиты человека от опасностей в техносфере.

1. Какие опасности угрожают человеку из космоса? Можно ли избежать таких видов опасностей и какие меры защиты необходимо предпринимать?

2. Дайте классификацию ЧС техногенного происхождения по производственному признаку и в зависимости от природного происхождения.

Тема 5. Техника и тактика защиты человека от повседневных опасностей в техносфере.

1. Перечислите задачи Гражданской обороны.

2. Назовите средства индивидуальной защиты. Виды. Назначение.

3. Назовите средства коллективной защиты. Виды. Назначение.

Тема 6. Защита населения и объектов экономики в ЧС. Защита от глобальных опасностей.

1. Чем отличается современный терроризм от терроризма начала XX в.?

2. Что может способствовать попаданию человека в ЭС?

3. Что необходимо сделать, чтобы уменьшить опасность и увеличить шансы на сохранение жизни и здоровья в ЭС?

Тема 7. Мониторинг опасностей.

1. Какие неблагоприятные факторы внешней и внутренней среды присутствуют в Вашем жилище? Укажите методы защиты по уменьшению воздействия этих факторов.

Тема 8. Перспективы развития человеко- и природоохранной деятельности.

1. Роль образования в обеспечении безопасности человека и природы.

2. Принципиальные черты концепции устойчивого развития.

Для оценки знаний студентов применяются следующие критерии.

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он уверенно знает и может охарактеризовать основы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды. Уверенно способен при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения среды применять соответствующие знания и навыки. Уверенно владеет культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением при рассмотрении важнейших приоритетов безопасности в жизни и деятельности. Уверенно знает и может охарактеризовать опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты). Уверенно способен ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности. Уверенно владеет способностью анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он знает основы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды. Способен при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения среды применять соответствующие знания и навыки. Владеет культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением при рассмотрении важнейших приоритетов безопасности в жизни и деятельности. Знает опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты). Способен ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности. Владеет способностью

анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он знает некоторые основы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды. Частично способен при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения среды применять соответствующие знания и навыки. Частично владеет культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением при рассмотрении важнейших приоритетов безопасности в жизни и деятельности. Знает некоторые опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты). Частично умеет ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности. Частично владеет способностью анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, если он частично знает основы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды. Ограничено умеет при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения среды применять соответствующие знания и навыки. Затрудняется владеть культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением при рассмотрении важнейших приоритетов безопасности в жизни и деятельности. Частично знает опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты). Ограничено умеет ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности. Затрудняется анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия

организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.

При проверке задания, оцениваются (*например, последовательность и рациональность выполнения, точность расчетов и др.*):

- правильность ответов;
- чёткое знание терминологии;
- умение грамотно, четко и последовательно излагать материал;
- использование дополнительной литературы при подготовке;
- умение анализировать теоретический материал и сопоставлять его с практикой;
- знание статистических данных об изучаемых процессах и явлениях;
- умение приводить конкретные примеры.

Оценочный лист проверки знаний (собеседование)

Критерии оценки	Оценка			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
правильность ответов				
чёткое знание терминологии				
умение грамотно, четко и последовательно излагать материал				
использование дополнительной литературы при подготовке				
умение анализировать теоретический материал и сопоставлять его с практикой				
знание статистических данных об изучаемых процессах и явлениях				
умение приводить конкретные примеры				

Выполнение разноуровневых заданий, решение разноуровневых

задач

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя проверку правильности расчетов и их аргументированность, а также комплексности разработки мероприятий при конкретной ситуации.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо взять у преподавателя задание и к соответствующим срокам выполнить их.

Комплект разноуровневых задач (заданий)

Базовый уровень

Тема 2. Опасность, условия ее возникновения и реализации.

Задание. Охарактеризовать реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения определенной проблемы.

Составить прогноз сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели оператора ПЭВМ, 48 лет. Работает с 23 лет. Курит с 17 лет по 25 сигарет в день. Живет далеко от ВЦ, добирается к месту работы на общественном транспорте за 50 мин. Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года – 20°C. Освещенность РМ – 400 лк: размер объекта, мм - <0,3; разряд зрительной работы – А2. Превышение допустимого уровня звука на 5 дБА. РМ стационарное, поза свободная. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток – 6 час. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 60. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану и общения с людьми.

Тема 4. Общие положения по выбору методов и средств защиты человека от опасностей в техносфере.

Задание. Оценить возможную опасную зону при работе

автомобильного крана при подъеме груза на высоту при определенной угловой скорости вращения стрелы в зависимости от различных условий работы.

Повышенный уровень

Тема 2. Опасность, условия ее возникновения и реализации.

Задание. Разработать мероприятия профилактики профессиональных заболеваний на основе задания базового уровня.

Тема 4. Общие положения по выбору методов и средств защиты человека от опасностей в техносфере.

Задание. Схематично изобразить границы опасных зон на основе расчетов задания базового уровня. Разработать комплекс мероприятий по обеспечению безопасности в этих зонах.

Для оценки знаний студентов применяются следующие критерии.

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он уверенно знает и может охарактеризовать основы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды. Уверенно способен при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения среды применять соответствующие знания и навыки. Уверенно владеет культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением при рассмотрении важнейших приоритетов безопасности в жизни и деятельности. Уверенно знает и может охарактеризовать опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты). Уверенно способен ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности. Уверенно владеет способностью анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он знает основы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды. Способен при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения среды применять соответствующие знания и навыки. Владеет культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением при рассмотрении важнейших приоритетов безопасности в жизни и деятельности. Знает опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты). Способен ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности. Владеет способностью анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он знает некоторые основы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды. Частично способен при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения среды применять соответствующие знания и навыки. Частично владеет культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением при рассмотрении важнейших приоритетов безопасности в жизни и деятельности. Знает некоторые опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты). Частично умеет ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности. Частично владеет способностью анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, если он частично знает основы обеспечения безопасности человека и сохранения

окружающей среды. Ограничено умеет при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения среды применять соответствующие знания и навыки. Затрудняется владеть культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением при рассмотрении важнейших приоритетов безопасности в жизни и деятельности. Частично знает опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты). Ограничено умеет ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности. Затрудняется анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.

При проверке задания, оцениваются (*например, последовательность и рациональность выполнения, точность расчетов и др.*):

- последовательность проведенного исследования;
- полнота выводов и их аргументированность;
- оформление задания;
- точность расчетов;
- своевременность предоставления материала;
- умение отвечать на дополнительные вопросы.

Оценочный лист проверки знаний (комплект разноуровневых задач (заданий))

Критерии оценки	Оценка			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
последовательность проведенного исследования				
полнота выводов и их аргументированность				
оформление задания				
точность расчетов				
своевременность предоставления материала				
умение отвечать на				

дополнительные вопросы				
---------------------------	--	--	--	--

Методические указания по подготовке к экзамену

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры - в СКФУ, Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам аспирантуры, программам ординатуры - в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются 2 теоретических вопроса и практическое задание. Вопросы и задания повышенного уровня выделены курсивом. Экзамен проходит в устно-письменной форме.

Для подготовки по билету отводится 30 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования калькулятором.

Вопросы к экзамену

Базовый уровень

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

Знать

1. Принципы и понятия ноксологии. Опасность, условия ее возникновения и реализации. Закон толерантности, опасные и чрезвычайно опасные воздействия. Поле опасностей.
2. Естественные и естественно-техногенные опасности.
3. Взаимодействие человека с окружающей средой.
4. Повседневные естественные опасности.

5. Опасности стихийных явлений.
6. Антропогенные и антропогенно-техногенные опасности.
7. Механическое травмирование. Транспортные аварии.
8. Постоянные региональные и глобальные опасности.
9. Воздействие на атмосферу. Воздействие на гидросферу.
Воздействие на литосферу.
10. Электрический ток.
11. Региональные чрезвычайные опасности.
12. Химические аварии. Пожары и взрывы.
13. Становление и развитие учения о человеко- и природозащитной деятельности.
14. Концепция приемлемого риска.
15. Основные направления достижения техносферной безопасности.
16. Опасные зоны. Коллективная и индивидуальная защита работающих и населения от опасностей в техносфере.
17. Экобиозащитная техника. Устройства для очистки потоков масс от примесей.
18. Устройства для защиты от потоков энергии.
19. Устройства для защиты от поражения электрическим током.
20. Устройства и средства индивидуальной защиты.
21. Защита урбанизированных территорий и природных зон от опасного воздействия техносферы (региональная защита).
22. Этапы стратегии по защите от отходов техносферы.
23. Защита от чрезвычайных техногенных опасностей.
24. Защита от глобальных опасностей.
25. Системы мониторинга.

Уметь, 1. Определить показатели травматизма на объекте.

Владеть 2. Определить показатели заболеваемости на объекте.

3. Составить паспорт опасности.

4. Определить сокращение продолжительности жизни человека под

воздействием вредных факторов окружающей среды.

Повышенный уровень

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

Знать

1. Идентификация опасностей техногенных источников.
2. Идентификация выбросов в атмосферный воздух.
3. Идентификация энергетических воздействий.
4. Идентификация травмоопасных воздействий.
5. Оценка опасностей. Минимизация антропогенно-техногенных опасностей.
6. Источники опасностей при ЧС.
7. Источники опасностей повседневной деятельности.
8. Понятие «безопасность объекта защиты».
9. Качественная классификация (таксономия) опасностей.
10. Количественная оценка и нормирование опасностей. Критерии допустимого вредного воздействия потоков.
11. Критерии допустимой травмоопасности потоков.
12. Техногенные опасности. Постоянные локально-действующие опасности.
13. Радиационные аварии.

Уметь, 1. Определить насколько сократится продолжительность жизни

Владеть человека, проживающего на РЗМ при различных условиях.

2. Определить допустимое время пребывания человека на РЗМ.
3. Определить дозу облучения, которую получают рабочие на радиоактивно зараженном объекте.

Для оценки знаний студентов применяются следующие критерии.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он уверенно знает и может охарактеризовать основы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды. Уверенно способен при рассмотрении

вопросов безопасности и сохранения среды применять соответствующие знания и навыки. Уверенно владеет культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением при рассмотрении важнейших приоритетов безопасности в жизни и деятельности. Уверенно знает и может охарактеризовать опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты). Уверенно способен ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности. Уверенно владеет способностью анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он знает основы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды. Способен при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения среды применять соответствующие знания и навыки. Владеет культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением при рассмотрении важнейших приоритетов безопасности в жизни и деятельности. Знает опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты). Способен ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности. Владеет способностью анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он знает некоторые основы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды. Частично способен при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения среды применять соответствующие знания и

навыки. Частично владеет культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением при рассмотрении важнейших приоритетов безопасности в жизни и деятельности. Знает некоторые опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты). Частично умеет ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности. Частично владеет способностью анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, если он частично знает основы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды. Ограничено умеет при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения среды применять соответствующие знания и навыки. Затрудняется владеть культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением при рассмотрении важнейших приоритетов безопасности в жизни и деятельности. Частично знает опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты). Ограничено умеет ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности. Затрудняется анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов.

При проверке практического задания, оцениваются:

- последовательность и рациональность выполнения;
- развитость мышления;
- сформированность умения решать задачи;
- сформированность прикладных умений;
- умение четко и аргументировано излагать свою мысль;

- грамотность в оформлении решений задач;
- сформированность умений самоконтроля и самооценки.

Литература

Основная литература

1. Белов, С.В. Ноксология: учебник для бакалавров / С.В. Белов, Е.Н. Симакова ; под общ.ред. С.В. Белова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2023. - 431 с.: ил. - (Бакалавр). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 430-431. - ISBN 978-5-9916-2697-23.

2. Ноксология [Электронный ресурс] : учебник / Е.Е. Барышев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 160 с. — 978-5-7996-1229-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65953.html>

Дополнительная литература

1. Горшенина, Е. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: курс лекций: курс лекций / Е.Горшенина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 217 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259138).

2. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2016. — 702 с. 21. — (Бакалавр. Академический курс). — Гриф: Доп. УМО. — Библиогр.: с. 702. — ISBN 978-5-9916-3058-0. — ISBN 978-5-9692-1483-5

Интернет-ресурсы

1. <http://www.ecoportal.ru> – Всероссийский экологический портал.

2. <http://www.gochs.info> – Сайт о средствах и способах защиты в ЧС.
3. <http://www.mchs.gov.ru> – Официальный сайт Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.
4. <http://www.rosminzdrav.ru> – Официальный сайт Министерства здравоохранения РФ.
5. <http://www.tehdos.ru> – Ресурс, посвященный вопросам охраны труда и промышленной безопасности.
6. <http://www.tehlit.ru> – Электронная интернет библиотека технической литературы.
7. Международная реферативная база данных – www.scopus.ru.
8. Научная электронная библиотека – www.elibrary.ru.
9. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – www.biblioclub.ru.