

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ**  
**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИНСТИТУТ ТОРГОВЛИ И СФЕРЫ УСЛУГ**

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Методические указания по выполнению контрольных работ*  
*для студентов заочной формы обучения для направления подготовки*  
*43.03.01 Сервис (профиль 43.03.01.31 Сервис в торговле)*

**КРАСНОЯРСК 2022**

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цели изучения дисциплины

Основной целью данной дисциплины является - научить будущих специалистов вопросам организации охраны труда, техники безопасности и вопросам обеспечения пожаровзрывобезопасности, созданию на производстве оптимальных и безопасных условий труда, проведению мероприятий по устойчивой работе предприятий, организаций, учреждений

## 1.2. Задачи преподавания дисциплины.

Основной задачей дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» - дать будущим выпускникам теоретические и практические навыки, необходимые для:

- идентификации опасностей техногенного и природного характера;
- создания комфортных и безопасных условий жизнедеятельности человека;
- разработки и реализации мер защиты среды обитания от негативных воздействий;
- проектирования и эксплуатации техники, технологических процессов и объектов экономики в соответствии с требованиями безопасности и экологичности;
- обеспечения устойчивости объектов экономики, прогнозирования развития событий и оценки последствий при техногенных и природных чрезвычайных ситуациях;

Для выполнения контрольной работы по дисциплине Безопасность жизнедеятельности, необходимо выполнить следующие задания, в которые включены практические задачи и теоретические вопросы по темам.

Необходимо ответить на теоретические вопросы (два вопроса) выбираются по одному из каждого раздела и решить задачи по предложенным темам. Выбор вопросов и задач осуществляется по номеру в списке группы.

Например по списку номер студента 1, тогда выбираются задачи по «Расчету освещения в производственном помещении» и первую задачу по «Оценке химической обстановки». Теоретические вопросы будут следующие раздел I, тема I.1. вопрос 1; раздел II, тема II, вопрос 1.

По списку номер студента 12, тогда выбираются задачи по Расчету параметров электробезопасности в производственном помещении и вторую задачу по «Оценке химической обстановки». Теоретические вопросы будут следующие раздел I, тема I.2, вопрос 6; раздел II, тема II.1, вопрос 6

## ВАРИАНТЫ

№ в списке группы

№ 1 – 6 . Задачи по расчету освещения в производственном помещении

Задача 1 по оценки химической обстановки.

Раздел I. тема I.1. вопрос для №1 – 1; для № 2 - 2 и т.д.

Раздел II. тема II.4. вопрос для № 1 – 1; для № 2 - 2 и т.д.

№ в списке группы

№ 7 – 13. Задачи по расчету параметров электробезопасности в производственном помещении.

Задача 2 по оценки химической обстановки

Раздел I. тема I.2. вопрос для № 7 – 1; для № 8 – 2 и т.д.

Раздел II. тема II.5. вопрос для № 7 – 1; для № 8 – 2 и т.д.

№ в списке группы

№ 14 – 20. Задачи по расчету показателей шума и вибрации.

Задача 3 по оценке химической обстановки

Раздел I. тема I.3. вопрос для № 14 – 1; для № 15 – 2 и т.д.

Раздел II. тема II.6. вопрос для № 14 – 1; для № 15 – 2 и т.д.

№ в списке группы

№ 21 – 26. Задачи по расчету показателей травматизма.

Задача 4 по оценке химической обстановки

Раздел II. тема II.5. вопрос для № 21 – 1; для № 22 – 2 и т.д.

Раздел III. тема III.7. вопрос для № 21 – 1; для № 22 – 2 и т.д.

№ в списке группы

№ 27 – 32. Задача по расчету тепловыделений в производственном помещении.

Задача 5 по оценке химической обстановки

Раздел II. тема II.6. вопрос для № 27 – 1; для № 28 – 2 и т.д.

Раздел III. тема III.8. вопрос для № 27 – 1; для № 28 – 2 и т.д.

№ 33– 38. Задача по расчету тепловыделений в производственном помещении.

Задача 5 по оценке химической обстановки

Раздел III. тема III.9. вопрос для № 33 – 1; для № 34 – 2 и т.д.

Раздел III. тема III.9.1 вопрос для № 33 – 1; для № 34 – 2 и т.д.

## **2. Содержание заданий для контрольной работы**

### **Раздел I. Безопасность жизнедеятельности в техносфере.**

**Тема I.1. Введение в безопасность. Основные понятия и определения. Человек и среда обитания. Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду. Опасности технических систем**

Характеристика основных форм деятельности человека. Работоспособность человека и ее динамика. Понятие опасности. Понятие риска. Понятие безопасности. Вредные и опасные факторы производственной среды.

#### **Контрольные вопросы**

1. Дать характеристику труда (физический, умственный).
2. Тяжесть и напряженность труда, его критерии.
3. Работоспособность человека. Фазы работоспособности.
4. Риск, понятие риска, его классификация.
5. Понятие безопасности. Задачи для обеспечения безопасности.
6. Вредные и опасные производственные факторы.

**Тема I.2. Человек и техносфера. Экологическая и производственная безопасность технических систем. Средства защиты от вредных и опасных производственных факторов**

Опасности технических систем: отказ, вероятность отказа, качественный и количественный анализ опасностей. Средства снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем. Классификация технических средств безопасности и защиты работающих. Требования безопасности к производственным процессам и оборудованию.

#### **Контрольные вопросы**

1. Опасные зоны машин и механизмов. Расчет границы опасных зон.
2. Классификация вредных и опасных производственных факторов.
3. Нормирование опасностей.
4. Оценка потенциала опасностей.
5. Характеристика защитных устройств.
6. Система цветов и знаков безопасности.
7. Ограждения, предохранительные устройства, сигнализация.

**Тема I.3. Идентификация и воздействие на человека вредных и опасных факторов среды обитания. Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека. Производственный травматизм, причины и профилактика. Расследование и учет несчастных случаев**

Государственное управление БЖД на производстве. Служба охраны труда на предприятии, ее функции и основные задачи. Планирование работы по БЖД на производстве. Государственные органы надзора и контроля за соблюдением законодательства РФ о БЖД на производстве. Ответственность за нарушение нормативных требований по охране труда.

Надзор и контроль за соблюдением нормативных требований по охране труда. Основные направления мероприятий по охране труда. Производственный травматизм и меры его предупреждения.

#### **Контрольные вопросы**

1. Основные функции службы охраны труда на предприятии.
2. Цели и задачи управления БЖД на производстве.
3. Объекты управления БЖД на производстве.
4. Государственные органы надзора и контроля.
5. Меры ответственности за нарушение нормативно – законодательных требований по БЖД на производстве.
6. Планирование работы по БЖД на производстве.
7. Пропаганда вопросов БЖД на производстве, на предприятии.
8. Производственный травматизм, меры по предупреждению производственного травматизма.

## **РАЗДЕЛ 2. Правовые основы безопасности жизнедеятельности**

### **Тема 2.4. Психофизиологические и эргономические основы безопасности. Управление безопасностью жизнедеятельности.**

#### **Правовые и нормативно – технические основы управления**

Основные положения действующего законодательства РФ о производственной безопасности. Государственные правовые акты по охране труда. Права и гарантии работников на охрану труда. Обязанности работодателей по обеспечению производственной безопасности. Охрана труда женщин и молодежи. Режимы труда и отдыха. Льготы и компенсации, порядок их предоставления. Обязанности работников по соблюдению требований по БЖД.

#### **Контрольные вопросы**

1. Конституционные положения об охране труда.
2. Положения Федерального закона «Об основах охраны труда в РФ»
3. Положения «Трудового кодекса».
4. Система стандартов безопасности труда (ССБТ)
5. Обязанности работодателей по обеспечению производственной безопасностью.
6. Охрана труда женщин и молодежи. Основные положения.
7. Обязанности работников по соблюдению требований по БЖД.

### **Тема 2.5. Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.**

Понятие экономического ущерба, его составляющие и методические подходы к оценке. Материальная ответственность за нарушение требований безопасности: аварии, несчастные случаи, загрязнение окружающей среды.

Опасности технических систем: отказ, вероятность отказа,

качественный и количественный анализ опасностей. Средства снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем. Классификация технических средств безопасности и защиты работающих. Требования безопасности к производственным процессам и оборудованию.

#### **Контрольные вопросы**

8. Опасные зоны машин и механизмов. Расчет границы опасных зон.
9. Классификация вредных и опасных производственных факторов.
10. Нормирование опасностей.
11. Оценка потенциала опасностей.
12. Характеристика защитных устройств.
13. Система цветов и знаков безопасности.
14. Ограждения, предохранительные устройства, сигнализация.

**Тема 2.6. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), её структура и задачи. Цели и задачи гражданской обороны.**

Единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС. Организация работы комиссии по ЧС. Силы и средства ликвидации последствий ЧС. Режимы работы КЧС. Планирование мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС. Основные задачи подготовки к действиям при ЧС.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какова основная цель создания РСЧС?
2. Основные постулаты, на которых базируется РСЧС.
3. Режимы, в которых действует РСЧС.
4. Основные задачи подготовки к действиям при ЧС.
5. Мероприятия по предупреждению и ликвидации ЧС.
6. Организационные уровни и подсистемы РСЧС.

### **Раздел 3. Безопасность жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях.**

**Тема 3.7. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Характеристика ЧС техногенного характера. Современные средства поражения.**

Оружие массового поражения (ядерное, химическое, биологическое). Обычные средства поражения (высокочастотные системы, кассетные боеприпасы, боеприпасы объемного взрыва, зажигательные боеприпасы). Перспективные виды оружия (ядерное оружие направленной энергии и избирательного действия, лазерное, микроволновое, пучковое,

инфразвуковое, радиочастотное, радиологическое, геофизическое, атмосферное, гидросферное, литосферное). Мероприятия защиты населения и территорий от средств поражения (правовые, организационные, инженерно – технические, обеспечение устойчивости функционирования хозяйственных объектов).

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите обычные средства поражения?
2. Назовите оружие массового нападения?
3. Ядерное оружие (виды взрывов, комплекс поражающих факторов).
4. Химическое оружие его характеристика и влияние на организм человека.
5. Биологическое оружие его характеристика и влияние на организм человека.
6. Перспективные виды оружия и их характеристика.
7. Организационно – правовые мероприятия по защите населения от средств поражения.
8. Обеспечение устойчивости работы и инженерно – технические мероприятия при действии средств поражения.

### **Тема 3.8. Характеристика ЧС природного характера.**

#### **Чрезвычайные ситуации военного характера. Организация гражданской обороны на промышленном (сельскохозяйственном) объекте.**

Общие принципы организации ГО (общее руководство, штаб ГО, эвакуационные комиссии, службы ГО, силы ГО, формирования общего назначения, специализированные формирования, территориальные формирования). Организационная структура ГО объекта. Службы ГО объекта (оповещения и связи, медицинская, противопожарная, инженерная, противорадиационная и противохимическая, транспортная, охраны общественного порядка, материально – технического снабжения). Сводные команды (разведывательная, посты радиационного и химического наблюдения, санитарные дружины, обеззараживания).

### **Контрольные вопросы**

1. Роль и место ГО в общей системе РСЧС.
2. Организационная структура ГО.
3. Организационная структура ГО объекта.
4. Задачи ГО на объекте.
5. Основные факторы, влияющие на устойчивую работу объектов.
6. Исходные данные и порядок разработки планов ГО объекта.
7. Документы планов ГО объекта.

### **Тема 3.9. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения.**

## **Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации Основные мероприятия гражданской обороны по защите населения от чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени.**

Мероприятия ГО по защите населения и территорий в ЧС техногенного, природного, военного характера. Защита населения при авариях на радиационно (ядерно) опасных объектах с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду. Защита населения при авариях на химически опасных объектах с выбросом химически опасных веществ в окружающую среду. Защита населения при землетрясениях, наводнениях, природных пожарах и других ЧС природного характера. Защита населения в ЧС военного характера. Возможный характер современных войн. Специфика мероприятий ГО по защите населения в ЧС военного характера.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем состоят цели и задачи обучения ГО?
2. Каковы основные формы обучения ГО?
3. Каковы основные способы защиты населения?
4. Какие виды защитных сооружений вы знаете и их характеристика?
5. В чем заключается сущность рассредоточения и эвакуации?
6. Расскажите о сигналах оповещения ГО и действиях населения по ним?
7. Действия населения при угрозе нападения противника.

## **Тема 3.9.1 Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения. Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации Первая медицинская помощь**

Виды медицинской помощи (первая медицинская помощь, доврачебная помощь, первая врачебная помощь, квалифицированная медицинская помощь, специализированная медицинская помощь). Первая медицинская помощь при (травмах, ранах, кровотечениях, ожогах, радиационных поражениях, поражении опасными химическими веществами).

### **Контрольные вопросы**

1. Первая медицинская помощь и ее виды.
2. Первая медицинская помощь при травмах, ранениях, кровотечениях.
3. Первая медицинская помощь ожогах, обморожениях, утоплениях.
4. Первая медицинская помощь при поражении электрическим током, молнией.
5. Первая медицинская помощь при радиационных поражениях.
6. Первая медицинская помощь при поражении опасными химическими веществами. (аммиак,

## Задачи.

### 1. Освещение производственных помещений.

#### 1.1. Методика расчета.

Яркость освещаемой поверхности в канделлах ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ) определяется по следующей формуле:

$$L = I / S \times \cos \varphi, \quad \text{кд}/\text{м}^2 \quad (13),$$

где  $I$  - сила света, кд;

$S$  - площадь освещаемой поверхности,  $\text{м}^2$ ;

$\varphi$  - угол между направлением светового потока и освещаемой поверхностью, град.

Коэффициент отражения светового потока от освещаемой поверхности определяется отношением отраженного светового потока к падающему световому потоку

$$\rho = F_{\text{отр}} / F_{\text{пад}} \quad (14),$$

где  $F_{\text{отр}}$  - отраженный световой поток в люменах (лм);

$F_{\text{пад}}$  - падающий световой поток (лм).

Фон считается светлым при  $\rho > 0,4$ ,

средним при  $0,2 < \rho < 0,4$ ,

темным при  $\rho < 0,2$ .

Освещенность рабочей поверхности определяется отношением падающего светового потока  $F_{\text{пад}}$  (лм) к площади освещаемой поверхности  $S$  ( $\text{м}^2$ )

$$E = F_{\text{пад}} / S \quad (\text{лк}) \quad (15),$$

где  $E$  - освещенность рабочей поверхности в люксах (лк)

Контраст объекта различения с фоном определяется по формуле:

$$K = (L_{\text{ф}} - L_{\text{о}}) / L_{\text{ф}} \quad (16),$$

где  $K$  - контраст объекта различения с фоном;

$L_{\text{ф}}$  - яркость фона ( $\text{кд}/\text{м}^2$ );

$L_{\text{о}}$  - яркость объекта различения ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ).

Контраст считается большим при  $K > 0,5$ ,

средним при  $0,2 < K < 0,5$ ,

малым при  $K < 0,2$ .

Для расчета общего равномерного искусственного освещения требуется определить необходимое число светильников, для создания требуемой освещенности. Выбрав тип светильника, по справочным данным определяется величина, создаваемого им светового потока и коэффициент использования светового потока. Число светильников определяется по формуле:

$$N = (E \times S \times K_3 \times z) / (n \times F_{\text{пад}} \times \eta) \quad (17),$$

где  $E$  - нормируемая освещенность, лк;

$S$  - площадь освещаемой поверхности,  $\text{м}^2$ ;

$K_3$  - коэффициент запаса освещенности;

$z$  - коэффициент неравномерности освещения (отношение средней освещенности к минимальной освещенности) в среднем принимается равным 1,2

$n$  - число ламп в светильнике;

$F_{\text{пад}}$  - величина светового потока светильника, лм;

$\eta$  - коэффициент использования светового потока.

Для определения количества рядов и полной длины всех светильников, необходимо число всех светильников умножить на длину одного светильника взятую по справочным данным. Если длина ряда светильников окажется близкой к длине помещения, то ряд окажется сплошным, если меньше длины помещения, то ряд выполняется с разрывами, а если длина ряда больше длины помещения, то либо увеличивают количество рядов, либо каждый ряд выполняют из сдвоенных или строенных светильников.

Мощность осветительной установки можно рассчитать по методу удельной мощности по следующей формуле:

$$W = (E_n \times S \times K_3) / 1000 \times E_{\text{ср.}} \quad \text{кВт} \quad (18),$$

где  $E_n$  - нормируемая освещенность, лк;

$E_{\text{ср.}}$  - средняя условная освещенность, (лк), в контрольной точке, при равномерном размещении осветительных приборов общего освещения, при расходе электроэнергии  $1 \text{ Вт/м}^2$ ;

$K_3$  - коэффициент запаса осветительной установки;

$S$  - площадь освещаемой поверхности,  $\text{м}^2$ .

Необходимое число ламп выбранной мощности можно определить по формуле:

$$N_w = W / W_{\text{л}}, \text{ шт} \quad (19),$$

где  $W$  - мощность осветительной установки, Вт;

$W_{\text{л}}$  - мощность одной лампы, Вт.

При боковом естественном освещении площадь световых проемов (окон) рассчитывается по следующей формуле:

$$S = (S_n \times e \times K_3 \times \eta_0 \times K_{3д}) / (\tau_0 \times r_l \times 100), \text{ м}^2 \quad (20),$$

где  $S_n$  - площадь пола производственного помещения,  $\text{м}^2$ ;

$e$  - коэффициент естественного освещения (КЕО);

$K_3$  - коэффициент запаса, который для торговых и операционных залов, как при естественном, так и при искусственном освещении принимается равным 1,4;

$\eta_0$  - световая характеристика окон (принимается в зависимости от  $L/B$  и  $B/H$ ), в среднем равным 10.

$K_{3д}$  - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями, находится в интервале  $1 \div 1,7$ ;

$\tau_0$  - общий коэффициент светопропускания, принимается в среднем равным 0,6;

$r_1$  - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при освещении, благодаря отраженному от поверхности помещения свету, принимается равным 1,3.

## 1.2. Условия задач.

1. Сила света, освещающая поверхность площадью  $8 \text{ м}^2$ , равна 20 кд. Угол между направлением светового потока и освещаемой поверхностью равен 45 град. Определить яркость освещаемой поверхности.

2. Определить коэффициент отражения и среднюю освещенность поверхности площадью  $10 \text{ м}^2$ , дать оценку фона (светлый, средний темный), если величина падающего светового потока равна 800 лм, величина отраженного светового потока 230 лм.

3. Определить яркость фона, если яркость объекта различения  $100 \text{ кд/м}^2$ , контраст с фоном 0,7.

4. Определить мощность осветительной установки и число ламп, необходимое для создания общего равномерного освещения производственного помещения площадью  $200 \text{ м}^2$ , если нормируемая освещенность равна 210 лк, мощность применяемых ламп равна 100 Вт, средняя условная освещенность 6 лк.

5. Рассчитать общее искусственное освещение для торгового зала площадью  $2040 \text{ м}^2$ , длиной 80 м. Определить полную длину светильников и число рядов, если для освещения используются газоразрядные люминисцентные лампы (по две в каждом светильнике), создающим падающий световой поток  $F_{\text{пад}} = 3500 \text{ лм}$ , с коэффициентом использования светового потока  $\eta = 0,8$ , нормируемая освещенность составляет 250 лк, длина одного светильника 1,2 м, расстояние между светильниками 0,25 м, коэффициент равномерности освещения принимается 1,1, коэффициент запаса 1,2.

## 2. Электробезопасность производственных помещений.

### 2.1. Методика расчетов.

Электрическое сопротивление цепи человека определяется по формуле:

$$R_{\text{ч}} = r_{\text{ч}} + r_{\text{об}} + r_{\text{оп}}, \text{ Ом} \quad (1),$$

где  $r_{\text{ч}}$ ,  $r_{\text{об}}$ ,  $r_{\text{оп}}$  - соответственно сопротивление тела человека, обуви и опорной поверхности, Ом.

При однофазном включении человека в 3 - х фазную четырехпроводную сеть с заземленной нейтралью, проходящий через него ток определяется по формуле:

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{ф}} / (R_{\text{ч}} + r_0), \text{ А} \quad (2),$$

где  $U_{\text{ф}}$  - фазное напряжение, В;

$r_0$  - сопротивление рабочего заземления, Ом.

При двухфазном включении человека в 3 -х фазную четырехпроводную сеть с заземленной нейтралью ток, проходящий через тело человека будет равен:

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{л}} / r_{\text{ч}}, \text{ А} \quad (3), \quad U_{\text{л}} = U_{\text{ф}} \times \sqrt{3}, \text{ В} \quad (4),$$

где  $U_{\text{л}}$  - линейное напряжение, В.

При однофазном включении человека в 3-х фазную трехпроводную сеть с заземленной нейтралью ток, проходящий через тело человека будет равен:

$$I_{\text{ч}} = 3 U_{\text{ф}} / (3 R_{\text{ч}} + r_{\text{из}}), \text{ А} \quad (5),$$

где  $r_{\text{из}}$  - сопротивление изоляции провода, Ом.

В контур искусственного заземления входят вертикальные стержни и горизонтальные полосы, поэтому при расчете искусственного заземляющего контура вначале рассчитывается электрическое сопротивление одиночного вертикального стержня (электрода) по формуле:

$$R_{\text{в}} = 0,16 \cdot \rho / l \cdot \{ \ln 2l/d + 0,5 \ln [4(h_0 + 0,5l) + l] : [4(h_0 + 0,5l) - l] \}, \text{ Ом} \quad (6),$$

где  $\rho$  - удельное сопротивление грунта, Ом · м;

$l, d$  - соответственно длина и диаметр вертикальных стержней, м;

$h_0$  - глубина заложения полосы, м.

Затем рассчитывается суммарная длина горизонтальной полосы, соединяющей вертикальные электроды в контурном заземляющем устройстве.

$$l_{\text{г}} = a (n - 1), \text{ м} \quad (7),$$

где  $n$  - число вертикальных электродов,  $a$  - расстояние между электродами, м.

Рассчитывается электрическое сопротивление горизонтального электрода

$$R_{\text{г}} = 0,16 \cdot \rho / l_{\text{г}} \times \ln l_{\text{г}}^2 / b \cdot h_0, \text{ Ом} \quad (8),$$

где  $b$  - ширина горизонтального электрода, м.

Теперь рассчитывается электрическое сопротивление заземляющего контура по формуле:

$$R_{\text{к}} = (R_{\text{в}} + R_{\text{г}}) / (R_{\text{в}} \eta_{\text{в}} + R_{\text{г}} \eta_{\text{г}}) \cdot n, \text{ Ом} \quad (9),$$

где  $\eta_{\text{в}}, \eta_{\text{г}}$  - соответственно коэффициенты стержней и полосы.

Сопоставляется расчетное сопротивление  $R$  с допустимым сопротивлением заземления. Если  $R > R_{\text{доп}}$ , то увеличивается число вертикальных стержней и длина горизонтального электрода. Расчет заземляющего контура осуществляется до тех пор, пока не будет удовлетворено условие  $R \leq R_{\text{доп}}$ .

При зануленном оборудовании пробой изоляции на корпус превращается в однофазное короткое замыкание. Сила тока короткого замыкания рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{к.з}} = U_{\text{ф}} / (R_{\text{тр.}} + r_{\text{пр.}} + R_{\text{м}}), \text{ А} \quad (10),$$

где  $R_{\text{тр.}}$  - сопротивление питающего трансформатора, Ом;

$r_{\text{пр}}$  - сопротивление участка провода, где произошло замыкание, Ом;

$R_{\text{м}}$  - сопротивление электрической магистрали, Ом.

Для плавкой вставки электрического предохранителя номинальная сила тока определяется по формуле:

$$I_{\text{н.}} = I_{\text{к.з.}} / K, \text{ А} \quad (11),$$

где  $K$  - коэффициент надежности плавкой вставки.

Напряжение прикосновения при коротком замыкании определяется

$$U_{пр.} = I_{к.з.} \cdot R_0, \text{ В} \quad (12),$$

где  $R_0$  - сопротивление нулевого провода.

## 2.2. Условия задач.

1. Определить величину тока в мА, проходящего через тело человека при включении его в 3-х фазную четырехпроводную электрическую сеть с заземленной нейтралью при следующих случаях: а) однофазном; б) двухфазном. Если линейное напряжение сети 380 В, сопротивление тела человека 2000 Ом, сопротивление обуви 700 Ом, сопротивление опорной поверхности 500 Ом, сопротивление рабочего заземления 5 Ом.

2. Определить силу тока, проходящего через тело человека при благоприятной и неблагоприятной ситуациях, в случаях однофазного включения в 3 - х фазную четырехпроводную и 3 - х фазную трехпроводную электрическую сеть при линейном напряжении 380 В. Если а) благоприятные условия: человек прикоснулся к одной фазе стоя на сухом деревянном полу с сопротивлением 100 КОм, в сухой обуви на резиновой подошве 56 КОм;

б) неблагоприятные условия: человек прикоснулся к одной фазе стоя на металлическом полу с сопротивлением 5 Ом, в сырой обуви с сопротивлением 10 Ом. Сопротивление рабочего заземления 6 Ом, сопротивление изоляции провода 0,5 Ом, сопротивление тела человека 1000 Ом.

3. Требуется рассчитать искусственный заземляющий контур производственного предприятия, состоящий из вертикальных стальных труб диаметром 0,03 м, длиной 2,5 м, соединенных стальной полосой шириной 0,025 м, если расчетная глубина заложения соединительной контурной полосы 0,7 м, расстояние между электродами 2,8 м, удельное сопротивление грунта 110 Ом·м, количество вертикальных стержней 12, коэффициент экранирования стержней 0,57, полосы 0,36.

4. Требуется определить ток короткого замыкания в случае пробоя изоляции на корпус электроустановки, номинальный ток плавких вставок предохранителей, величину напряжения прикосновения, если коэффициент надежности равен 3, сопротивление нулевого провода 1 Ом, сопротивление электрической магистрали 3,5 Ом, сопротивление участка провода 2 Ом, сопротивление питающего трансформатора 0,6 Ом.

5. Рассчитать сопротивление рабочего заземления при однофазном включении человека в 3 - х фазную 4 - х проводную электрическую сеть с линейным напряжением 380 В, если сопротивление тела человека 1500 Ом, сопротивление обуви 1,2 кОм, сопротивление опорной поверхности 900 Ом, сила тока проходящего через тело человека 20 мА.

### 3. Расчет показателей шума и вибрации.

#### 3.1. Методика расчета.

При одновременной работе единиц оборудования равной звуковой интенсивности общий уровень звукового давления в производственном помещении определяется по следующей формуле:

$$L_{\text{общ.}} = 10 \cdot \lg n + L, \text{ дБ} \quad (21),$$

где  $n$  - число единиц оборудования;

$L$  - уровень звука одного источника, дБ.

При совместном действии нескольких источников с разными уровнями силы звука для определения общего уровня необходимо суммировать их попарно - последовательно и для каждой пары производить расчет по формуле:

$$L_{\text{общ.}} = (L_{\text{больш.}} - L_{\text{меньш.}}) + \Delta L, \text{ дБ} \quad (22),$$

где  $L_{\text{больш.}}$  - наибольший из суммарных уровней звука, дБ;

$L_{\text{меньш.}}$  - наименьший из суммарных уровней звука, дБ;

$\Delta L$  - добавка к уровню звука, определяемая по таблице, дБ.

$L_{\text{больш.}} - L_{\text{меньш.}}$ , дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	9	10	15	20
$\Delta L$ , дБ	3	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,5	0,4	0,2	0,1

Требуемый уровень снижения шума до нормативного составит

$$\Delta L_{\text{тр}} = L_{\text{общ.}} - L_{\text{доп.}}, \text{ дБ} \quad (23),$$

F (Гц), частота звуковых колебаний	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L доп, дБ	107	95	87	82	78	75	72	71	69

Для локализации наиболее шумных машин и механизмов используют звукоизолирующие кожухи. Эффективность кожуха (дБ) рассчитывается по формуле:

$$\Delta L_{\text{к}} = R_{\text{к}} + 10 \lg L_{\text{км}}, \text{ дБ}, \quad (24),$$

где  $R_{\text{к}}$  - коэффициент звукоизоляции кожуха, дБ;

$L_{\text{км}}$  - коэффициент звукопоглощения материала кожуха, для многослойного кожуха  $L_{\text{км}} = \sum L_{\text{п}}$ ,  $n$  - количество слоев.

Коэффициент звукоизоляции  $R_{\text{к}}$  (дБ) однослойного или многослойного (жестко связанных между собой слоев) можно рассчитать по формулам:

$$R_{\text{к}} = 20 \lg m \cdot d - 47,5, \text{ дБ} \quad (24),$$

или

$$R_{\text{к}} = 20 \lg \rho \cdot d \cdot f - 47,5, \text{ дБ} \quad (25),$$

где  $m$  - масса  $1 \text{ м}^2$  ограждения, кг;

$f$  - частота колебаний, Гц;

$\rho$  - плотность материала,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$d$  - толщина стенки кожуха, м.

Для снижения уровня шума в воздуховодах устанавливают глушители. Они должны обеспечивать свободный проход воздуха через сечение и

необходимый уровень снижения шума. Сечение глушителя квадратное. Снижение уровня шума на 1 погонный метр глушителя  $\Delta L$  с наполнителем из супертонкого минерального волокна (СТВ) толщиной 100 мм находят по таблице.

Типоразмер глушителя	Частоты звуковых колебаний, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A – 160	4	6,5	20	27	29	25	16	7,5
A – 200	4	5,5	18	22	21	16	10	5
A – 250	3	4,5	14,5	17,5	17	13	8	4
A – 400	2,5	3,5	7	7,5	12	8	5	3
A – 500	2	3	5,5	6	10	6,5	4	2,5

Снижение шума можно достичь путем установки виброизоляторов. Расчет резиновых виброизоляторов состоит в определении размеров амортизаторов и определении эффективности виброизоляции.

Площадь резиновых виброизоляторов рассчитывается по формуле

$$S_o = P / \sigma, \text{ см}^2 \quad (26),$$

где  $P$  - общая масса единицы оборудования, кг;

$\sigma$  - допустимая удельная нагрузка для резины, кг/см<sup>2</sup>.

Площадь одного резинового изолятора будет равна

$$S_i = S_o / n, \text{ см}^2 \quad (27),$$

где  $n$  - число резиновых виброизоляторов.

Высоту виброизоляторов определяют по формуле:

$$H_p = E \cdot S_o / K_{ж}, \text{ см}, \quad (28),$$

где  $E$  - динамический модуль упругости, кг/см<sup>2</sup>:

$K_{ж}$  - необходимая суммарная жесткость виброизоляторов, определяется по следующей формуле:

$$K_{ж} = 4 \cdot \pi \cdot f_n \cdot P / g, \text{ кг/см} \quad (29),$$

где  $f_n$  - необходимая частота собственных вертикальных колебаний, Гц;  
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$$f_n = f / L_z, \text{ Гц}, \quad (30),$$

где  $f$  - основная расчетная частота вынуждающей силы, определяемая по формуле

$$f = n / 60, \text{ Гц}, \quad (31),$$

где  $n$  - число оборотов;

$L_z$  - коэффициент виброизоляции, рекомендуют принимать при динамической балансировке  $L_z = 3$ .

Для устойчивой работы виброизоляторов при их выборе необходимо выполнить следующие условия:

для агрегатов с расчетной частотой вращения от 350 до 500 об/мин

$$f_{\max} < f / 2,3$$

с частотой 500 <  $n$  < 1000 об/мин,  $f_{\max} = f / 2,5$ ,

с частотой свыше 1000 об/мин  $f/3 < f_{\max} < f/5$ .

Эффективность виброизоляции (снижение ее уровня) рассчитывается по формуле:

$$L = 20 \lg (f^2 / L_n - 1), \text{ дБ} \quad (32),$$

где  $L_n$  - нормированный коэффициент уровня вибрации.

### 3.2. Условия задач.

1. Определить требуемый уровень снижения шума в производственном помещении, если в помещении находятся 4 единицы оборудования, создающие шум со следующими уровнями  $L_1 = 90$  дБ,  $L_2 = 94$  дБ,  $L_3 = 90$  дБ,  $L_4 = 92$  дБ. Допустимая величина шума в данном производственном помещении 80 дБ.

2. Определить ожидаемый уровень звукового давления установки при использовании звукоизолирующего устройства - металлического кожуха толщиной 0,01 м с внутренней облицовкой из войлока толщиной 0,05 м, если коэффициент звукопоглощения войлока 0,4, коэффициент звукопоглощения металлического кожуха 0,01, плотность стали  $7900 \text{ кг/м}^3$ , плотность технического войлока  $330 \text{ кг/м}^3$ , установленный уровень звукового давления 120 дБ, частота колебаний 900 Гц.

3. Подобрать типоразмер и рассчитать количество секций глушителя трубчатого типа, установленного на выходе вентилятора, уровень шума которого на частоте 1000 Гц равен 104 дБ при производительности  $6500 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Скорость воздуха в проходном сечении равна 18 м/с. Секции глушителя длиной 500 мм между собой соединяются при помощи фланцев. Допустимый уровень шума 70 дБ.

4. Рассчитать высоту и площадь резиновых виброизоляторов выполненных в виде резиновых плит размером  $90 \times 90$  мм, устанавливаемых по углам опорной рамы, на которой расположена установка с электродвигателем с числом оборотов 1400 об/мин. Масса установки с опорной рамой 450 кг. Динамический модуль упругости резины  $38 \text{ кг/см}^2$ , допустимая нагрузка  $1,2 \text{ кг/см}^2$ . Оценить эффективность виброизоляторов.

5. Рассчитать предельную массу установки с электродвигателем и количество виброизоляторов для данной установки, если динамический модуль упругости резины  $40 \text{ кг/см}^2$ , допустимая нагрузка на виброизолятор  $1,5 \text{ кг/см}^2$ , число оборотов электродвигателя 1000 об/мин, размер одного виброизолятора  $70 \times 70 \times 50$  мм.

## 4. Расчет показателей производственного травматизма

### 4.1. Методика расчета

Показатель частоты несчастных случаев, т.е. их число приходящиеся на 1000 работающих на предприятии в течение года по среднесписочному составу, рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ч}} = N \cdot 1000 / P, \quad (20),$$

где  $N$  - число несчастных случаев с потерей трудоспособности на 1 и более дней, произошедших в течение года;

$P$  - среднесписочный состав работающих.

Показатель тяжести несчастных случаев, т.е. среднее число дней нетрудоспособности, приходящихся на один несчастный случай в течение года, определяется по следующей формуле:

$$K_T = D / H, \quad (21),$$

где  $D$  - суммарное число дней нетрудоспособности из-за несчастных случаев на предприятии в течении года.

Показатель нетрудоспособности (потеря трудоспособности), обусловленной травматизмом, т.е. число дней нетрудоспособности из - за травматизма, приходящееся на 1000 работающих на предприятии в течение года определяется по следующей формуле:

$$K_H = K_q \cdot K_T = D \cdot 1000 / P, \quad (22),$$

#### 4.2. Условия задач

1. Показатель частоты несчастных случаев на предприятии равен 10,1 и в течение года произошло 18 несчастных случаев с общим количеством дней нетрудоспособности 853. Рассчитать показатель нетрудоспособности предприятия.

2. Определить на каком производственном предприятии работа по профилактике травматизма за последние три года была организована лучше на основе сопоставления среднегодового значения показателя несчастных случаев за три года. На одном предприятии со среднесписочным составом (в течение трех лет) равным 2500 человек, произошло 65 несчастных случая с общим числом дней нетрудоспособности 1600, на другом предприятии со среднесписочным составом 3000 человек, произошло 58 несчастных случаев с общим числом дней нетрудоспособности 1750.

3. Определить количество общее дней нетрудоспособности за год, если показатель частоты несчастных случаев равен 20, среднесписочный состав 200 человек, показатель нетрудоспособности равен 400.

4. Среднесписочный состав предприятия 300 человек, в течение гола произошло 5 несчастных случаев с общим числом дней нетрудоспособности 72. Рассчитать значения показателей частоты и тяжести несчастных случаев.

5. Рассчитать показатель нетрудоспособности, если показатель тяжести равен 35, среднесписочная численность работающих 510 человек, показатель частоты 28,2.

### 5. Расчет тепловыделений в производственном помещении

#### 5.1 Методика расчета

В теплый период года все тепловыделения в производственном помещении считаются вредными

$$Q_{т.в.} = Q_{л.} + Q_{об.} + Q_{осв.} + Q_{о.к} \quad (35),$$

где  $Q_{т.в.}$  – количество тепловыделений в производственном помещении Вт;

$Q_{л.}$  – тепловыделения от людей, Вт;  
 $Q_{об.}$  – тепловыделения от работающего оборудования, Вт;  
 $Q_{осв.}$  – теплопритоки от освещения, Вт;  
 $Q_{о.к.}$  – теплопритоки через ограждающие конструкции, Вт.

$$Q_{л.} = n_1 \times q_1 + n_2 \times q_2 \quad (36),$$

где  $n_1, n_2$  – соответственно количество работающих и посетителей;  
 $q_1, q_2$  – среднее количество теплоты выделяемое, одним работающим и одним посетителем.

$$Q_{об.} = m \times N_{ср.} \times \eta_1 \times \eta_2 \quad (37),$$

где  $m$  – количество оборудования, шт;  
 $N_{ср.}$  – средняя мощность оборудования, Вт;  
 $\eta_1$  – коэффициент одновременности работы оборудования;  
 $\eta_2$  – коэффициент тепловыделения от единицы оборудования.

$$Q_{ест.осв.} = q_{ост.} \times F_{ост.} \times A_{ост.} \quad (38),$$

где  $q_{ост.}$  – количество теплоты, проходящее через 1 м<sup>2</sup> остекления Вт/м<sup>2</sup>;

$F_{ост.}$  – площадь остекления, м<sup>2</sup>;

$A_{ост.}$  – коэффициент, учитывающий форму остекления и наличие светозащитных устройств.

$$Q_{иск.осв.} = l \times N_{ср.св.} \times \mu \quad (39),$$

где  $l$  – количество светильников в производственном помещении;

$N_{ср.св.}$  – средняя мощность одного светильника, Вт;

$\mu$  – коэффициент перерасчета из электрической энергии в тепловую.

$$Q_{о.к.} = 1/R_o \times F \times (t_n - t_b) \quad (40),$$

где  $R_o$  – коэффициент термического сопротивления ограждающей конструкции переносу тепла, м<sup>2</sup>·°С / Вт;

$F$  – площадь ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>;

$t_n$  – температура наружной воздушной среды, °С;

$t_b$  – температура внутренней воздушной среды, °С.

$$R_o = 1/\alpha_b + \sum \delta/\lambda + 1/\alpha_n \quad (41),$$

где  $\alpha_b$  – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности ограждающей конструкции к наружной среде, Вт/ м<sup>2</sup>·°С;

$\delta$  – толщина слоя ограждающей конструкции, м;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности слоя ограждающей конструкции, Вт/м · °С;

$\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/м<sup>2</sup> · °С.

## 5.2 Условие задачи.

Рассчитать количество тепловыделений в производственном помещении при температуре наружного воздуха + 30°С, температуре в помещении + 23°С, если количество работающих в производственном помещении 28 человек. От каждого работающего выделяется 230 Вт теплоты. Количество посетителей в среднем 120 человек и от каждого посетителя выделяется 178 Вт теплоты. В помещении расположено 36 единиц оборудования со средней мощностью 760 Вт, коэффициент одновременности работы равен 0,76, коэффициент тепловыделения от единицы оборудования 0,56. В помещении расположено 100 светильников со средней мощностью 120 Вт, коэффициент перерасчета из электрической энергии в тепловую 0,9. Западная стена помещения площадью 80 м<sup>2</sup> представляет остекленную поверхность, количество теплоты, проходящее через 1 м<sup>2</sup> остекления 200 Вт. 40 м<sup>2</sup> западной стены представляют собой 3 – х слойную ограждающую конструкцию: 1-й слой – декоративная штукатурка, толщиной 10 мм, теплопроводностью 1,17 Вт/м · °С, 2 –й слой – кирпичная кладка толщиной 630 мм, теплопроводностью 0,87 Вт/м · °С, 3-й слой – декоративная панель толщиной 20 мм, теплопроводностью 0,34 Вт/м · °С. Северная стена производственного помещения площадью 100 м<sup>2</sup>, обращена в административное помещение с температурой + 25 °С и представляет собой трехслойную ограждающую конструкцию: 1- й слой – деревянная панель толщиной 25 мм, теплопроводностью 0,045 Вт/м · °С, 2 –й слой – кирпичная кладка толщиной 370 мм, теплопроводностью 0,87 Вт/м · °С, 3 – слой декоративная панель толщиной 20 мм, теплопроводностью 0,34 Вт/м · °С. Восточная стена производственного помещения обращена в смежные производственные помещения с температурой +22 °С и представляет собой трехслойную ограждающую конструкцию: 1 – й и 3 – й слои – декоративная панель толщиной 20 мм, теплопроводностью 0,34 Вт/м · °С, 2 –й слой стеновая панель толщиной 210 мм, теплопроводностью 1,2 Вт/м · °С. Южная стена производственного помещения обращена в служебные помещения с температурой + 24 °С и представляет собой 3 – х слойную ограждающую конструкцию: 1 – й слой – декоративная панель толщиной 15 мм, теплопроводностью 0,27 Вт/м · °С, 2 – й слой – кирпичная кладка толщиной 250 мм, теплопроводностью 0,87 Вт/м · °С, 3 –й слой – декоративная панель толщиной 20 мм, теплопроводностью 0,34 Вт/м · °С. Потолок представляет собой четырехслойную ограждающую конструкцию: 1- й слой – подвесной потолок толщиной 18 мм, теплопроводностью 0,18 Вт/м · °С, 2 –й слой –

плита перекрытия толщиной 150 мм, теплопроводностью  $1,3 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$ , 3 – слой - тепловая засыпка толщиной 200 мм, теплопроводностью  $0,031 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$ , 4 – й слой - мягкая кровля (плоская крыша) толщиной 12 мм, теплопроводностью  $0,42 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$ . Пол расположен на грунта с температурой  $+18 ^\circ\text{С}$  и представляет собой 3 – х слойную ограждающую конструкцию: 1 – й слой - бетонная плита толщиной 250 мм, теплопроводностью  $1,45 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$ , 2 –й слой - тепловая засыпка толщиной 100 мм, теплопроводностью  $0,029 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$ , 3 –й слой – мозаичный пол толщиной 60 мм, теплопроводностью  $1,45 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$ . Коэффициенты теплоотдачи от наружной поверхности ограждающих конструкций: западной стены  $7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ , северной стены  $11 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ , восточной стены  $13 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ , южной стены  $12 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ , потолка  $3 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ , пола  $15 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ . Коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности ограждающей конструкции  $10 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ . Высота помещения 3 метра

#### **6. Определения химической обстановки при авариях на объекте, имеющих СДЯВ**

Химическая обстановка создаётся в результате разрушения или повреждения емкости или коммуникации со СДЯВ с образованием зоны химического заражения и очагов химического поражения.

Зона химического заражения, образованная СДЯВ, включает место непосредственного разлива ядовитых веществ и территорию, над которой распространились пары ядовитых веществ в поражающих концентрациях. В зависимости от количества вылившегося ядовитого вещества в зоне химического заражения может образоваться один или несколько очагов поражения.

Очагом химического поражения называют территорию, в пределах которой в результате воздействия СДЯВ произошли массовые поражения людей.

Оценить химическую обстановку – это значит определить масштабы и характер заражения СДЯВ, их влияние на людей и производственную деятельность объектов.

Оценка химической обстановки на объектах, имеющих СДЯВ, производится для организации защиты людей, которые могут оказаться в зонах химического заражения. При решении задач по повышению устойчивости работы объекта в военное время оценка химической обстановки проводится методом прогнозирования на объектах, имеющих СДЯВ и соседних с ними объектах. В случае аварии на объектах оценка химической обстановки проводится в период возникновения её на основании фактических данных.

В основу оценки химической обстановки при разработке плана ГО должны быть положены данные на одновременный выброс в атмосферу СДЯВ при метеоусловиях (инверсия, скорость ветра  $1 \text{ м/с}$ ).

Общими исходными данными для оценки химической обстановки являются:

- тип и количество СДЯВ;
- метеоусловия;
- топографические условия местности и характер застройки по пути распространения зараженного воздуха;
- условия хранения и характер выброса ядовитых веществ;
- степень защищённости рабочих, служащих, населения, а также личного состава невоенизированных формирований.

Оценка химической обстановки на объектах, имеющих СДЯВ, включает:

1. Определение размеров и площади зоны химического заражения.
2. Определение времени подхода зараженного воздуха к определённому объекту, – населённому пункту.
3. Определение времени поражающего действия СДЯВ.
4. Определение границ возможных очагов химического поражения.
5. Определение возможных потерь в очаге химического поражения.

По результатам оценки химической обстановки намечаются мероприятия по повышению устойчивости работы объекта и организации защиты людей, которые могут оказаться в зоне химического заражения.

### **Определение границ очагов химического заражения, размеров и площади зоны заражения**

Размер зоны химического заражения определяет глубиной распространения облака зараженного воздуха ядовитыми веществами с поражающими концентрациями и его шириной.

Она зависит от количества СДЯВ, метеоусловий и рельефа местности. Глубина распространения облака заражённого воздуха на закрытой местности определяется по таблице 2. Поправочные коэффициенты для учёта влияния скорости ветра на глубину распространения облака зараженного воздуха приведены в таблице 3. Ширина зоны химического заражения зависит от степени вертикальной устойчивости воздуха и определяется по следующим соотношениям:  $Ш = 0,03 Г$  – при инверсии;  $Ш = 0,15 Г$  – при изотермии;  $Ш = 0,8 Г$  – при конвекции, где  $Г$  – глубина распространения облака зараженного воздуха с поражающей концентрацией в километрах.

Площадь зоны химического заражения определяется по формуле  $\frac{1}{2} Г Ш$ . Для оперативных расчётов в таблице 4 приведены значения площадей зон химического заражения СДЯВ, в зависимости от глубины распространения зараженного воздуха при различных степенях вертикальной устойчивости. Для оценки химической обстановки необходимо знать скорость и направление приземного ветра, степень

вертикальной устойчивости воздуха (инверсия, изотермия, конвенция). Указанные метеоданные в штаб ГО ОНХ поступает от постов радиационного и химического наблюдения. Степень вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха может быть определена по данным прогноза погоды с помощью графика.

Инверсия – нижние слои воздуха холоднее верхних – возникают при малых (до 4 м/с) скоростях ветра, при ясной погоде, примерно за 1 час до захода солнца и разрушается в течение 1 часа после восхода солнца.

Изотермия – одинаковая температура и на земле и на высоте 20-30 м в пасмурную погоду и при снежном покрове.

Конвекция – нижние слои воздуха теплее верхних – возникает при ясной погоде, малых (до 4 м/с) скоростях ветра, примерно через 2 часа после восхода солнца и разрушается примерно за 2-2,5 часа до захода солнца.

### 6.1 Методика расчета

Пример: на водозаборе горводоканала острова Отдыха произошло разрушение обвалованной емкости, содержащей 100 т хлора. Объект расположен на территории городской застройки (4 км от базы). Численность рабочих и служащих 60 человек, противогазами не обеспечены.

Метеоусловия: скорость ветра 1 м/с, ветер северо-западный, инверсия.

Решение:

1. По таблице 2 для 100 т хлора находим глубину распространения заражённого воздуха при ветре 1 м/с, инверсии – она равна 54 км. Вносить поправочный коэффициент на скорость ветра по таблице 3 не требуется.
2. По условию задачи емкость обвалована. В соответствии с приложением к таблице 2, глубину распространения зараженного воздуха уменьшаем в 1,5 раза, следовательно, искомая глубина будет соответствовать  $\Gamma = 54 : 1,5 = 36$  км.
3. Определяем ширину химического заражения:  $\Pi = 0,03 \Gamma = 0,03 * 36 = 1,08$ .
4. Площадь зоны заражения определяем по таблице 4 при глубине 36 км она составляет  $20 \text{ км}^2$  или по формуле  $\frac{1}{2} \Gamma \Pi = \frac{1}{2} 36 * 1,08 = 19,44 \text{ км}^2$ .
5. Определяем время подхода зараженного воздуха к объекту. Это время определяется делением расстояния от места разлива СДЯВ до объекта на скорость переноса облака зараженного воздуха воздушным потоком, м/с.

Средняя скорость переноса облака зараженного воздуха определяется по таблице 5 и она равна 2 м/с.

Время подхода облака к базе равно

$$T = 4000/2/60 = 33 \text{ мин.}$$

III. Определение времени поражающего действия СДЯВ.

Решение: по таблице 6 находим, что время поражающего действия хлора (время испарения) при скорости ветра 1 м/с и обвалованной емкости равно 22 часа (поправочный коэффициент в таблице 7 на скорость ветра вносить не требуется).

ГУ Определение границ возможного очага химического поражения.

Решение: для определения границ очага химического поражения по прогнозу необходимо нанести на карту зону возможного химического заражения выделить населённые пункты, которые попадают в прогнозируемую зону химического заражения, границы фактического очага химического поражения определяются разведкой и наносятся на карту.

У. Определение возможных потерь в очаге химического поражения.

Потери рабочих и служащих, проживающих вблизи от объекта, населения, а также личного состава н/формирований ГО будут зависеть от численности людей, оказавшихся в очаге поражения, степени защищенности их и своевременном использовании средств индивидуальной защиты.

Решение: наносим на карту зону химического заражения и определяем, что объект оказался в очаге поражения с числом рабочих и служащих 60 человек, люди находятся в здании без противогозов.

Решение: по таблице 8 находим (графа 2), что потери составят 50 %.

$$60 * 0,5 = 30 \text{ человек}$$

В соответствии с примечанием к таблице 8 структура потерь будет следующая: со смертельным исходом  $30 * 0,35 = 11$  человек, средней тяжести и тяжелой  $30 * 0,4 = 12$  человек, легкой степенью  $30 * 0,25 = 7$  человек.

Всего со смертельным исходом и потерявших трудоспособность будет  $11 + 12 = 23$  человека.

Результаты расчетов сводим в таблицу для анализа и практического использования при разработке предложений по повышению устойчивости объекта в возможном очаге химического поражения.

Источник заражения	Тип СДЯВ	Кол-во	Глубина зоны	Площадь	Время действия	Потери
Разрушительная емкость	хлор	100 т	36 км	20 км <sup>2</sup>	22 ч	23 чел

Таблица 1

График оценки вертикальной устойчивости воздуха на данные прогноза погоды

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

Таблица 2

Глубина распространения облака зараженного воздуха с поражающими концентрациями СДЯВ закрытой местности (Емкости не обвалованы, скорость ветра 1 м/с)

Наименование СДЯВ	Количество СДЯВ в емкости (на объекте),т								
	1	5	10	25	50	75	100	500	1000
<u>При инверсии</u>									
Хлор, фосген	2,57	6,57	14,0	22,85	41,14	48,85	54	более 80	
Цианистый водород	1,71	4,57	6,85	15,22	22,85	29,0	33	более 80	
Аммиак	0,57	1,0	1,28	1,85	2,71	3,42	4,28	10,14	22,85
Сернистый ангидрид	0,71	1,14	1,28	2,0	2,85	3,75	5,0	15,14	22,85
Сероводород	0,85	1,57	2,14	3,57	5,71	7,14	17,6	37,28	51,42
<u>При изотермии</u>									
Хлор, фосген	0,51	1,31	2,0	3,23	4,57	5,43	6,0	10,28	15,43
Цианистый водород	0,34	0,91	1,27	2,26	3,43	4,14	4,7	10,86	14,86
Аммиак	0,114	0,2	0,26	0,37	0,54	0,68	0,86	1,92	3,28
Сернистый ангидрид	0,142	0,23	0,26	0,4	0,57	0,71	1,1	2,26	3,43
Сероводород	0,171	0,31	0,43	0,71	1,14	1,43	2,51	4,14	5,72
<u>При конвекции</u>									
Хлор, фосген	0,15	0,4	0,52	0,72	1,0	1,2	1,35	1,75	2,31
Цианистый водород	0,1	0,273	0,411	0,59	0,75	0,9	1,03	1,85	2,23
Аммиак	0,034	0,06	0,08	0,11	0,16	0,2	0,26	0,5	0,72
Сернистый ангидрид	0,043	0,07	0,08	0,12	0,17	0,21	0,3	0,59	0,75
Сероводород	0,051	0,093	0,13	0,21	0,34	0,43	0,65	0,91	1,26

Примечание: поправочные коэффициенты для учета влияния глубин распространения ЗВ при других скоростях ветра приведены в таблице №3 для обвалованных и заглублённых емкостей со СДЯВ глубина распространения ЗВ уменьшается в 1,5 раза.

Таблица 3

Поправочные коэффициенты для учета влияния скорости ветра на глубину распространения зараженного воздуха

Состояние приземного слоя воздуха	Скорость ветра, м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Инверсия	1	0,6	0,45	0,38	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
Изотермия	1	0,71	0,55	0,5						
Конвекция	1	0,7	0,62	0,55						

Таблица 4

Площади зон химического заражения СДЯВ в зависимости от глубины распространения ЗВ при различных степенях вертикальной устойчивости воздуха

Глубина распространения ЗВ, км	Площадь зоны при различных степенях вертикальной устойчивости воздуха, км		
	Инверсия	Изотермия	Конвекция
	2	3	4
1			
0,1	0,0002	0,0008	0,04
0,2	0,0006	0,003	0,016
0,3	0,0014	0,0068	0,036
0,4	0,0025	0,012	0,06

0,5	0,0038	0,019	0,1
0,6	0,0054	0,027	0,14
0,7	0,0074	0,037	0,2
0,8	0,0096	0,043	0,26
0,9	0,12	0,061	0,32
1,0	0,015	0,075	0,4
1,5	0,054	0,017	0,9
2,0	0,06	0,3	1,6
3,0	0,14	0,7	3,6
5,0	0,38	1,9	10,0
6,0	0,54	2,7	14,0
7,0	0,74	3,7	20,0
8,0	0,96	4,8	26,0
9,0	1,23	6,2	33,0
10,0	1,5	7,5	40,0
20,0	6,0	30,0	-
30,0	13,5	68,0	-
40,0	25,5	120,0	-
50,0	40,0	188,0	-
60,0	54,0	270,0	-
70,0	74,0	-	-
80,0	96,0	-	-
более 80,0	более 96,0	-	-

Таблица 5

Средняя скорость переноса облака, зараженного СДЯВ воздушным потоком м/с

Скорость ветра, м/с	Удаление от места возникновения очага, км					
	Инверсия		Изотермия		Конвекция	
	до 10	более 10	до 10	более 10	до 10	более 10
1	2	2,2	1,5	2	1,5	1,8
2	4	4,55	3	4	3	3,5
3	6	7	4,5	6	4,5	5
4	-	-	6	8	4,5	5
5	-	-	7,5	10	-	-
6	-	-	9	12	-	-
7	-	-	10,5	14	-	-
8	-	-	12	16	-	-
9	-	-	13	18	-	-
10	-	-	15	20	-	-

Примечание:

1. Облако зараженного воздуха распространяется на значительные высоты, где скорость ветра больше, чем у поверхности земли, вследствие этого средняя скорость распространения ЗВ будет больше, чем скорость ветра на высоте 1 м.
2. Конвекция и инверсия при скоростях ветра более, чем 3 м/с наблюдается в редких случаях.

Таблица 6

Время испарения некоторых СДЯВ, ч (при скорости ветра 1 м/с)

Наименование СДЯВ	Характер разлива	
	не обвалованной емкости	обвалованной емкости
Хлор	1,3	22
Фосген	1,4	23
Цианистый водород	3,4	57
Аммиак	1,2	20
Сернистый ангидрид	1,3	20
Сероводород	1	19

Примечание: принимается, что при разрушении не обвалованной емкости СДЯВ разливается свободно по поверхности, высота слоя разлившегося вещества составляет 0,05 м, в случае разрушения обвалованной емкости вещество разливается в пределах обваловки, высота слоя разлившегося СДЯВ условно принимается равно 0,85 м.

Таблица 7

Поправочный коэффициент К, учитывающий время испарения СДЯВ при различных скоростях ветра

Скорость ветра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поправочный коэффициент	1	0,7	0,55	0,43	0,37	0,32	0,28	0,25	0,22	0,22

Таблица 8

Возможные потери рабочих, служащих и населения от СДЯВ в очаге поражения, %

Условия 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 %.

## 6.2 Условия задач.

1. В результате аварии грузового поезда на железнодорожной станции разрушились три цистерны, содержащие 100 тонн хлора. Местность открытая. Село с населением 1340 человек расположено в 4,5 км от места аварии. В момент подхода зараженного воздуха люди находились в домах. Противогазами не обеспечены. Метеоусловия: ночь, пасмурно, ветер северо-западный 3 м/сек.

Оценить химическую обстановку и определит меры защиты.

2. В результате аварии на объекте разрушилась необвалованная технологическая емкость, содержащая 50 тонн фосгена. Цех расположен в 900 м от места аварии. Местность закрытая. Численность работающих в цехе 240

человек, противогазами не обеспечена. Метеоусловия: день, пасмурно, ветер юго-восточный скоростью 4 м/сек, ветер дует в сторону цеха. Оценить химическую обстановку и наметить меры по защите объекта.

3. В результате аварии грузового поезда на железнодорожной станции разрушилась цистерна, содержащая 100 тонн хлора. Местность открытая. Село расположено в 2 км от места аварии. В момент подхода зараженного воздуха 40% людей находились на улице и 60% в домах противогазами не обеспечены. Население села 3000 человек. Метеоусловия: день-пасмурно, ветер юго-восточный 3 м/сек.

Оценить химическую обстановку и определить меры защиты.

4. В результате аварии на объекте разрушилась необвалованная емкость, содержащая 50 тонн сернистого ангидрида. Производственный цех расположен в 200 м от места аварии. Местность закрытая. Численность рабочих и служащих в цехе 100 человек, противогазами обеспечены на 40%. Метеоусловия: день-пасмурно, ветер 4 м/сек, дует в сторону цеха, ветер северо-западный. Оценить химическую обстановку после аварии и наметить меры по защите персонала.

5. В результате аварии на объекте разрушилась необвалованная производственная емкость, содержащая 100 тонн сернистого ангидрида. Цех расположен в 460 м от места аварии. Местность закрытая. Численность работающих в цехе 250 человек. Противогазами обеспечены на 40%. Метеоусловия: ночь, пасмурно, ветер северный, скорость 4 м/сек, дует в сторону цеха. Оценить химическую обстановку, наметить меры по защите объекта.

## Библиографический список

1. Арустамов, Э.А. Безопасность жизнедеятельности : учебник / Российский университет кооперации. - Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2020. - 446 с.
2. Батаев, В. В. Безопасность жизнедеятельности : учебно-методическое пособие / Батаев В. В., Дейкова Т. Н. - Нижний Тагил : НТГСПИ, 2020. - 215 с.
3. Бондаренко, В. А. Безопасность жизнедеятельности. Практикум : Учебное пособие / В. А. Бондаренко, С. И. Евтушенко. - Москва : Издательский Центр РИОР ; Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. - 150 с.
4. Занько, Н. Г. Безопасность жизнедеятельности : учебник / Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак. - 17-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 704 с.
5. Зиновьева, О. М. Безопасность жизнедеятельности : лаб. практикум / О. М. Зиновьева, Л. А. Лысов [и др.]. - Москва : МИСИС, 2019. - 134 с.
6. Кривошеин, Д. А. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Д. А. Кривошеин, В. П. Дмитренко, Н. В. Горькова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 340 с.
7. Халилов, Ш. А. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А. - 1. - Москва : Издательский Дом "ФОРУМ", 2021. - 576 с.
8. Ястребинская, А. В. Безопасность жизнедеятельности: лабораторный практикум : учебное пособие / Ястребинская А. В. - Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. - 67 с.