

# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ



Министерство образования и науки Российской Федерации  
ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

# **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ**

*Утверждено Учёным советом ТГТУ  
в качестве учебного пособия*



---

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2009

УДК 355.58(075)  
ББК Ц9я73  
Б869

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор ТГТУ  
*Н.С. Попов*

Кандидат технических наук, доцент ТГУ им. Г.Р. Державина  
*И.В. Макаrchук*

Авторы:

*А.В. Бояршинов, В.М. Дмитриев, В.Ф. Егоров,  
В.Н. Макарова, Е.А. Сергеева, Л.А. Харкевич*

Б869            Безопасность жизнедеятельности в дипломных проектах : учебное пособие / А.В. Бояршинов, В.М. Дмитриев, В.Ф. Егоров, В.Н. Макарова, Е.А. Сергеева, Л.А. Харкевич. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 124 с. – 300 экз. – ISBN 978-5-8265-0824-4.

Представлены основные положения по вопросам защиты человека и территорий в чрезвычайных ситуациях, методические рекомендации по разработке вопросов курса гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций; рассмотрены последствия воздействия на человека травмирующих, вредных и поражающих факторов, принципы их идентификации, средства и методы повышения безопасности, методики расчёта параметров негативных факторов производственной среды.

Предназначено для оказания учебно-методической помощи преподавателям, осуществляющим планирование преддипломной практики и дипломного проектирования, консультирование по вопросам гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций, охраны труда, пожарной безопасности, и студентов при разработке соответствующего раздела дипломного проекта.

УДК 355.58(075)  
ББК Ц9я73

**ISBN 978-5-8265-0824-4**

© ГОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет» (ТГТУ), 2009

Учебное издание

БОЯРШИНОВ Анатолий Владимирович,  
ДМИТРИЕВ Вячеслав Михайлович,  
ЕГОРОВ Василий Фёдорович,  
МАКАРОВА Валентина Николаевна,  
СЕРГЕЕВА Елена Анатольевна,  
ХАРКЕВИЧ Лев Антонович

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ

Учебное пособие

Редактор Т.М. Г л и н к и н а  
Инженер по компьютерному макетированию Т.Ю. З о т о в а

Подписано в печать 04.06.2009  
Формат 60 × 84 / 16. 7,21 усл. печ. л. Тираж 300 экз. Заказ № 243

Издательско-полиграфический центр ТГТУ  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

«Риск и опасности в развитии цивилизации были, есть и будут. И нам придется приучить себя к мысли о необходимости жить под этим бременем. Но это означает лишь одно: человечеству необходимо научиться предельно снижать этот риск и опасность»

*Академик РАН Н.Н. Моисеев*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Безопасность жизнедеятельности (БЖ) введена в ранг учебной дисциплины. Она предназначена для подготовки специалистов, стоящих во главе различных коллективов, наделённых полномочиями и техническими возможностями для решения экологических задач разной степени сложности.

Учебная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» – обязательная общепрофессиональная дисциплина, в которой соединены тематика безопасного взаимодействия человека со средой обитания (производственной, бытовой, городской, природной) и вопросы защиты от негативных факторов чрезвычайных ситуаций. Изучением дисциплины достигается формирование у специалистов представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности с требованиями к безопасности и защищённости человека.

В результате изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» специалист должен знать: теоретические основы безопасности жизнедеятельности в системе «человек–среда обитания»; правовые, нормативно-технические и организационные основы безопасности жизнедеятельности; основы физиологии человека и рациональные условия деятельности; анатомо-физиологические последствия воздействия на человека травмирующих, вредных и поражающих факторов; идентификацию травмирующих, вредных и поражающих факторов чрезвычайных ситуаций; средства и методы повышения безопасности, экологичности и устойчивости технических средств и технологических процессов; методы исследования устойчивости функционирования производственных объектов и технических систем в чрезвычайных ситуациях; методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и разработки моделей их последствий.

Специалист должен уметь: проводить контроль параметров и уровня негативных воздействий на их соответствие нормативным требованиям; эффективно применять средства защиты от негативных воздействий; разрабатывать мероприятия по повышению безопасности и экологичности производственной деятельности; планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных систем и объектов; планировать мероприятия по защите производственного персонала и населения в чрезвычайных ситуациях и при необходимости принимать участие в проведении спасательных и других неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

## **1. ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

---

### **1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

В начале XXI в. в России и мире в целом продолжает оставаться высоким риск возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) различного характера. Данные о ЧС показывают, что последствия аварий, катастроф, стихийных и военных бедствий становятся всё более масштабными и опасными для населения, окружающей природной среды и экономики.

Защита населения от поражающих факторов ЧС мирного и военного времени достигается в результате комплексного применения различных способов и средств защиты и проведения мероприятий, обеспечивающих жизнедеятельность населения в условиях ЧС. Организационно-правовые нормы в области защиты населения от ЧС мирного времени определяет Федеральный закон от 11.11.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера», для военного времени – Федеральный закон от 12.02.1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне».

Для устранения или предотвращения появления конкретной угрозы сегодня важное место занимают меры по предупреждению чрезвычайных ситуаций как в части их предотвращения (снижения рисков их возникновения), так и в плане уменьшения потерь и ущерба от них (смягчения последствий).

Важнейшим фактором в решении данной задачи является уровень подготовки населения страны к действиям в условиях различных ЧС. Порядок подготовки определён Правительством Российской Федерации на основании федеральных законов № 68-ФЗ и № 28-ФЗ–98.

Подготовка студентов по вопросам защиты в чрезвычайных ситуациях осуществляется в рамках дисциплины «Безопасность жизнедеятельности (БЖ)». Изучение данных вопросов предусматривает не только подготовку к обеспечению личной безопасности в условиях возникновения тех или иных негативных факторов ЧС, но и подготовку к умелой заблаговременной выработке и реализации предупредительных и защитных мероприятий на конкретных производствах в качестве руководителя производства или другого должностного лица.

Целью обучения ставится вооружить студентов теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для: прогнозирования развития и оценки последствий чрезвычайных ситуаций; обеспечения устойчивости функционирования объектов экономики (ОЭ)<sup>1</sup> и их элементов в сложившихся условиях чрезвычайных ситуаций; разработки и реализации своевременных мер защиты персонала в условиях чрезвычайных ситуаций, а также принятия мер по ликвидации их последствий. Для закрепления полученных студентами на занятиях знаний и навыков, подготовки их к решению конкретных задач вопросы защиты в чрезвычайных ситуациях включаются в задания на преддипломную практику и дипломное проектирование.

Вопросы защиты в чрезвычайных ситуациях в дипломных проектах разрабатываются студентами применительно к ЧС техногенного или военного характера, возможных в местах размещения объектов производственной или иной деятельности.

Студенту вопрос определяется руководителем дипломного проектирования от профилирующей кафедры и отражается в задании. Целесообразно тему вопроса определять с учётом общей темы исследования. Перечень примерных вопросов приведён в разд. 1.2.

Студент-дипломник, получив от руководителя задание на разработку вопроса, должен уяснить: место вопроса в общей структуре дипломного проекта; цель разработки вопроса; метод исследования и ожидаемые результаты; какие дополнительные материалы необходимо собрать в период преддипломной практики.

В ходе преддипломной практики студент собирает исходные данные для производства расчётов и другие материалы по исследуемому вопросу на предприятии, изучает нормативные документы и необходимую литературу. После практики студент приступает к разработке вопроса дипломного проекта, используя собранный материал.

Разработанный материал излагается в пояснительной записке дипломного проекта. Он должен содержать краткое вступление, основную часть и выводы.

*Во вступлении:* обосновывается актуальность защиты промышленных объектов в ЧС техногенного (военного) характера и значимость исследуемого вопроса.

В *основной части* могут быть отражены следующие пункты:

1. Расчёт масштабов и оценка возможных последствий воздействия на данный ОЭ поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций (справочные материалы по производству расчётов приведены в разделе 2).

2. Защита производства и персонала ОЭ от воздействия поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций и ликвидация их последствий (раскрывается вопрос из перечня, приведённого в разделе 1).

*Выводы* должны содержать предложения по инженерным решениям исследуемого вопроса, рекомендации по защите персонала и ликвидации последствий ЧС, указывать возможность внедрения их в практику.

В ходе разработки вопроса дипломник должен проявить самостоятельность, инициативу и творчество. Не следует дословно копировать приведённые в учебной литературе примеры и общие положения. Следует обоснованно и конкретно подходить к решению проблемных вопросов, использовать достиже-

---

<sup>1</sup> Под понятием «объект экономики» понимается субъект хозяйственной деятельности, производящий экономический продукт или выполняющий различного рода услуги. Примерами объектов экономики являются различного рода промышленные, энергетические, транспортные, сельскохозяйственные, научно-исследовательские, проектно-конструкторские, социальные учреждения.

ния отечественной и зарубежной науки и техники в области защиты от ЧС, а также материалы, собранные в ходе преддипломной практики.

Объём разработанных материалов – 5 – 10 страниц машинописного текста, графические материалы (планы, графики, схемы, чертежи) при необходимости разрабатываются отдельно или отражаются на общем иллюстрационном материале дипломного проекта.

## 1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВКЛЮЧАЕМЫХ В ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

*Чрезвычайная ситуация* – это обстановка на определённой территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности (ст. 1 №-68-ФЗ).

*Защита населения в ЧС* включает совокупность взаимосвязанных по времени, ресурсам и месту проведения мероприятий, направленных на предотвращение или предельное снижение потерь населения и угрозы его жизни и здоровью от поражающих факторов и воздействия источников ЧС (ГОСТ Р 22.0.02–94).

Опасное природное явление, аварию или техногенное происшествие, широко распространённую инфекционную болезнь людей, животных или растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может произойти ЧС, принято называть *источниками ЧС*.

Составляющие опасного явления или процесса, вызванные источником ЧС и характеризующиеся физическим, химическим или биологическим воздействиями на объект, являются *поражающими факторами (ПФ)*. ПФ определяются или выражаются соответствующими *параметрами*.

Поражающие факторы источников ЧС имеют барический, тепловой, токсический, радиационный или механический характер. В большинстве своём ЧС характеризуется одновременным воздействием на человека и среду его обитания нескольких ПФ. При расчёте последствий ЧС принимают фактор, вызывающий основные разрушения и поражения.

Наряду с поражающими при прогнозировании ЧС учитываются пространственно-временные факторы, оказывающие влияние на их последствия:

- размещение объекта экономики относительно очага воздействия;
- конструктивные решения и прочностные характеристики зданий, сооружений и других элементов объекта;
- плотность застройки территории и условия нахождения персонала и т.д.

*Прогнозирование чрезвычайных ситуаций* является важнейшим направлением как в части их предотвращения (снижения рисков их возникновения), так и в плане уменьшения потерь и ущерба от них (смягчения последствий).

Целью прогнозирования является выявление и оценка обстановки, складывающейся в зонах ЧС.

*Зона ЧС* – территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация.

В зоне ЧС может образоваться один или несколько очагов поражения, очертанием которых являются границы населённых пунктов.

*Очаг поражения (ОчП)* – территория, в пределах которой в результате воздействия поражающих факторов источника ЧС, а также вторичных факторов произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений, разрушения и повреждения зданий и сооружений.

*Выявление обстановки* включает сбор и обработку исходных данных о ЧС, определение размеров зон ЧС и нанесение их на карту (схему).

Под *оценкой обстановки* понимается решение основных задач по определению влияния поражающих факторов источников ЧС на работу ОЭ, жизнедеятельность населения и действия сил ликвидации ЧС.

Результаты прогнозирования необходимы для заблаговременного планирования мероприятий по защите персонала ОЭ и населения (оповещения, эвакуации, укрытия в убежищах, использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, индивидуальных медицинских средств защиты и т.д.), а при внезапном возникновении источника ЧС для принятия решения должностным лицом ОЭ по экстренной защите людей и производства.

В структурах МЧС РФ разработаны модели воздействий поражающих факторов для различных видов ЧС. Данные, так называемые «точные» методы прогнозирования последствий ЧС, можно значительно упростить и свести их к оперативным методам. В этом случае *воздействия поражающих факторов источников ЧС* мирного и военного времени описываются в виде аналитических, табличных и графических зависимостей, что широко и используется в практике оперативных расчётов оценки обстановки в чрезвычайных ситуациях.

Защита объектов экономики (а также и территорий) от ЧС обеспечивается путём проведения комплекса предупредительных и защитных мер в мирное время в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС, а в военное время в системе Гражданской обороны (ГО), что в существующей на сегодня терминологии определяется как гражданская оборона и защита от чрезвычайных ситуаций (ГОЧС).

*Основные задачи ГОЧС* на объектах экономики (ОЭ):

- защита работающего персонала и населения от ЧС;
- проведение аварийно-спасательных работ и других неотложных работ в очагах поражения и зонах катастрофического затопления;
- обеспечение устойчивости функционирования ОЭ в условиях ЧС.

Предлагаемый перечень вопросов отражает содержание мероприятий ГОЧС, выполнением которых реализуется решение задач ГОЧС на производственных, а также и непромышленных объектах.

### **Вопросы по защите персонала объекта экономики в условиях ЧС**

*Защита населения* (работающего и неработающего) в ЧС включает совокупность взаимосвязанных по времени, ресурсам и месту проведения мероприятий ГОЧС, направленных на предотвращение или предельное снижение потерь населения и угрозы его жизни и здоровью от поражающих факторов и воздействий источников чрезвычайной ситуации (ГОСТ Р 22.0.02–94).

1. Оповещение персонала цеха (объекта) об опасности при угрозе (возникновении) ЧС мирного (военного) времени.
2. Инженерная защита персонала цеха (объекта) в условиях ЧС военного времени.
3. Химическая защита персонала цеха (объекта) в условиях ЧС мирного (военного) времени.
4. Радиационная защита персонала цеха (объекта) в условиях ЧС мирного (военного) времени.
5. Защита сельскохозяйственных животных, продуктов животноводства от радиоактивных веществ.
6. Защита сельскохозяйственных животных, продуктов животноводства от аварийно химически опасных веществ.
7. Защита сельскохозяйственных растений, продуктов сельскохозяйственного производства от радиоактивных веществ.
8. Защита сельскохозяйственных растений, продуктов сельскохозяйственного производства от аварийно химически опасных веществ.
9. Защита питьевой воды от радиоактивных веществ (по опыту аварии на ЧАЭС).
10. Защита питьевой воды от аварийно химически опасных веществ.
11. Эвакуация персонала цеха (объекта) в условиях ЧС мирного (военного) времени в безопасный район.
12. Медицинские мероприятия защиты персонала цеха (объекта) в условиях ЧС военного времени.
13. Обеспечение средствами индивидуальной защиты персонала цеха (объекта) в условиях ЧС мирного (военного) времени.
14. Подготовка персонала цеха (объекта) к действиям в условиях ЧС мирного (военного) времени).



## **Вопросы по ликвидации последствий ЧС на объектах экономики**

*Ликвидация чрезвычайных ситуаций* – это аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСДНР), проводимые при возникновении ЧС и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

1. Организация и ведение химической разведки и химического контроля в условиях химической аварии (химического заражения противником) на объекте экономики.
2. Организация и ведение разведки и поиска пострадавших при разрушении здания цеха (объекта экономики).
3. Организация связи и оповещения при ведении АСДНР.
4. Вывод и эвакуация производственного персонала и населения из зон химического заражения.
5. Организация и ведение АСДНР при аварии на объекте экономики с выбросом (выливом) опасных химических веществ (ОХВ).
6. Обеззараживание оборудования и территории при химической аварии на объекте экономики.
7. Рассеивание (поглощение) парогазовой фазы ОХВ с помощью водяных завес при химической аварии на объекте экономики.
8. Поглощение жидкой фазы ОХВ слоем сыпучих адсорбирующих материалов при химической аварии на объекте экономики.
9. Способы укрепления конструкций зданий, угрожающих обвалом (применительно к конкретному объекту).
10. Способы обрушения конструкций зданий, угрожающих обвалом (применительно к конкретному объекту).
11. Устройство проездов в завалах (применительно к конкретному цеху (объекту)).
12. Устройство проходов в зонах заражения (применительно к конкретному объекту).
13. Способы восстановления линий электропередачи при ЧС мирного (военного) времени (применительно к конкретному объекту).
14. Прокладка колонных путей при проведении АСДНР (применительно к конкретному объекту).
15. Определение возможности использования душевых (банных) комнат цеха (объекта) под санпускники.
16. Определение возможности использования моечных транспортных средств цеха (объекта) под пункты специальной обработки.
17. Определение возможности использования технических средств (применительно к конкретному объекту) для обеззараживания местности.
18. Определение возможности использования технических средств (применительно к конкретному объекту) для проделывания проходов в завалах при ликвидации ЧС.
19. Пути устранения повреждений технологических трубопроводов цеха (объекта).
20. Дезактивация воды в условиях ЧС.
21. Силы и средства ГОЧС для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (применительно к конкретному цеху (объекту)).

## **Вопросы по обеспечению устойчивости функционирования объекта экономики в условиях ЧС**

Под *устойчивостью функционирования* объекта экономики понимают способность его в ЧС выпускать продукцию в запланированном объёме и номенклатуре (для непромышленных объектов – выполнять свои функции в соответствии с предназначением), а в случае аварии (повреждения) восстанавливать производство в минимально короткие сроки.

1. Оценка устойчивости автоматизированных систем управления цеха (объекта) к воздействию ионизирующих излучений и пути её повышения.
2. Оценка устойчивости автоматизированных систем управления цеха (объекта) к воздействию электромагнитного импульса и пути её повышения.
3. Оценка радиационной стойкости проектируемого радиоэлектронного средства и пути её повышения.

4. Защита проектируемого радиоэлектронного средства от воздействия ЭМИ.
5. Разработка графика безаварийной останковки работы цеха по сигналу «Внимание всем» при воздушной опасности.
6. Разработка средств автоматического регулирования режимов и отключения аварийных участков при воздействии поражающих факторов ЧС (применительно к конкретной проектируемой технологической системе или коммуникации).
7. Уменьшение опасности возгорания здания (оборудования) цеха от воздействия светового излучения.
8. Защита продукции цеха (объекта) от заражения (радиоактивными и химическими веществами, биологическими средствами).
9. Определение мероприятий по световой маскировке цеха (объекта) или другим видам маскировки.
10. Пути сохранения технологического оборудования цеха по производству ... от воздействия ударной воздушной волны и осколков разрушившихся зданий.
11. Оценка защитных свойств здания цеха (объекта) от ионизирующих излучений и пути их повышения.
12. Определение возможности использования автономных источников электропитания цеха (объекта) для освещения объектов, мест работ в очагах поражения, убежищ, а также для обеспечения питанием электроинструментов в условиях ЧС.
13. Определение возможности использования подземных сооружений объекта (цеха) по двойному назначению (в мирное время использовать для бытовых и хозяйственных нужд, а в военное время – для укрытия персонала объекта).
14. Повышение устойчивости систем электроснабжения от воздействия ЭМИ.
15. Определение возможности оборудования убежища в производственном (вспомогательном) здании цеха (объекта).
16. Обеспечение устойчивости функционирования системы водоснабжения цеха (объекта) в условиях ЧС.
17. Обеспечение устойчивости функционирования системы канализации цеха (объекта) в условиях ЧС.
18. Обеспечение устойчивости функционирования системы электроснабжения цеха (объекта) в условиях ЧС.
19. Обеспечение устойчивости функционирования системы теплоснабжения цеха (объекта) в условиях ЧС.
20. Обеспечение устойчивости функционирования системы газоснабжения цеха (объекта) в условиях ЧС.
21. Подготовка цеха (объекта) к восстановлению нарушенного производства.
22. Защитные сооружения гражданской обороны. Расчёт несущих и ограждающих конструкций убежищ.
23. Защитные сооружения гражданской обороны. Расчёт параметров противорадиационной защиты защитных сооружений гражданской обороны.

### **1.3. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РАЗРАБОТКЕ РАСЧЁТНОЙ ЧАСТИ ВОПРОСОВ ГОЧС**

#### **1.3.1. Прогнозирование и оценка обстановки в чрезвычайных ситуациях, связанных с авариями на химически опасных объектах**

На территории РФ сосредоточен большой объём химического производства и значительное количество химически опасных объектов (ХОО), которые потенциально опасны для жизни и здоровья людей при возможных авариях и катастрофах.

На территории Тамбовской области располагается 29 химически опасных объектов 1 – 4 степени

опасности. Общее количество используемых и хранимых АХОВ в области составляет 1563,1 т, в том числе: хлора – 28,6 т, аммиака – 611 т, соляной кислоты – 613 т АХОВ, как правило, находится в ёмкостях от 0,05 до 100 т.

Прогнозирование и оценка обстановки при химических авариях позволяют своевременно обеспечить организацию защиты производственного персонала и вблизи проживающего населения от воздействия АХОВ не только в военное, но и в мирное время.

### Исходные данные, необходимые для производства расчётов

1. Данные по физико-химическим и токсическим свойствам АХОВ.
2. Общее количество АХОВ на ХОО и данные по размещению их запасов в технологическом оборудовании и складских ёмкостях.
3. Количество АХОВ, выброшенных в атмосферу, и характер их пролива по подстилающей поверхности («свободно», в «поддон» или «обваловку»).
4. Метеоусловия в районе аварии: температура воздуха; скорость ветра на высоте флюгера (10 м); степень вертикальной устойчивости воздуха.

Различают следующие три *степени вертикальной устойчивости воздуха* (СВУВ):

– *инверсия* – возникает обычно в вечерние часы примерно за 1 ч до захода солнца и разрушается в течение часа после его восхода. При инверсии нижние слои воздуха холоднее верхних, что препятствует рассеиванию его по высоте и создает наиболее благоприятные условия для сохранения высоких концентраций заражённого воздуха;

– *изотермия* – характеризуется стабильным равновесием воздуха. Она наиболее характерна для пасмурной погоды, но может также возникать в утренние и вечерние часы как переходное состояние от инверсии к конвекции (утром) и наоборот (вечером);

– *конвекция* – возникает обычно через 2 ч после восхода солнца и разрушается примерно за 2 – 2,5 ч до его захода. Она наблюдается в летние ясные дни. При конвекции нижние слои воздуха нагреты сильнее верхних, что способствует быстрому рассеиванию заражённого воздуха и уменьшению его поражающего действия.

Степень вертикальной устойчивости воздуха определяется по табл. 3.

5. При заблаговременном прогнозировании рекомендуется принимать: количество выброшенного АХОВ – его содержание в максимальной по объёму единичной ёмкости (технологической, складской, транспортной и др.); метеоусловия («наихудшие», при которых площадь зоны возможного заражения АХОВ наибольшая); степень вертикальной устойчивости воздуха – инверсия; скорость ветра 1 м/с; температура воздуха +20 °С (0 °С зимой).

6. Внешние границы зон заражения АХОВ рассчитываются по величине средней пороговой токсодозы  $PCt_{50}$  (мг · мин/л) при ингаляционном воздействии на организм человека.

7. Плотность (количество) населения в зоне возможного химического заражения и обеспеченность его противогазами и убежищами.

Масштабы заражения АХОВ в зависимости от их физико-химических, токсических свойств и агрегатного состояния рассчитываются по первичному и вторичному облаку:

- для сжиженных газов – отдельно по *первичному* и *вторичному* облаку;
- для сжатых газов – только по *первичному* облаку;
- для жидкостей (с температурой кипения выше температуры окружающей среды) – только по *вторичному* облаку.

### Методика проведения расчётов

1. *Определение эквивалентного количества выброшенного (пролившегося) АХОВ.* Количественные характеристики выброса (пролива) АХОВ для расчёта масштабов заражения определяются по их эквивалентным значениям.

Под *эквивалентным количеством АХОВ* ( $Q_{э1}$ ) принимается такое количество хлора, масштаб заражения которым при *инверсии* эквивалентен масштабу заражения (при данной степени вертикальной устойчивости воздуха) количеством данного АХОВ, перешедшим в первичное (вторичное) облако.

Эквивалентное количество АХОВ по первичному облаку  $Q_{31}$ , т определяется по формуле:

$$Q_{31} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0, \quad (1.1)$$

где  $K_1$  – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (табл. 1.1), для сжатых газов  $K_1 = 1$ ;  $K_3$  – коэффициент, равный отношению средней пороговой токсодозы хлора к средней пороговой токсодозе данного АХОВ (табл. 1.1);  $K_5$  – коэффициент, учитывающий СВУВ, принимается равным: для инверсии – 1, для изотермии – 0,23, для конвекции – 0,08;  $K_7$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха на скорость образования первичного облака (табл. 1.1), для сжатых газов  $K_7 = 1$ ;  $Q_0$  – количество пролившегося при аварии АХОВ, т.

При авариях на хранилищах сжатого газа величина  $Q_0$  рассчитывается по формуле:

$$Q_0 = d V_x, \quad (1.2)$$

где  $d$  – плотность газообразного АХОВ, т/м<sup>3</sup> (табл. 1.1);  $V_x$  – объём хранилища, м<sup>3</sup>.

2. *Определение продолжительности поражающего действия АХОВ.* Продолжительность поражающего действия АХОВ ( $T$ , ч) определяется временем испарения АХОВ с площади пролива по формуле:

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7''}, \quad (1.3)$$

где  $h$  – толщина слоя АХОВ, м: при свободном разливе  $h = 0,05$  м, в обваловку  $h = H - 0,2$ , м ( $H$  – высота обваловки);  $d$  – плотность АХОВ, т/м<sup>3</sup> (табл. 1.1);  $K_2$  – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (табл. 1.1);  $K_4$  – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. 1.4);  $K_2$ ,  $K_7''$  – коэффициенты определяются по табл. 1.1;  $K_4$  – коэффициент определяется по табл. 1.4.

3. *Определение эквивалентного количества АХОВ по вторичному облаку.* Эквивалентное количество АХОВ по вторичному облаку  $Q_{32}$ , т определяется по формуле:

$$Q_{32} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7'' \frac{Q_0}{hd}, \quad (1.4)$$

где  $K_6$  – коэффициент, зависящий от времени  $N$ , ч, прошедшего после начала аварии. Значение коэффициента  $K_6$  определяется после расчёта продолжительности испарения АХОВ с площади разлива  $T$ , ч:

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T, \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T. \end{cases} \quad (1.5)$$

1. При  $T > 4$  ч  $K_6$  принимается как для 4 ч, т.е.  $K_6 = 3,04$ .

2. При  $T < 1$  ч  $K_6$  принимается как для 1 ч, т.е.  $K_6 = 1$ .

$K_7''$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры окружающего воздуха на скорость образования вторичного облака (табл. 1.1).

4. *Определение глубины зоны заражения.* Основной задачей прогнозирования масштабов заражения АХОВ является определение глубины распространения первичного и вторичного облака заражённого воздуха.

Под *первичным облаком* понимают облако АХОВ, образующееся в результате мгновенного (1 – 3 мин) перехода в атмосферу содержимого ёмкости с АХОВ при её разрушении.

*Вторичное облако* – это облако АХОВ, образующееся в результате испарения пролившегося АХОВ с подстилающей поверхности.

Максимальные значения глубин зон заражения по первичному  $\Gamma_1$ , км и вторичному  $\Gamma_2$ , км облакам АХОВ определяются по табл. П2 в зависимости соответственно от  $Q_{31}$  и (или)  $Q_{32}$  и скорости ветра.

Полная глубина зоны заражения  $\Gamma_\Sigma$ , км определяется по формуле:

$$\Gamma_\Sigma = \Gamma' + 0,5\Gamma'', \quad (1.6)$$

где  $\Gamma'$  – большее из двух значений  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ ;  $\Gamma''$  – меньшее из двух значений  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ .

Полученное значение  $\Gamma_\Sigma$  сравнивается с возможным предельным значением глубины переноса воздушных масс  $\Gamma_n$  (км), которое определяется по формуле:

$$\Gamma_n = NV, \quad (1.7)$$

где  $N$  – время от начала аварии, ч;  $V$  – скорость переноса переднего фронта заражённого воздуха при данной скорости ветра  $U$ , м/с и степени вертикальной устойчивости воздуха (табл. 1.5).

За окончательную расчётную глубину зоны возможного заражения  $\Gamma$ , км принимается наименьшее из двух сравниваемых между собой значений  $\Gamma_\Sigma$  и  $\Gamma_n$ , т.е.

$$\Gamma = \min \begin{cases} \Gamma_\Sigma, \\ \Gamma_n. \end{cases} \quad (1.8)$$

5. *Определение площади зоны возможного химического заражения (ЗВХЗ).* Под площадью ЗВХЗ АХОВ,  $S_b$ , понимается территория, в

пределах которой под воздействием изменения направления ветра может перемещаться облако АХОВ. Площадь ЗВХЗ первичным (вторичным) облаком АХОВ определяется по формуле:

$$S_b = \frac{\pi\Gamma^2}{360^\circ} \cdot \varphi, \quad (1.9)$$

где  $S_b$  – площадь ЗВХЗ, км<sup>2</sup>;  $\Gamma$  – глубина зоны заражения, км;  $\varphi$  – угловой размер зоны заражения, град.

Порядок нанесения ЗВХЗ на карты и схемы приведён на рис. 1.

б. *Определение времени подхода облака заражённого воздуха к организациям и населённым пунктам.* Время подхода заражённого облака к объекту  $t$ , ч, расположенному на пути его движения, определяется по формуле:

$$t = \frac{X}{V}, \quad (1.10)$$

где  $X$  – расстояние от источника заражения до объекта, км;  $V$  – скорость переноса переднего фронта заражённого воздуха, км/ч (табл. 1.5).

7. *Определение возможных общих потерь населения в очагах поражения АХОВ.* Возможные общие потери населения  $\Pi$ , чел и их структура рассчитываются по табл. 1.6.

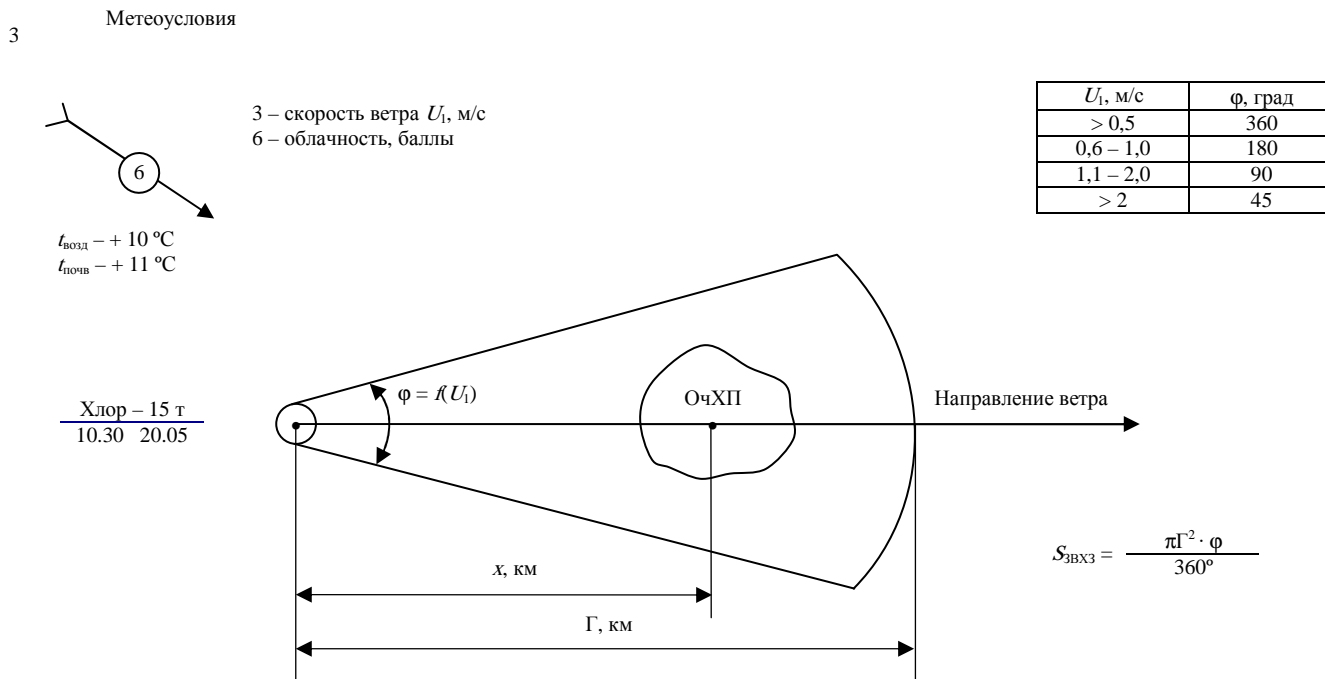


Рис. 1.1. Порядок нанесения зон возможного химического заражения (ЗВХЗ) и очагов химического поражения (ОчХП) на карты и схемы

## Справочные данные для прогнозирования масштабов заражения АХОВ

### 1.1. Характеристики АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубин зон заражения

Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м <sup>3</sup>		Температура АХОВ	Пороговая токсодоза	Значение вспомогательных коэффициентов									
	газ	жидкость			$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K'_7 / K''_7$						
								Для $-40^\circ\text{C}$	Для $-20^\circ\text{C}$	Для $0^\circ\text{C}$	Для $20^\circ\text{C}$	Для $40^\circ\text{C}$		
1. Аммиак: хранение под давлением	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1		
изотермическое хранение	–	0,681	-33,42	15	0,01	0,025	0,04	0/0,9	1/1	1/1	1/1	1/1		
2. Водород мышьяковистый	0,0035	1,64	-62,47	0,2	0,17	0,054	0,857	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1		
3. Водород фтористый	–	0,989	19,52	4	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1		
4. Водород хлористый	0,0016	1,191	-85,10	2	0,28	0,037	0,30	0,64/1	0,6/1	0,8/1	1/1	1,2/1		
5. Водород бромистый	0,0036	1,490	-66,77	2,4	0,13	0,055	6,0	0,2/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1		
6. Метиламин	0,0014	0,699	-6,5	1,2	0,13	0,034	0,5	0/0,3	0/0,7	0,5/1	1/1	2,5/1		
7. Метил бромистый	–	1,732	3,6	1,2	0,04	0,039	0,5	0/0,2	0/0,4	0/0,9	1/1	2,3/1		

Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м <sup>3</sup>		Температура АХОВ	Пороговая токсолога	Значение вспомогательных коэффициентов							
	газ	жидкость			K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>7</sub> ' / K <sub>7</sub> ''				
								Для -40 °С	Для -20 °С	Для 0 °С	Для 20 °С	Для 40 °С
8. Метил хлористый	0,0023	0,983	-23,76	10,8	0,125	0,044	0,056	0/0,5	0,1/1	0,6/1	1/1	1,5/1
9. Окись этилена	–	0,882	10,7	2,2	0,05	0,041	0,27	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	3,2/1
10. Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	-10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	0/0,2	0/0,5	0,3/1	1/1	1,7/1
11. Сероводород	0,0015	0,964	-60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
12. Триметиламин	–	0,671	2,9	6	0,07	0,047	0,1	0/0,1	0/0,4	0/0,9	1/1	2,2/1
13. Формальдегид	–	0,815	-19,0	0,6	0,19	0,034	1,0	0/0,4	0/1	0,5/1	1/1	1,5/1
14. Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,7/1
15. Фтор	0,0017	1,512	-188,2	0,2	0,95	0,038	3,0	0,7/1	0,8/1	0,9/1	1/1	1,1/1
16. Хлор	0,0032	1,558	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
17. Хлорциан	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,04	0,048	0,80	0/0	0/0	0/0,6	1/1	3,9/1

Примечания.

1. Плотности газообразных АХОВ приведены для атмосферного давления: при давлении в ёмкости, отличном от атмосферного, плотности газообразных АХОВ определяются путём умножения данных графы на значения давления в кгс/см<sup>2</sup>.

2. В числителе значения K<sub>7</sub>' для первичного, в знаменателе – для вторичного облака.

3. Значение K<sub>1</sub> для изотермического хранения аммиака приведено для случая разливов (выбросов) в поддон.

## 1.2. Значение глубины зоны возможного заражения АХОВ, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ Q <sub>э</sub> , т																	
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500	700	1000	2000
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	288	362	572
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,2	10,83	16,44	21,02	28,79	35,35	44,09	87,79	121	150	189	295
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	25,21	31,3	61,47	84,5	104	130	202
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,8	48,18	65,92	81,17	101	157
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	67,15	83,6	129
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,2	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	56,72	71,7	110
7	0,14	0,32	0,45	1,0	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	50,93	63,16	96,3
8	0,13	0,3	0,42	0,94	1,33	2,3	2,97	4,2	5,92	7,42	9,9	11,98	14,68	27,75	37,49	45,79	56,7	86,2
9	0,12	0,28	0,4	0,88	1,25	2,17	2,8	3,96	5,6	6,86	9,12	11,03	13,5	25,39	34,24	41,76	51,6	78,3
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,5	8,5	10,23	12,54	23,49	31,61	38,5	47,53	71,9





## 1.6. Возможные потери рабочих, служащих и населения от АХОВ в зоне заражения, %

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, зданиях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

Примечание. Ориентировочная структура потерь людей составит: санитарные потери лёгкой степени – 25 %; санитарные потери средней и тяжёлой степени (с выходом из строя не менее чем на 2–3 недели и нуждающихся в госпитализации) – 40 %; безвозвратные потери – 35 %.

*Пример определения возможных потерь населения в населённом пункте.* Численность людей – 400 чел., обеспеченность противогазами – 60 %; население на момент подхода облака АХОВ находится: в зданиях ( $n_3$ ) – 70 %, на открытой местности ( $n_0$ ) – 30 %.

$$400 \cdot 0,7 = 280 - 22 \% \rightarrow 280 \cdot 0,22 = 62 \text{ чел.}$$

$$400 \cdot 0,3 = 120 - 40 \% \rightarrow 120 \cdot 0,4 = 48 \text{ чел. Всего} - 110 \text{ чел.}$$

Структура потерь:

$$\text{лёгкой степени } 110 \cdot 0,25 = 27 \text{ чел.};$$

$$\text{средней и тяжёлой степени } 110 \cdot 0,4 = 44 \text{ чел.};$$

$$\text{безвозвратные потери } 110 \cdot 0,35 = 38 \text{ чел.}$$

### Определение возможных мер химической защиты персонала и населения в очагах поражения АХОВ

Защитные мероприятия могут в себе предусматривать:

- порядок оповещения об угрозе заражения АХОВ (какие сигналы и по каким средствам передаются, порядок действий по данным сигналам);
- возможные режимы защиты персонала объекта и работы объекта в условиях химического заражения;
- немедленное использование персоналом объекта средств индивидуальной защиты, прекращение работы в заражённых цехах и пребывание в убежищах с ФВА до проведения работ, исключающих поражение после выхода людей к рабочим местам;
- немедленное использование рабочими и служащими противогазов с продолжением производственной деятельности;
- эвакуацию людей (в случае сильного химического заражения объекта) в незаражённые районы с прекращением функционирования отдельных цехов или всего объекта до проведения полной дегазации территории и помещений объекта;
- защиту продовольствия, водных источников и т.д.;
- подготовку к ликвидации последствий химического заражения и др.

### 1.3.2. Прогнозирование и оценка обстановки в чрезвычайных ситуациях, связанных с авариями на радиационно опасных объектах (РОО)

Источниками радиационной опасности на земном шаре являются: природная радиоактивность, включая космическое излучение; глобальный радиационный фон, обусловленный проводившимися испытаниями ядерного оружия; эксплуатируемые радиационно опасные объекты. Последние из перечисленных источников радиационной опасности являются поднадзорным объектом системы гражданской защиты РФ.

В Тамбовской области отсутствуют атомные электростанции и другие радиационно опасные объекты. Ближайшими к ней являются Нововоронежская, Курская и Балаковская АЭС, аварии на которых могут вызвать загрязнение территории и объектов экономики радиоактивными осадками на части или всей территории области.

Наиболее опасна авария с разрушением ядерного реактора вследствие теплового взрыва. С целью определения возможных масштабов и последствий радиоактивных загрязнений, заблаговременного принятия защитных мер проводятся прогнозирования радиационной обстановки при радиационных авариях.

#### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБСТАНОВКИ ПРИ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЯХ

*Радиационная обстановка (РО)* – совокупность радиационных факторов, образующихся в результате эксплуатации РОО и при возникновении на них аварий и разрушений. Характеризуется пространственными и временными масштабами, радиационными дозовыми нагрузками и степенью радиоактивного загрязнения местности (РЗМ), воздушной среды и поверхности объектов.

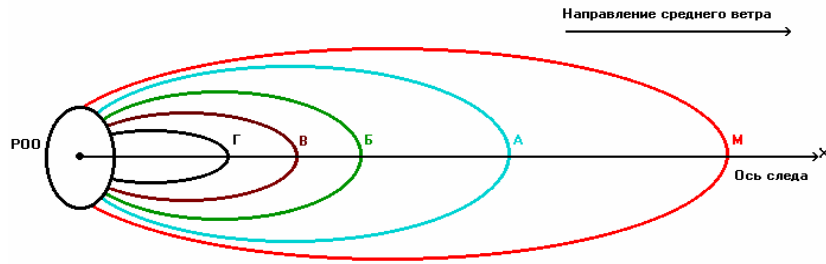
Выявление радиационной обстановки *по прогнозу* осуществляется в следующей последовательности.

На карте (схеме) условным знаком обозначают местоположение РОО и по направлению среднего ветра проводят ось прогнозируемых зон радиоактивного загрязнения. При помощи справочных таблиц определяют размеры зон РЗМ и наносят их на карту (схему) соответствующим цветом.

Затем проводится оценка РО по прогнозу, т.е. решение типовых или других задач.

### 1.7. Характеристика зон радиоактивного загрязнения местности (РЗМ) при авариях на АЭС

Наименование зоны	Индекс	Цвет	Доза за первый год после аварии, рад			Мощность дозы на 1 ч после аварии, рад/ч	
			На внешней границе	В середине зоны	На внутренней границе	На внешней границе	На внутренней границе
Радиационная опасность	М	Красный	5	16	50	0,014	0,14
Умеренное загрязнение	А	Синий	50	160	500	0,14	1,4
Сильное загрязнение	Б	Зелёный	500	866	1500	1,4	4,2
Опасное загрязнение	В	Коричневый	1500	2740	5000	4,2	14
Чрезвычайно опасное загрязнение	Г	Чёрный	5000	9000	–	14	–



**Рис. 1.2. Схема радиоактивного загрязнения местности в случае аварии на РОО**  
**Последовательность проведения расчётов по оценке РО**

1. Определяем время начала облучения  $t_{нач}$  персонала объекта по формуле:

$$t_{нач} = R/v, \quad (1.11)$$

где  $R$  – расстояние от места аварии до ОЭ, км;  $v$  – средняя скорость ветра, км/ч.

2. Определяем дозу внутреннего облучения персонала объекта.

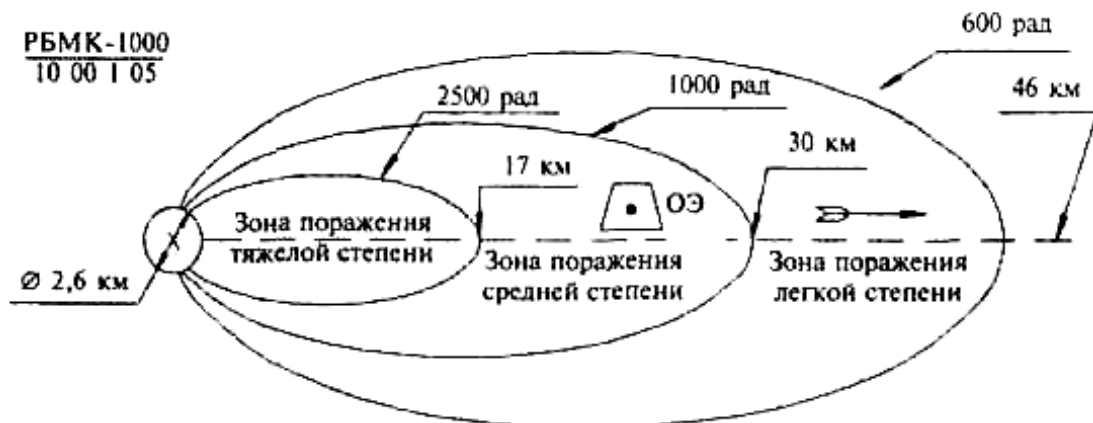
Различают внешнее и внутреннее облучение организма людей. Под внешним облучением понимают воздействие на организм ионизирующего излучения (ИИ) от внешних по отношению к нему источников. Внутреннее облучение осуществляется радиоактивными веществами (РВ), попавшими внутрь организма через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт или открытые раны кожных покровов. Оно длится до тех пор, пока РВ не распадутся или не будут выведены из организма в результате физиологического обмена. Использование даже простейших средств защиты (респираторов, ватно-марлевых повязок) исключает попадание РВ внутрь организма.

Дозу ингаляционного (внутреннего) облучения  $D_{внт}$ , Гр, при условии, что защитные мероприятия не были проведены, рассчитываем по формуле:

$$D_{внт} = 2 W_{эл} R^{-(R/200 + 1,4)}, \quad (1.12)$$

где  $W_{эл}$  – электрическая мощность реактора, МВт;  $R$  – расстояние от АЭС до ОЭ, км.

3. На схему наносим зоны вероятного ингаляционного поражения людей в соответствии с данными табл. 1.8, положение ОЭ, АЭС и другие данные (вариант отображения данных зон на карте (схеме) показан на рис. 1.3).



**Рис. 1.3. Зоны вероятного ингаляционного поражения при аварии на АЭС**

4. По табл. 1.9 определяем возможные потери персонала  $\Pi$ , %, на ОЭ от ингаляционных поражений, степень поражения людей на объекте для заданных условий и срок сохранения их трудоспособности.

5. Доза внешнего облучения определяется суммированием дозы внешнего облучения ( $D'_{\text{внш}}$ ) при прохождении радиоактивного облака и дозы внешнего облучения ( $D''_{\text{внш}}$ ), полученной за время нахождения людей на радиоактивно загрязнённой местности.

Находим дозу внешнего облучения при прохождении радиоактивного облака для лиц, оказавшихся: а) на открытой местности и б) в производственных зданиях или других условиях пребывания людей, по формуле:

$$D'_{\text{внш}} = \frac{W_{\text{эл}}}{100 \cdot K_{\text{осл}}} R^{-1,2}, \text{ Гр}, \quad (1.13)$$

где  $K_{\text{осл}}$  – коэффициент ослабления облучения для различных условий пребывания людей (табл. 1.10).

Находим уровень радиации на территории ОЭ через час после аварии:

$$P_1 = 0,54 W_{\text{эл}} e^{-0,0165 R}, \text{ рад/ч}. \quad (1.14)$$

Вычерчиваем схему зон РЗМ после выпадения РВ из облака заражённого воздуха по данным табл. 1.11.

Определяем дозы внешнего облучения за время нахождения людей на зараженной территории ( $t$ ): а) на открытой местности и б) в производственных зданиях и т.д., по формуле:

$$D''_{\text{внш}} = \frac{P_{\text{нач}} + P_{\text{кон}}}{200 K_{\text{осл}}} t, \text{ Гр}, \quad (1.15)$$

где  $P_{\text{нач}}$  и  $P_{\text{кон}}$  ( $P_i$ ) – уровни радиации на объекте в момент начала и окончания облучения людей. Определяются по формуле:

$$P_i = P_1 \cdot K_t, \quad (1.16)$$

где  $K_t$  – коэффициент для пересчёта уровней радиации на различное время после аварии (разрушения, табл. 1.12).

Определяем суммарную дозу внешнего облучения людей, оказавшихся на открытой местности, в производственных зданиях и т.д. на расстоянии  $R$  от аварийного реактора:

$$D_{\Sigma\text{откр}} = D'_{\text{внш}} + D''_{\text{внш}} + D_{\Sigma\text{зд}} = D'_{\text{внш}} + D''_{\text{внш}} \text{ и т.д.} \quad (1.17)$$

6. Возможные потери людей, находившихся: а) на открытой местности и б) в цехах и т.д. от суммарного внешнего облучения, %, и распределение их по времени после начала облучения определяются по табл. 1.13.

7. Принятие решения по результатам оценки радиационной обстановки. Завершающим этапом оценки радиационной обстановки является формулирование выводов, в которых определяются:

1. Влияние радиоактивного загрязнения местности на производственную деятельность объекта экономики и жизнедеятельность населения.

2. Мероприятия по защите населения, производственного персонала ОЭ и формирований ГО при их действиях на местности, загрязненной радиоактивными веществами. К таким мероприятиям можно отнести:

- оповещение об угрозе радиоактивного загрязнения;
- профилактический прием йодосодержащих препаратов;
- подготовку объекта к переводу (или перевод) на режим работы в условиях радиоактивного загрязнения;
- подготовку к использованию средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, а также защитных сооружений и др.

Выводы из оценки радиационной обстановки находят свое отражение в *решении председателя КЧС ПБ объекта (территории)* на ведение АСДНР в зоне бедствия и являются основой организации защиты персонала, формирований ГО при их действиях в условиях радиоактивного загрязнения.

### Справочные таблицы по оценке радиационной обстановки

#### 1.8. Размеры зон возможного ингаляционного радиоактивного облучения, км

Электрическая мощность реактора, МВт	Зона поражения						
	Диаметр круга	Лёгкой степени (цвет синий)		Средней степени (цвет зелёный)		Тяжёлой степени (цвет коричневый)	
		Длина	Ширина	Длина	Ширина	Длина	Ширина
440	1,9	30	3,3	20	2,5	10	1,9
1000	2,6	46	4,3	30	3,3	17	2,6
1500	2,7	55	4,8	36	3,5	21	2,7
2000	2,8	63	5,3	40	3,9	24	2,8
3000	3,3	70	5,4	50	4,5	29	3,3
4000	3,6	78	5,5	56	4,8	34	3,6

#### 1.9. Возможные потери незащищённых людей в зависимости от полученной ими дозы ингаляционного (внутреннего) облучения

Величина дозы, Гр	Потери, %	Степень поражения; срок сохранения работоспособности, сут
3	1	Лёгкая; до 10
4	1,8	
5	2,8	
6	4	
7	5,5	
9	9	Средняя; до 7
10	11,3	
13	19	
16	29	
17	32,7	
18	36,6	
19	41	Тяжёлая; до 7
20	45	
25	70	
27	82	
28	88	
30	100	

### 1.10. Коэффициенты ослабления доз радиации ( $K_{осл}$ )

На открытой местности	1
Открытые щели, траншеи	3...4
Укрытия, убежища	400...1000
Производственное здание, цех	5...8
Дома жилые каменные:	
одноэтажные	10...13 / 40...50
трёхэтажные	20...30 / 400...600
пятиэтажные	25...50 / 400...600

Примечание. Числителем показан диапазон изменения  $K_{осл}$  для этажей дома, а знаменателем – для подвала. Нижняя граница диапазона характеризует  $K_{осл}$  нижних этажей (например, для 3-этажного цеха: 5 – для 1-го этажа, 8 – для 2-го, 6 – для 3-го). Для подвалов многоэтажных домов следует брать большее значение этого коэффициента.

### 1.11. Размеры зон радиоактивного загрязнения, км, при аварии на реакторе

Электрическая мощность реактора, МВт	Г (чрезвычайно опасного)		В (опасного заражения)		Б (сильного заражения)		А (умеренного заражения)	
	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина
440	60	7,5	140	18	200	25	340	42
1000	120	15	190	24	250	31	400	50
2000	160	20	230	29	300	37	440	55
3000	180	22	260	32	320	40	460	56
4000	200	25	270	34	340	42	480	60

### 1.12. Коэффициент $K_t$ для пересчёта уровней радиации на различное время $t$ после аварии (разрушения) АЭС

$t$ , ч	$K_t$	$t$ , ч	$K_t$
0,5	1,32	8,5	0,427
1	1	9	0,417
1,5	0,85	9,5	0,408
2	0,76	10,0	0,400
2,5	0,70	10,5	0,390
3	0,645	11,0	0,385
3,5	0,610	11,5	0,377
4	0,575	12	0,370

4,5	0,545	16	0,33
5	0,525	20	0,303
5,5	0,508	1 сут	0,282
6	0,490	2 сут	0,213
6,5	0,474	3 сут	0,182
7	0,465	4 сут	0,162
7,5	0,447	5 сут	0,145
8	0,434	6 сут	0,137

**1.13. Суммарные людские потери от радиации, %, в зависимости от полученной ими дозы облучения**

Доза облучения, Гр	При однократном облучении до:	Продолжительность облучения T	Время выхода из строя после начала облучения, %						Смертность облучаемых, %	
			часы			сутки				
			3	6	12	1	14	30		
1	4 сут	до 4 сут	–	–	–	–	–	–	Единичные случаи	
1,25	4 сут	до 4 сут	–	–	–	–	–	–	5	
1,5	4 сут	до 4 сут	–	–	–	–	–	–	15	
1,75	4 сут	до 30 мин	1	3	3	3	3	3	32	Единичные случаи
		1 ч	–	3	3	3	3	3	32	
		2 ч	–	1	3	3	3	3	32	
		3 ч	–	1	3	3	3	3	32	
		6 ч	–	–	3	3	3	3	32	
		12 ч	–	–	1	3	3	3	32	
		1 сут	–	–	–	2	3	3	32	
		4 сут	–	–	–	1	3	3	32	
2	4 сут	до 20 мин	3	5	5	5	5	5	50	Единичные случаи
		30 мин	2	5	5	5	5	5	50	
		1 ч	1	5	5	5	5	5	50	
		2 ч	–	1	5	5	5	5	50	
		3 ч	–	3	5	5	5	5	50	
		6 ч	–	–	5	5	5	5	50	
		12 ч	–	–	2	5	5	5	50	
		1 сут	–	–	–	4	5	5	50	
		4 сут	–	–	–	2	5	5	50	
					часы			сутки		
			3	6	12	1	14	30		
2,5	1 ч	10 мин	8	10	10	10	10	10	85	10
		20 мин	7	10	10	10	10	10	85	
		30 мин	6	10	10	10	10	10	85	
		1 ч	4	10	10	10	10	10	85	
		2 ч	1	9	10	10	10	10	85	
3	–	1 ч	10	20	20	20	20	20	100	20
		3 ч	2	15	20	20	20	20	100	
		12 ч	–	6	15	20	20	20	100	
		4 сут	–	3	7	12	20	20	100	
4	–	1 ч	25	40	40	40	40	40	100	40
		6 ч	2	16	34	40	40	40	100	
		12 ч	–	7	18	28	40	40	100	
5	–	1 ч	45	60	60	60	60	60	100	70
		10 ч	12	33	53	60	60	60	100	
		4 сут	2	16	32	45	60	60	100	
6	–	1 ч	64	80	80	80	85	85	100	100
		6 ч	23	73	80	80	85	85	100	
		4 сут	9	28	48	61	85	85	100	

### 1.3.3. Прогнозирование и оценка обстановки на территории объекта после применения обычных средств поражения

При воздействии противником обычными средствами поражения (ОСП) по городам очаги поражения (ОчП) могут возникать на важных ОЭ. При этом воздействие будет осуществляться выборочно, в первую очередь будут поражаться потенциально опасные объекты (ПОО) экономики.

Воздействие боеприпасов в обычном снаряжении на людей, здания и сооружения подразделяется на прямое и косвенное. *Прямое воздействие* характеризуется непосредственным воздействием поражающих факторов: ударное или пробивное действие; действие взрывной и ударной воздушной волны; осколочное и огневое действие.

Основными поражающими факторами при *косвенном воздействии* являются: пожары; загазованность; катастрофическое затопление территории и мест проведения аварийно-спасательных работ водой; заражение территорий АХОВ.

Прогнозирование последствий ударов позволяет еще в мирное время определить возможные объемы спасательных работ и обеспечить подготовку необходимого количества нештатных аварийно-спасательных формирований гражданской обороны. Последовательность проведения расчётов приведём на примере авиационного удара противника по объекту экономики.

#### Последовательность проведения расчётов

1. Определяют радиус разрушения одной бомбой указанного калибра  $R_p$  (табл. 1.14, формула 1.18).
  2. Определяют площадь разрушения от одной авиабомбы  $S_{p. \text{бп}}$  ( $S_{p. \text{бп}} = \pi R_p^2$ ).
  3. Определяют суммарную площадь разрушения  $S_p$  ( $S_p = S_{p. \text{бп}} \cdot N_c \cdot n_{\text{бп}}$ ).
  4. Определяют степень поражения объекта  $D$  (формула 1.19).
  5. Определяем степень разрушения промышленной зоны объекта (табл. 1.16).
  6. Определяют количество заваленных защитных сооружений (ЗС)  $P_{\text{уб(укр)}}$  (формула 1.20, табл. 1.17):
    - а) убежищ;
    - б) укрытий (подвалов).
  7. Определяют количество разрушенных защитных сооружений  $P_{\text{уб(укр)}}^*$  (прим. табл. 1.17):
    - а) убежищ;
    - б) укрытий (подвалов).
  8. Определяют протяжённость заваленных внутри объектовых проездов  $L$ , км (формула 1.21, табл. 1.18).
  9. Определяем количество аварий на КЭС  $N_{\text{КЭС}}$ , ед. (формула 1.21, табл. 1.18).
  10. Определяют потери на заводе, чел. (формула 1.22, табл. 1.19):
    - а) общие –  $N_{\text{общ}}$ ;
    - б) санитарные –  $N_{\text{сан}}$ ;
    - в) безвозвратные  $N_{\text{безв}}$  ( $N_{\text{безв}} = N_{\text{общ}} - N_{\text{сан}}$ ).
  11. Определяют количество людей, оказавшихся в завалах,  $N_{\text{зав}}$ , чел. (формула 1.23).
  12. Определяют суммарную трудоёмкость  $I_{\text{сум}}^{\text{лс}}$  и машиноёмкость  $I_{\text{сум}}^{\text{мс}}$  спасательных работ при ликвидации последствий удара противника (табл. 1.20, формула 1.24).
  13. Определяют необходимое количество личного состава и техники ( $N_{\text{лс}}$ ,  $N_{\text{т}}$ ) для проведения спасательных работ (формула 1.25).
- В выводах необходимо обобщить полученные результаты расчётов, характер последствий удара противника обычными средствами поражения по территории объекта, определить, какие силы и средства необходимо привлечь для проведения спасательных работ в данных условиях обстановки и в указанные сроки.

#### Справочные данные для производства расчётов

Разрушение зданий и сооружений в очаге поражения возможно как при прямом попадании, так и при взрыве вблизи них. Принято считать, что здания могут получить полное, сильное, среднее и слабое разрушения.



Радиус разрушения  $R_p$  зданий при взрыве фугасного боеприпаса может быть определён по формуле:

$$R_p = K \sqrt{\frac{G_{\text{эф}}}{d}}, \text{ м}, \quad (1.18)$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от вида ВВ и материала строительной конструкции с размерностью  $\text{м}^{3/2}/\text{кг}^{1/2}$  (принимается равным: 0,6 – при расчёте разрушений кирпичных зданий; 0,25 – для железобетонных (панельных) конструкций);  $G_{\text{эф}}$  – вес заряда ВВ в боеприпасе, приведённый к весу тротила и равный:  $G_{\text{эф}} = K_{\text{эф}} G$ , кг,  $G$  – вес заряда ВВ, кг (табл. 1.14),  $K_{\text{эф}}$  – коэффициент эффективности ВВ, принимаемый по табл. 1.15;  $d$  – толщина преграды, м (принимается равной: 0,3 м – для панельных зданий и 0,5 – для кирпичных зданий).

#### 1.14. Вес $G$ заряда ВВ в боеприпасах

Калибр авиабомбы (фунтов)	Вес ВВ, кг (тротил)	Число разрушаемых перекрытий, ед.
100	28	1–2
250	62	1–2
500	128	2–3
750	177	3–4
1000	270	4–5
2000	536	4–5
3000	896	7–8

Примечание. Ориентировочно, для оперативных расчётов, можно принять, что вес заряда ВВ в боеприпасе равен одной четвертой от калибра боеприпаса в фунтах.

#### 1.15. Коэффициент эффективности ВВ по отношению к тротилу

Вид ВВ	Тротил	Троти- лал	Грему- лал	ТНРС	Гексо- лал	ТЭН	Тетрил	Аmmo- лал	Аmmон. селитра	Дымный порох
$K_{\text{эф}}$	1,0	1,53	0,41	0,39	1,3	1,39	1,12	0,99	0,34	0,66

Поражающее действие обычного оружия на промышленные зоны оценивается степенью поражения этих зон. Степень поражения зоны  $D$  определяется как отношение площади промышленной зоны, оказавшейся в пределах полных и сильных разрушений застройки  $S_p$ , к площади застройки рассматриваемой зоны  $S_3$ :

$$D = \frac{S_p}{S_3}, \quad (1.19)$$

где  $S_p = S_{p. \text{бп}} N_c n_{\text{бп}}$ ,  $S_{p. \text{бп}} = \pi R_p^2$  – площадь разрушения одним боеприпасом;  $N_c$  – количество самолётов;  $n_{\text{бп}}$  – количество боеприпасов в боекомплекте одного самолёта.

В зависимости от величины степени поражения  $D$  считают, что промышленная зона может получить четыре степени разрушения: слабую, среднюю, сильную и полную (табл. 1.16).

### 1.16. Степени разрушения промышленной зоны

Степень поражения	Степень разрушения
менее 0,2	Слабая
$0,2 < Д < 0,5$	Средняя
$0,5 \leq Д < 0,8$	Сильная
$Д \geq 0,8$	Полная

Количество заваленных защитных сооружений  $P_{уб(укр)}$  определяют по формуле:

$$P_{уб(укр)} = K_{уб(укр)} C, \text{ ед.}, \quad (1.20)$$

где  $K_{уб(укр)}$  – количество защитных сооружений, ед.;  $C$  – коэффициент, равный относительной доле ЗС, заваленных при воздействии противника, от общего числа рассматриваемых ЗС на ОЭ (табл. 1.17).

Протяженность заваленных внутри объектов проездов  $L$ , км и количество аварий на КЭС  $N_{кэс}$ , ед. принимают в зависимости от площади объекта  $S_{оз}$  и степени его разрушения:

$$L = S_{оз} C; \quad N_{кэс} = S_{оз} C, \quad (1.21)$$

где  $S_{оз}$  – площадь объекта экономики, км<sup>2</sup>;  $C$  – коэффициент, принимаемый по табл. 1.18.

Математическое ожидание потерь  $N_{общ}$  и их структуру определяют по формуле:

$$N_{общ} = \sum_{i=1}^n N_i C_i, \text{ чел.}, \quad (1.22)$$

где  $N_i$  – численность персонала по  $i$ -му варианту защищённости (в убежищах, укрытиях, на открытой местности);  $C_i$  – коэффициент потерь, равный вероятности поражения укрываемых (в долях) по  $i$ -му варианту защищённости при заданной степени поражения ОЭ, определяемый по табл. 1.19.

Количество заваленных людей  $N_{зав}$ , чел. принимают равным 10 % от санитарных потерь незащищённого населения и 4 % от санитарных потерь защищённого населения.

Расчёт можно провести по формуле:

$$N_{зав} = 0,1N_n^c + 0,04N_3^c, \text{ чел.}, \quad (1.23)$$

где  $N_n^c$  – санитарные потери незащищённых людей, чел.;  $N_3^c$  – санитарные потери защищённых людей, чел.

### 1.17. Значения коэффициента $C$ для защитных сооружений на ОЭ

Степень разрушения объектов экономики	Коэффициент $C$	
	для убежищ	для укрытий (подвалов)
Слабая	0,1	0,2
Средняя	0,2	0,4
Сильная	0,3	0,6
Полная	0,4	0,8

Примечание. Количество разрушенных убежищ принимают в 5 раз меньше количества заваленных, а разрушенных укрытий (подвалов) – в 4 раза меньше количества заваленных укрытий (подвалов).

### 1.18. Значения коэффициента $C$

Степень разрушения объекта экономики	Коэффициент $C$	
	для маршрутов ввода сил	для КЭС
Средняя	0,2	4
Сильная	0,3	6
Полная	0,4	12

Примечания.

1. Ориентировочно принимают, что пятую часть от заваленных проездов придётся устраивать разравниванием поверху (высота завала более 0,5 м).

2. Общее количество аварий на КЭС можно распределить: на системах теплоснабжения – 15 % электроснабжения, канализации и водоснабжения – по 20 % и газоснабжения – 25 %.

### 1.19. Значения коэффициента потерь $C_i$ для объекта экономики, %

Степень разрушения промышленной зоны (ОЭ)	Защищённость населения					
	незащищено		в убежищах		в укрытиях	
	Виды потерь					
	общ.	сан.	общ.	сан.	общ.	сан.
Слабая	8	3	0,3	0,1	1,2	0,4
Средняя	12	4	1	0,3	3,5	1
Сильная	80	25	2,5	0,8	30	10
Полная	100	30	7	2,5	40	15

Трудоёмкость выполнения основных задач оперативно можно определить по формулам:

$$W_{\text{сум}}^{\text{лс}} = \sum_{i=1}^n P_i V_i, \text{ чел.}\cdot\text{ч.} \quad W_{\text{сум}}^{\text{тех}} = \sum_{i=1}^n P_i V_i, \text{ маш.}\cdot\text{ч.} \quad (1.24)$$

где  $W_{\text{сум}}^{\text{лс}}$ ;  $W_{\text{сум}}^{\text{тех}}$  – суммарная трудоёмкость и машиноёмкость выполняемых работ;  $P_i$  – объём  $i$ -й работы;  $V_i$  – трудоёмкость  $i$ -й работы на единицу объёма (табл. 1.20).

## 1.20. Нормативы по трудоёмкости выполнения основных задач

Наименование задачи	Объём $i$ -й работы $P_i$	Трудоёмкость ( $V_i$ )	
		чел.·ч	маш.·ч.
Вскрытие заваленных ЗС	1	30	6
Ликвидация аварий на КЭС	1	50	2,5
Продельвание проездов в завалах	1 км	30	12
Откопка пострадавших из-под завалов	чел.	10	–

Потребное количество личного состава и техники определяется в зависимости от сроков и условий выполнения задачи:

$$N_{\text{сум}}^{\text{лс}} = \frac{W_{\text{сум}}^{\text{лс}} \cdot n}{T} \cdot K, \text{ чел.}; \quad N_{\text{сум}}^{\text{мех}} = \frac{W_{\text{сум}}^{\text{мех}} \cdot K_{\text{усл}}}{TK_{\text{т.г}}}, \text{ ед.}, \quad (1.25)$$

где  $n$  – количество смен в сутки;  $K_{\text{усл}}$  – коэффициент условий выполнения задач.

$$K_{\text{усл}} = K_{\text{т}} \cdot K_{\text{зар}} \cdot K_{\text{в.г}} \dots K_{\text{л}},$$

$K_{\text{т}}, K_{\text{зар}}, K_{\text{в.г}} \dots K_{\text{л}}$  – коэффициенты, зависящие от времени суток, заражённости местности, времени года и т.д. Их значения задаются сборником нормативов по гражданской обороне.  $K_{\text{т.г}}$  – коэффициент технической готовности, принимается равным 0,85 – 0,9 в зависимости от состояния техники.

### 1.3.4. Оценка устойчивости объектов экономики от взрывов

Под устойчивостью объекта экономики понимают способность всего его комплекса, т.е. зданий, оборудования, складов, коммуникаций, транспорта, противостоять разрушающему действию поражающих факторов в условиях ЧС.

Одним из основных поражающих факторов при ЧС на взрывоопасных объектах является действие ударной взрывной волны (УВВ).

Взрывы на промышленных предприятиях и базах хранения можно разделить на две группы: а) в открытом пространстве и б) в производственных помещениях.

В открытом пространстве на промышленных предприятиях и базах хранения возможны взрывы ГВС, образующихся при разрушении резервуаров со сжатыми и сжиженными под давлением или охлаждением (в изотермических резервуарах) газами, а также при аварийном разливе ЛВЖ.

В производственных помещениях, наряду с взрывом газовоздушных смесей (ГВС), возможны также взрывы пылевоздушных смесей (ПВС), образующихся при работе технологических установок.

Если предусмотреть мероприятия по повышению устойчивости объектов, то можно предотвратить опасные последствия или уменьшить нанесённый ущерб. Для этого необходимо выявить и оценить наиболее слабые, неустойчивые объекты и элементы.

Критерием устойчивости элементов объекта к воздействию УВВ принимается величина избыточного давления  $\Delta P_{\text{ф}}$ , при которой они сохраняются либо получают слабые и средние разрушения и возможно восстановление производства. Эти значения принято считать пределом устойчивости объекта к УВВ –  $\Delta P_{\text{ф lim}}$ .

Пределы устойчивости зданий, коммуникаций, проложенных под землей, определяются нижним значением  $\Delta P_{\phi}$  для их средних разрушений.

Пределы устойчивости технологического оборудования, коммуникаций, расположенных в здании, определяются нижним значением  $\Delta P_{\phi}$  для их слабых разрушений.

Критерий устойчивости людей определяется нижним пределом легких поражений ( $\Delta P_{\phi} = 20$  кПа), когда люди не теряют работоспособность.

### Взрывы газовоздушных смесей в открытом пространстве

При взрыве ГВС различают две зоны действия: детонационной волны – в пределах облака ГВС и УВВ – за пределами облака ГВС. В зоне облака действует детонационная волна, избыточное давление  $\Delta P_{\phi}$  во фронте которой принимается постоянным в пределах облака ГВС и приблизительно равным  $17 \text{ кгс/см}^2$  (1700 кПа).

В расчётах принимают, что зона действия детонационной волны ограничена радиусом  $r_0$ , который определяется по формуле:

$$r_0 \approx 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{Qk}{m_k C}}, \text{ м}, \quad (1.26)$$

где  $Q$  – количество углеводородных газов до взрыва;  $k$  – коэффициент, учитывающий долю активного газа (долю продукта, участвующего во взрыве);  $m_k$  – молярная масса газа, кг/кмоль (табл. 1.21);  $C$  – стехиометрическая концентрация газа в процентах по объёму (табл. 1.21); значение коэффициента  $k$  в данной формуле принимают в зависимости от способа хранения продукта, равным 1 – для резервуаров с газообразным веществом; 0,6 – для газов, сжиженных под давлением.

#### 1.21. Характеристики газопаровоздушной смеси

Вещество, характеризующее смесь	Формула вещества, образующего смесь	Характеристики смеси			
		$m_k$ , кг/кмоль	$\rho_{\text{стх}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$Q_{\text{стх}}$ , МДж/кг	$C$ , об. %
Газовоздушные смеси					
Аммиак	CH <sub>3</sub>	15	1,180	2,370	19,72
Бутан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58	1,328	2,776	3,13
Бутилен	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	56	1,329	2,892	3,38
Метан	CH <sub>4</sub>	16	1,232	2,763	9,45
Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	1,315	2,801	4,03
Пропилен	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	42	3,314	2,922	4,46
Этан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30	1,250	2,797	5,66
Этилен	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28	1,285	3,010	6,54
Паровоздушные смеси					
Бензин авиационный		94	1,350	2,973	2,10
Бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78	1,350	2,937	2,84
Дихлорэтан	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	99	1,49	2,164	6,54
Метанол	CH <sub>4</sub> O	32	1,300	2,843	12,30
Пентан	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72	1,340	2,797	2,56
Толуол	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	92	1,350	2,843	2,23
Циклогексан	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	84	1,340	2,797	2,28
Этанол	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46	1,340	2,804	6,54

Зона действия УВВ начинается сразу за внешней границей облака ГВС.  $\Delta P_{\phi}$ , воздействующее на объект, зависит от расстояния до центра взрыва и определяется по табл. 1.22, исходя из соотношения:

$$\Delta P_{\phi} = f(r/r_0), \quad (1.27)$$

где  $r$  – расстояние от центра взрыва до рассматриваемого объекта.

### 1.22. Зависимость $\Delta P_{\phi}$ от соотношения $r/r_0$

$r/r_0$	0 – 1	1,01	1,04	1,08	1,2	1,4	1,8	2,7
$\Delta P_{\phi}$ , кПа	1700	1232	814	568	400	300	200	100
$r/r_0$	3	4	5	6	8	12	20	–
$\Delta P_{\phi}$ , кПа	80	50	40	30	20	10	5	–

При непосредственном контакте ударной волны с преградой, расположенной перпендикулярно её распространению, на преграду действует давление отражённой волны  $\Delta P_{отр}$ , которое определяется по формуле:

$$\Delta P_{отр} = 2\Delta P_{\phi} + \frac{6\Delta P_{\phi}^2}{\Delta P_{\phi} + 7P_0}, \text{ кПа}, \quad (1.28)$$

где  $P_0$  – атмосферное давление, при нормальных условиях равно 101,3 кПа.

### Взрывы паровоздушных и пылевоздушных смесей в производственных помещениях

*Взрыв газопаровоздушной смеси.* Зону действия детонационной волны, ограниченную радиусом  $r_0$ , в данном случае можно определить по формуле:

$$r_0 = \frac{1}{24} \cdot \sqrt[3]{\mathcal{E}}, \text{ м}, \quad (1.29)$$

где  $\frac{1}{24}$  – коэффициент, м/кДж<sup>1/3</sup>;  $\mathcal{E}$  – энергия взрыва смеси, определяемая из выражения:

$$\mathcal{E} = \frac{100 \cdot V_0 \rho_{стх} Q_{стх}}{C}, \text{ кДж}, \quad (1.30)$$

где  $V_0$  – свободный объём помещения, равный  $V_0 = 0,8 \cdot V_{п}$ , м<sup>3</sup>;  $V_{п}$  – объём помещения;  $\rho_{стх}$  – плотность смеси стехиометрического состава, кг/м<sup>3</sup> (табл. 1.21);  $Q_{стх}$  – энергия взрывчатого превращения единицы массы смеси стехиометрического состава, кДж/кг (табл. 1.21);  $C$  – стехиометрическая концентрация горючего по объёму в процентах (табл. 1.21).

Далее, используя данные табл. 1.21, 1.22, определяется  $\Delta P_{\phi}$ , воздействующее на рассматриваемый объект.

*Взрыв пылевоздушной смеси.* Радиус  $r_0$  детонационной волны определяется как при взрыве газопаровоздушной смеси по формуле 1.29, в которой энергия взрыва определяется из выражения:

$$\mathcal{E} = m Q, \text{ кДж}, \quad (1.31)$$

где  $m$  – расчётная масса пыли, кг;  $Q$  – удельная теплота сгорания вещества, образовавшего пыль, кДж/кг, представлена в табл. 1.23.

### 1.23. Показатели взрывных явлений пыли

Вещество	$\Phi_{\text{нкпр}}, \text{г/м}^3$	$Q, \text{МДж/кг}$
Полистирол	27,5	39,8
Полиэтилен	45,0	47,1
Нафталин	2,5	39,9
Фталиевый ангидрид	12,6	21,0
Уротропин	15,0	28,1
Адипиновая кислота	35,0	19,7
Сера	2,3	8,2
Алюминий	58,0	30,13

При оперативном прогнозировании расчётная масса пыли определяется из условия, что свободный объём помещения будет полностью заполнен взвешенным дисперсным продуктом, образуя при этом ПВС стехиометрической концентрации:

$$m = \frac{V_0 C}{1000}, \text{ кг}, \quad (1.32)$$

где  $V_0$  – свободный объём помещения ( $V_0 = 0,8 V_{\text{п}}$ ),  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{п}}$  – объём помещения;  $C$  – стехиометрическая концентрация пыли,  $\text{г/м}^3$ ,

$$C \approx 3\Phi_{\text{нкпр}}, \quad (1.33)$$

$\Phi_{\text{нкпр}}$  – нижний концентрационный предел распространения пламени (минимальное содержание пыли в смеси с воздухом, при котором возможно возгорание (табл. 1.23).)

Давление во фронте УВВ  $\Delta P_{\text{ф}}$ , воздействующее на рассматриваемый объект, определяется также с использованием данных табл. 1.22.

#### **Некоторые рекомендации по разработке предложений по повышению устойчивости ОЭ в чрезвычайных ситуациях**

К числу мероприятий, проводимых с целью повышения устойчивости объекта к воздействию поражающих факторов взрывов и уменьшения поражения, могут относиться следующие:

1. Проектирование и строительство сооружений с жёстким каркасом (металлическим или железобетонным). Такие материалы способствуют снижению степени разрушения несущих конструкций при землетрясениях, ураганах, взрывах и других бедствиях.

2. Применение при строительстве каркасных зданий облегчённых конструкций стенового заполнения и увеличение световых проёмов путём использования стекла, лёгких панелей из пластика и других легко разрушающихся материалов. Эти материалы и панели, разрушаясь, уменьшают воздействие ударной волны на сооружение, а их обломки наносят меньший ущерб оборудованию.

3. Повышение устойчивости оборудования путём усиления его наиболее слабых элементов, а также созданием запасов этих элементов, отдельных узлов и деталей, материалов и инструментов для ремонта и восстановления повреждённого оборудования. Большое значение имеет прочное закрепление на фундаментах станков, установок и другого оборудования, имеющих большую высоту и малую площадь опоры. Устройство растяжек и дополнительных опор повышает их устойчивость на опрокидывание. Тяжёлое оборудование размещают, как правило, на нижних этажах производственных зданий. Машины и агрегаты большой ценности рекомендуется размещать в зданиях, имеющих облегчённые и трудно возгораемые конструкции, обрушение которых не приведёт к разрушению этого оборудования.

4. Максимально возможное сокращение запасов АХОВ, легковоспламеняющихся и взрывоопасных жидкостей на промежуточных складах и в технологических ёмкостях предприятий.

5. Защита ёмкостей для хранения опасных веществ путём расположения их в защищённых, в том числе обвалованных хранилищах, заглублённых помещениях и т.д.

6. Заглубление линий энергоснабжения и установка автоматических отключающих устройств с целью исключения воспламенения материалов при коротких замыканиях.

7. Установка в хранилищах взрывоопасных веществ (сжатых газов, летучих жидкостей, ацетилена и др.) устройств, локализирующих разрушительный эффект взрыва, а именно: вышибных панелей, самооткрывающихся окон, фрамуг, различного рода клапанов-отсекателей.

8. Внедрение эффективных систем технического контроля и технической диагностики.

### 1.3.5. Оценка надёжности защиты персонала объектов экономики

Одной из основных задач обеспечения устойчивости функционирования объектов экономики в ЧС является заблаговременное принятие мер по обеспечению надёжной защиты персонала от поражающих факторов возможных ЧС.

Важнейшими мероприятиями в решении данной задачи являются своевременное оповещение персонала о возникающих опасностях, укрытие персонала в защитных сооружениях гражданской обороны, обучение способам действий при возникновении различных опасностей.

Надёжность защиты персонала ОЭ в условиях ЧС оценивается коэффициентом надёжности защиты  $K_{нз}$ , определяющим ту часть людей, которая защищена от любых поражающих факторов. Коэффициент этой надёжности определяется следующими составляющими:

– коэффициентом инженерной защиты людей или той части персонала наибольшей работающей смены (НРС) объекта, которая может быть укрыта в ЗС ГО с соответствующим инженерным оборудованием и системами жизнеобеспечения:

$$K_{нз} = N_{зс} / N, \quad (1.34)$$

где  $N_{зс}$  – число людей, укывшихся во всех ЗС ГО;  $N$  – общая численность НРС ОЭ;

– своевременностью оповещения

$$K_{оп} = N_{оп} / N, \quad (1.35)$$

где  $N_{оп}$  – количество своевременно оповещённых людей;

– обученностью людей способам защиты и правилам поведения в условиях ЧС

$$K_{б} = N_{об} / N; \quad (1.36)$$

– готовностью ЗС ГО к приёму людей

$$K_{гот} = N_{мест} / N, \quad (1.37)$$

где  $N_{мест}$  – число людей, для которых готовы места в ЗС ГО.

Коэффициент надёжности защиты людей  $K_{нз}$  определяется по минимальному значению его составляющих. В дальнейшем разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости объекта экономики в чрезвычайных ситуациях по показателю надёжности защиты персонала.

Содержание *выводов по результатам расчётов*  
представить в следующем виде

Исходя из того, что коэффициент надёжности защиты НРС ОЭ определяется минимальным значением составляющих, получаем, что надёжной защитой обеспечено лишь \_\_\_\_ % смены, так как  $K_{нз} = K_{min} = \underline{\hspace{2cm}}$ .

Значительно снижают коэффициент надёжности защиты:

– необеспеченность инженерной защиты следующих защитных сооружений № \_\_; № \_\_ и т.д. (\_\_\_\_ чел.);



- несовершенство системы оповещения ( \_\_\_\_\_ чел.);
- необученность людей ( \_\_\_\_\_ чел. не знают правил поведения в ЧС);
- неготовность защитных сооружений № \_\_\_\_, № \_\_\_\_\_ и т.д. к приёму людей в установленный срок ( \_\_\_\_\_ чел.).

Предложения по повышению устойчивости объекта экономики в чрезвычайных ситуациях по показателю надёжности защиты персонала:

Коэффициент надёжности защиты можно повысить без существенных материальных затрат проведением следующих мероприятий:

1. Совершенствование системы оповещения: для работающей смены путём установки громкоговорителей в цехах № \_\_\_\_, № \_\_\_\_\_ и т.д.; для неработающих смен – включением в схему оповещения неработающего персонала цехов № \_\_\_\_\_ элементов сотовой связи и т.д.

2. Обучение действиям персонала цехов № \_\_\_\_\_ в чрезвычайной ситуации в ходе плановых, а также дополнительных занятий и тренировок по гражданской обороне.

3. Обеспечение своевременной подготовки защитных сооружений № \_\_\_\_\_, № \_\_\_\_\_ и т.д. к заполнению людьми за счёт повышения уровня подготовленности нештатных формирований ГО по их обслуживанию.

4. Необходимо обеспечить повышение готовности системы жизнеобеспечения ЗС № \_\_\_\_\_ и № \_\_\_\_\_ и т.д. до требуемых норм и др.

## **2. ОХРАНА ТРУДА И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

---

### **2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Раздел «Безопасность жизнедеятельности» дипломного проекта включает расчётно-пояснительную записку и графическую часть на одном листе (по указанию консультанта). На чертеже рекомендуется показывать оригинальные конструктивные решения.

Расчётно-пояснительная часть раздела содержит характеристику условий труда на объекте; анализ опасных и вредных факторов; разработанные в дипломном проекте мероприятия по гигиене труда, производственной санитарии, пожарной безопасности, обеспечивающие максимально возможную безопасность и безвредность производственного процесса как для самих работающих, так и для окружающей среды, а также комфортные условия жизнедеятельности в техносфере.

Все разработки по охране труда и окружающей среды, предлагаемые в проекте, должны соответствовать действующим стандартам системы безопасности труда (ССБТ) и стандартам норм и требований по видам опасности.

Предлагаемые инженерные решения следует подтверждать соответствующими расчётами, графическим материалом и обязательными ссылками на литературные или нормативные источники.

При разработке раздела необходимо обосновать обеспечение полной безопасности и безвредности работы обслуживающего персонала, а также создание благоприятных, высокопроизводительных условий труда.

Раздел не должен содержать общих рассуждений, нормативных положений, правил, инструкций и других нормативных материалов.

На первой консультации студенту необходимо иметь материалы и чертежи по преддипломной практике и план построения дипломного проекта.

В перечне литературы должна быть приведена литература по безопасности жизнедеятельности, использованная студентом при разработке раздела. Перечень литературы должен быть оформлен в соответствии с правилами ГОСТ 7.1–2003.

При составлении тезисов выступления для защиты дипломного проекта необходимо кратко осветить вопросы и конкретные решения по безопасности жизнедеятельности.

## **2.2. ПОРЯДОК ИЗЛОЖЕНИЯ РАЗДЕЛА В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТЕ**

Рекомендуется следующий порядок изложения раздела «Безопасность жизнедеятельности» (для всех специальностей, кроме архитектурно-строительных):

1. Введение к разделу.

2. Общие санитарно-технические требования к устройству промышленных предприятий.

2.1. Санитарный класс и размеры санитарно-защитной зоны (определить, к какому классу относится промышленное предприятие по составу и количеству выделяющихся производственных вредностей и условиям технологического процесса производства, привести обоснование; определить необходимый для предприятий такого класса размер санитарно-защитной зоны).

2.2. Основные требования к конструкции здания, вспомогательных и подсобных помещений с учётом нормативов площадей для работающих и оборудования.

3. Характеристики сырья, опасностей и вредностей на проектируемом объекте.

3.1. Токсичность веществ и материалов:

– физико-химические и токсикологические характеристики: плотность, молярная масса, температура кипения, растворимость в воде, агрегатное состояние в рабочем помещении (пары, газы, аэрозоли), характер токсического действия, предельно допустимая концентрация в рабочей зоне, класс опасности вредных веществ, допустимые выбросы в атмосферу и водоёмы, дисперсность (для пылей). Могут быть указаны дополнительные токсикометрические характеристики (зона острого действия, зона хронического действия, коэффициент возможности ингаляционного отравления и др.). Для удобства анализа характеристики могут быть сведены в таблицу;

– меры защиты работающих от воздействия вредных веществ;

– мероприятия по очистке и нейтрализации выбросов вредных веществ в атмосферу и водоёмы.

3.2. Взрывопожароопасные свойства применяемых веществ, основные показатели взрывопожароопасности.

3.3. Другие вредные факторы:

– шум (классификация по источнику возникновения – ударный, механический, аэродинамический; классификация по временным характеристикам – постоянный, непостоянный (прерывистый и импульсный); классификация по характеру спектра – широкополосный, тональный; предельно допустимые уровни, меры защиты);

– вибрация (местная или общая, амплитуда смещения, колебательная скорость, предельно допустимые уровни, меры защиты);

– ультра- и инфразвук (источники возникновения, предельно допустимые уровни, защитные мероприятия);

– ионизирующее и лазерное излучение (источники возникновения, предельно допустимые уровни, защитные мероприятия);

– электромагнитные поля (источники возникновения, предельно допустимые уровни, защитные мероприятия);

– лучистая теплота (нагретые поверхности: температура, интенсивность облучения, мероприятия по уменьшению теплового облучения).

3.4. Опасные места производства (открытые токоведущие части оборудования, движущиеся детали машин и механизмов, раскалённые тела, возможность падения с высоты самого работающего или различных предметов, наличие ёмкостей со сжатыми или вредными веществами и др.; защитные мероприятия).

3.5. Анализ потенциальных опасностей при проведении технологического процесса.

4. Общие требования безопасности к производственному оборудованию (безопасность, надёжность, эргономичность).

4.1. Машины и аппараты, работающие под давлением (конструкция, изготовление, эксплуатация).

4.2. Выбор и расчёт предохранительных устройств (клапаны, мембраны).

4.3. Герметичность оборудования и её контроль.

- 4.4. Ограждения, блокировочные и предохранительные устройства.
5. Классификация помещений и зданий по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности.
  - 5.1. Признаки и категория помещений и зданий по нормам пожарной безопасности (обосновать), класс взрывопожароопасных зон (Правила устройства электроустановок).
6. Электробезопасность.
  - 6.1. Характеристика используемой электроэнергии (вид, частота, напряжение).
  - 6.2. Класс помещения по опасности поражения работающих электрическим током (особо опасные, с повышенной опасностью, без повышенной опасности).
  - 6.3. Меры электробезопасности, используемые в проекте.
  - 6.4. Расчёт защитного устройства.
  - 6.5. Статическое электричество (источники возникновения, опасность, защитные мероприятия).
7. Расчёт общеобменной (для цеха или отделения) или местной (для отдельного аппарата, машины, установки) вентиляции.
8. Расчёт производственного освещения. Требования к освещению, выбор типа светильников.
  - 8.1. Расчёт общего равномерного освещения цеха, участка или линии (метод светового потока).
  - 8.2. Расчёт местного освещения отдельного аппарата (точечный метод).
  - 8.3. Расчёт освещения площадки (прожекторное освещение для наружных установок).
  - 8.4. Аварийное освещение (организация, источники питания, включение).
9. Пожарная профилактика (количество пожарных постов, средства пожаротушения, пожарная сигнализация).
10. Микроклимат. Выбор параметров (оптимальные или допустимые). Способы поддержания микроклимата в установленных пределах.
11. Молниезащита.
  - 11.1. Определение категории объекта по молниезащите.
  - 11.2. Выбор исполнения молниезащиты, расчёт зоны защиты.
12. Индивидуальное задание по указанию консультанта.

Студентам специальности «Промышленное и гражданское строительство» предлагается следующий порядок изложения раздела «Безопасность жизнедеятельности» в дипломном проекте:

1. *Общие положения безопасности жизнедеятельности, отражаемые в основных разделах дипломного проекта.* В данном пункте необходимо дать краткую информацию о всех принятых в проекте мероприятиях, обеспечивающих БЖ при возведении или эксплуатации объекта.

2. *Генеральный план.* Обоснование принятого варианта с точки зрения соответствия функциональным (технологическим), санитарно-гигиеническим, противопожарным требованиям:

- зонирование территории по санитарным и противопожарным требованиям;
- ориентация зданий по отношению к господствующему ветру;
- обеспечение равномерной освещённости;
- класс производства, размеры санитарных противопожарных разрывов;
- ограждение территории, размещение въезда и выезда;
- сеть наружного водопровода с пожарными гидрантами;
- размещение пожарных водоёмов;
- молниезащита зданий и сооружений;
- пожарное депо и стационарные посты.

3. *Объёмно-планировочные решения.*

- краткое описание технологического процесса;
- категория производства;
- степень долговечности и огнестойкости;
- обоснование принятого размера здания;
- размеры его пролётов;
- высота помещений;
- расположение по этажам;
- взаимное расположение рабочих и обслуживающих помещений;
- количество и расположение лестниц;
- сети внутреннего противопожарного водоснабжения;
- пути безопасной эвакуации людей при пожаре;

- противопожарные преграды;
- противодымная защита;
- легко сбрасываемые конструкции;
- расстановка приборов искусственного освещения;
- размещение световых проемов, фонарей;
- способы звукоизоляции;
- места расположения первичных средств пожаротушения;
- вентиляция помещений;
- заземление, зануление, молниезащита здания или сооружения.

#### 4. *Специальные вопросы БЖ, раскрываемые в дипломном проекте.*

В данном разделе дипломник выполняет расчёты и проектирует мероприятия, обеспечивающие БЖ в процессе строительства или функционирования объекта.

- 4.1. Расчёт естественного освещения помещения.
- 4.2. Расчёт искусственного освещения помещения.
- 4.3. Расчёт прожекторного освещения стройплощадки с построением линий изолюкс.
- 4.4. Расчёт защитного заземления электрооборудования, установленного в здании.
- 4.5. Расчёт зануления электрооборудования.
- 4.6. Расчёт защитного заземления башенного крана.
- 4.7. Расчёт молниезащиты зданий и сооружений.
- 4.8. Расчёт общеобменной вентиляции помещений.
- 4.9. Расчёт аварийной вентиляции помещений.
- 4.10. Расчёт местной вытяжной вентиляции.
- 4.11. Расчёт виброгасящего основания.
- 4.12. Расчёт виброизоляции рабочих мест.
- 4.13. Расчёт звукоизоляции ограждающих конструкций.
- 4.14. Расчёт звукогасящих облицовок.
- 4.15. Устойчивость кранов.
- 4.16. Определение расчётных параметров стропов и чалочных канатов.
- 4.17. Определение расчётных параметров траверс.
- 4.18. Расчёт трубчатой винтовой распорки для крепления вертикальной стенки траншеи.
- 4.19. Расчёт толщины доски для крепления вертикальной стенки траншеи (котлована).
- 4.20. Расчёт выемки с равноустойчивыми откосами.
- 4.21. Расчёт вертикальной стойки крепления траншеи.
- 4.22. Расчёт горизонтальной деревянной распорки для крепления вертикальной стенки траншеи.
- 4.23. Расчёт времени эвакуации людей из помещений.
- 4.24. Расчёт предела огнестойкости сплошной железобетонной стены.

## **2.3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ**

### **2.3.1. Освещение**

Требования к освещению помещений промышленных предприятий определяются СНиП 23-05–95. Коэффициент естественной освещённости (КЕО), нормируемая освещённость, допустимые сочетания показателей ослеплённости и коэффициента пульсации освещённости принимаются по табл. П1.1.

#### **Естественное освещение**

Целью расчёта естественного освещения является определение площади световых проёмов, т.е. количества и геометрических размеров окон, обеспечивающих нормированное значение КЕО.

Нормированное значение коэффициента естественной освещённости вычисляется по формуле:

$$e_N = e_H \cdot m_N,$$

где  $N$  – номер группы административно-территориального района по обеспеченности естественным светом (табл. П1.4);  $e_H$  – значение коэффициента естественной освещённости (табл. П1.1);  $m_N$  – коэффициент светового климата (табл. П1.3).

При боковом одностороннем освещении суммарная площадь световых проёмов определяется по формуле:

$$S_0 = S_n \frac{e_n \eta_0 K_3 K_{зд}}{100 \tau_0 \tau_1}, \text{ м}^2,$$

где  $S_0$  – суммарная площадь всех световых проёмов,  $\text{м}^2$ ;  $S_n$  – площадь пола помещения,  $\text{м}^2$ ;  $e_n$  – нормированное значение КЕО.;  $\eta_0$  – световая характеристика окна (табл. П1.5);  $K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светопропускающего материала светового проёма (табл. П1.2);  $K_{зд}$  – коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями (табл. П1.6);  $\tau_1$  – коэффициент, учитывающий отражённый свет (табл. П1.9);  $\tau_0$  – общий коэффициент светопропускания светового проёма:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4;$$

где  $\tau_1$  – коэффициент светопропускания материала (табл. П1.7);  $\tau_2$  – коэффициент, учитывающий потери света в переплётах окна (табл. П1.7);  $\tau_3$  – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (табл. П1.7), при отсутствии несущих конструкций принимается равным 1;  $\tau_4$  – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (табл. П1.8).

Количество световых проёмов определяется по формуле:

$$n = \frac{S_0}{S_1},$$

где  $S_1$  – площадь одного светового проёма,  $\text{м}^2$ .

## Искусственное освещение

Наиболее распространённым является общее и комбинированное (общее + местное) освещение. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается. В зависимости от расположения оборудования общее освещение может быть равномерным или локализованным.

Для нормирования освещённости рабочих мест все работы разбиты на разряды, учитывающие их точность, связанную с наименьшими размерами объектов различения и угловых размеров объекта (табл. П1.1).

При расчёте искусственного освещения необходимо учитывать размеры освещаемого помещения, характер среды в нём, точность выполняемой работы, контраст объекта различения.

Расчёт общего искусственного освещения рекомендуется проводить в следующем порядке.

1. Выбор типа источника света. Если температура в помещении не понижается ниже  $10^\circ\text{C}$  и нет опасности стробоскопического эффекта, то следует использовать наиболее экономичные газоразрядные лампы.

2. Обоснованно выбирают систему освещения (общее или комбинированное). При выборе необходимо учитывать, что система комбинированного освещения экономичнее, а система общего освещения равномернее распределяет световую энергию. Для освещения рабочих мест высоких зрительных разрядов следует применять комбинированное освещение.

3. Выбор типа светильника. Основанием для выбора светильника являются требования взрыво- и пожароопасности, загрязнённости воздушной среды, требования к распределению яркости в поле зрения.

4. Распределение светильников по помещению. При этом необходимо учитывать неравномерность освещения, высоту подвеса и способ крепления светильников. Выполняется графическим способом:

– вычерчиваются в масштабе эскизы плана и разреза помещения (см. рис. П1.1. и П1.2);

– светильники устанавливаются по вершинам квадратных полей, расположенных параллельно стене, или по вершинам квадратных полей, расположенных диагонально. Расстояние между светильниками  $l$  определяется из условия обеспечения равномерного распределения освещённости:

$$l/h = \lambda,$$

где  $h$  – расстояние от оси лампы до рабочей освещаемой поверхности;  $\lambda$  – коэффициент распределения света данным типом светильника [4];

– расстояние от крайних светильников до стены принимается равным  $b = (0,3 \dots 0,5) \cdot l$ , при этом  $b = 0,5 \cdot l$  принимают при наличии у стены прохода.

5. Определение нормированной освещённости на рабочем месте. В расчёте освещения этот момент является самым ответственным. Вначале устанавливают разряд выполняемой работы по наименьшему размеру объекта различения. Затем оценивают фон и контраст объекта с фоном и в соответствии с выбранным источником света и системой освещения выбирают нормированную освещённость (табл. П1.1).

6. Расчёт светового потока одного светильника. По установленной величине освещённости с учётом коэффициентов запаса и неравномерности освещения по методу светового потока определяют световой поток одного светильника:

$$F_{л} = \frac{E_{н} S Z K}{N \eta}, \text{ лм},$$

где  $E_{н}$  – нормируемая освещённость рабочей поверхности, лк;  $S$  – площадь освещаемой поверхности, м<sup>2</sup>;  $Z$  – коэффициент минимальной освещённости (принимается равным 1,15 для ламп накаливания и 1,1 для люминесцентных);  $K$  – коэффициент запаса (табл. П1.2);  $N$  – количество ламп, размещённых на плане помещения;  $\eta$  – коэффициент использования светового потока (табл. П1.10).

7. Выбор ближайшей стандартной лампы проводят по данным табл. П1.11, при этом необходимо учитывать, что люминесцентные лампы допускают установку нескольких единиц в одном светильнике.

8. Обратным расчётом проверяют фактическую освещённость и отклонение от расчётного значения. Допустимые отклонения (–10...+20) %. При больших отклонениях изменяют схему расположения светильников или мощность ламп.

9. Определение электрической мощности осветительной установки:

$$P = P_{л.таб} N, \text{ Вт.}$$

### Расчёт прожекторного освещения территории

Освещённость рабочей площадки должна составлять не менее 2 лк. Для общего равномерного освещения следует предусматривать:

- светильники с лампами накаливания – при ширине площадки до 20 м;
- осветительные приборы с лампами типа ДРЛ – при ширине площадки до 150 м;
- прожекторы с лампами накаливания и ДРИ – при ширине площадки от 150 до 300 м.

Расчёт проводится методом компоновки изолуокс [9].

1. Принимают минимальную нормируемую освещённость  $E_{н}$  (лк) горизонтальной поверхности освещаемой рабочей площадки в зависимости от участка или вида работ [24 – 26].

2. По табл. П1.12 выбирают тип прожектора, тип лампы и минимально допустимую высоту установки прожекторов  $h_0$  (м) при нормируемой освещённости  $E_{н}$ .

3. По табл. П1.13, П1.14 принимают рекомендуемую высоту мачты  $h > h_0$ .

4. Вычисляют расчётную освещённость  $e$  горизонтальной освещаемой поверхности рабочей площадки

$$e = 0,5 E_{н} K,$$

где  $K$  – коэффициент запаса, равный 1,5 для прожекторов с лампами накаливания и 1,7 – с газоразрядными источниками света.

5. Вычисляют значение  $eh^2$  и по табл. П1.15 определяют оптимальный угол наклона оси прожектора в вертикальной плоскости  $\theta$ , град, который соответствует максимальной площади, охватываемой изолюксой.

6. Вычисляют радиус «мёртвого пространства» у основания мачты  $R$ , м:

$$R = h \operatorname{tg} (45 - \theta).$$

Если радиус попадает в пределы площади, требующей освещения, то устанавливают дополнительные светильники или сильно наклонённые прожекторы.

7. Рассчитывают и строят в масштабе рабочей площадки изолюксу горизонтальной освещённости  $\epsilon$ :

1) Задаться величиной  $x$ , кратной  $h/2$  ( $x$  – расстояние от основания мачты до освещаемой точки горизонтальной поверхности) и найти ряд значений  $x' = x/h$  (значения  $x$  должны охватывать всю площадку).

2) Заполнить таблицу значений, выполнив следующие пункты:

$x$ , м	$x'$	$\xi$	$\rho$	$\rho^3$	$\epsilon$ , клк	$\eta$	$y$ , м
...	0,25	...	...	...	...	...	...
...	0,5	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...

а) выписать из табл. П1.16 значения  $\xi$ ,  $\rho$ ,  $\rho^3$  для первого значения  $x'$ . Найти освещённость на условной поверхности  $\epsilon$ :

$$\epsilon = \epsilon \rho^3 h^2;$$

б) по графику изолюкс [9] на условной плоскости найти  $\eta$  как абсциссу точки, ордината которой равна  $\xi$ , а освещённость  $\epsilon$ ;

в) вычислить  $y$ :

$$y = \eta \rho h;$$

г) построить две точки изолюксы:  $M_1^1(x, y)$  и  $M_1^2(x, -y)$ ;

д) найти координаты точек изолюксы для оставшихся значений  $x'$ .

3) По полученным значениям  $x$  и  $y$  построить изолюксу горизонтальной освещаемой рабочей площадки в координатах  $y = f(x)$ , соединив точки  $M_1^1, M_1^2, \dots, M_n^1, M_n^2$  плавной линией.

8. Начертить план освещаемой горизонтальной площадки в том же масштабе, что и масштаб изолюксы.

9. Компонуют изолюксы на освещаемой рабочей площадке. Для этого вырезают из кальки изолюксы, накалывают в намеченные места мачты и, поворачивая изолюксы, выбирают вариант размещения, обеспечивающий хорошее заполнение площадки при наименьшем количестве прожекторов. При этом в точках пересечения или касания изолюкс освещённость равна  $2\epsilon$ , а внутри изолюкс обеспечивается более высокая освещённость.

### 2.3.2. Вентиляция производственных помещений

Требования к вентиляции и кондиционированию воздуха, а также отоплению производственных зданий определяются «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий – СН 245–71». Вытяжная или приточно-вытяжная общеобменная вентиляция позволяет удалять загрязнённый и перегретый воздух из всего объёма помещения. Количество воздуха, необходимого для обеспечения требуемых параметров среды в рабочей зоне, определяется по количеству вредных веществ, избыточных влаговывделений и тепловывделений. При наличии в помещении одновременно вредных выделений,

тепла и влаги за расчётную величину требуемого объёма воздуха принимают наибольшую из полученных для каждого вида производственных вредностей.

При локальных вредных выделениях чаще всего целесообразно применять местную вентиляцию. В ряде случаев местная вентиляция выполняется в качестве дополнения к общеобменной. При расчёте местной вентиляции могут быть выбраны пылеотделители и трубопроводы; стружкоотделитель (циклон); пылеотделитель (фильтр).

Задачей расчёта вентиляции является определение мощности электродвигателя вентилятора:

$$N = \frac{V \Delta p \beta}{1000 \eta}, \text{ кВт},$$

где  $V$  – объёмный расход воздуха, м<sup>3</sup>/с;  $\Delta p$  – полное гидравлическое сопротивление сети, Па;  $\eta$  – общий КПД вентиляционной установки;  $\beta$  – коэффициент запаса мощности.

1. Определение объёмного расхода воздуха.

1) При расчёте *местной вентиляции* для удаления пыли определенного размера задаются площадью сечения приёмника (зонта) с учётом дополнительных отверстий и длиной воздухопровода; устанавливают расположение и конструктивный состав вентиляционной установки; определяют плотность и динамическую вязкость удаляемого воздуха при температуре рабочей зоны. Вычисляют критерий Архимеда  $Ar$ , характеризующий силу, необходимую для перевода частиц пыли во взвешенное состояние:

$$Ar = \frac{d^3 \rho \rho_c g}{\mu_c^2},$$

где  $d$  – диаметр частицы пыли, м;  $\rho$  – плотность частицы, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_c$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu_c$  – динамическая вязкость воздуха, Па·с.

По найденному значению  $Ar$  определяются критерий Рейнольдса  $Re_{\text{вит}}$  и скорость, при которой частицы пыли переходят во взвешенное состояние:

$$Re_{\text{вит}} = \frac{Ar}{18 + 0,61 \sqrt{Ar}},$$

$$w_{\text{вит}} = \frac{Re_{\text{вит}} \mu_c}{d \rho_c}, \text{ м/с}.$$

Вычисляется объёмный расход удаляемого запылённого воздуха:

$$V = w_{\text{пр}} (F_{\text{раб}} + F_{\text{доп}}) \alpha + V_t, \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $w_{\text{пр}} = 1,2 w_{\text{вит}}$ , м/с;  $\alpha$  – коэффициент запаса ( $\alpha = 1,1 \dots 1,3$ );  $V_t$  – объёмный расход выделяющейся пыли, м<sup>3</sup>/с;  $F_{\text{раб}}$ ,  $F_{\text{доп}}$  – площади сечения вытяжного отверстия и дополнительных отверстий, м<sup>2</sup>.

2) При расчёте *общеобменной вентиляции* необходимо учесть все факторы, ухудшающие качество воздуха рабочей зоны (избыточная теплота, избыточная влажность, выделение вредных веществ).

Количество воздуха  $V$ , которое надо подать в помещение для *поглощения избыточной теплоты*, определяется формулой

$$V = \frac{Q_{\text{изб}}}{c \rho (t_{\text{уд}} - t_{\text{нар}})}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $Q_{\text{изб}}$  – количество выделяющегося избыточного тепла, Вт;  $c$  – удельная теплоёмкость воздуха, Дж/(кг·°С);  $\rho$  – плотность поступающего (наружного) воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $t_{\text{уд}}$ ,  $t_{\text{нар}}$  – температура удаляемого и наружного воздуха, соответственно, °С.



Температура удаляемого воздуха определяется по формуле

$$t_{уд} = t_{рз} + \Delta t(H - h_{рз}), \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $t_{рз}$  – температура рабочей зоны, определяемая с учётом категории работы и времени года по СН 245–71,  $^\circ\text{C}$ ;  $\Delta t$  – температурный градиент по высоте помещения,  $\Delta t = 0,5 \dots 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{м}$ ;  $H$  – расстояние от пола до центра вытяжных проёмов, м;  $h_{рз}$  – высота рабочей зоны, м.

Температура поступающего воздуха принимается равной средней температуре июля для данного населённого пункта.

Избыточная теплота определяется теплом, излучаемым от людей  $Q_{люд}$ , электрооборудования  $Q_{обор}$ , нагретых поверхностей  $Q_{обор}$ , осветительных приборов  $Q_{осв}$ , солнечной радиации  $Q_{рад}$ .

Количество воздуха  $V$ , которое надо подать в помещение для *компенсации избыточной влажности*, определяется формулой

$$V = \frac{M_{изб}}{\rho(x_{вн} - x_{нар})}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $M_{изб}$  – количество выделяющейся избыточной влаги, кг/с;  $\rho$  – плотность поступающего воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $x_{вн}$ ,  $x_{нар}$  – влагосодержание удаляемого и поступающего воздуха, кг влаги/кг воздуха, определяются по температурам и относительным влажностям в помещении и вне его с использованием  $I$ - $x$ -диаграммы воздуха (рис. П2.3).

Количество воздуха  $V$ , которое надо подать в помещение для *разбавления вредных веществ* до безопасных концентраций, определяется по формуле

$$V = \frac{G}{q_{ПДК} - q_0}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $G$  – количество выделяющихся вредных веществ, мг/с;  $q_{ПДК}$  – предельно допустимая концентрация, мг/м<sup>3</sup>;  $q_0$  – концентрация вредного вещества в поступающем воздухе, мг/м<sup>3</sup> (не должна превышать 30 % от ПДК).

В случаях, когда количество выделяемых вредных веществ в воздух помещений трудно определить, допускается рассчитывать количество вентиляционного воздуха по кратности воздухообмена, установленного ведомственными нормативными документами. *Кратность воздухообмена  $K$*  показывает, сколько раз в течение часа воздух в помещении должен быть заменён полностью:

$$K = \frac{V}{V_{п}} \cdot 3600, \text{ ч}^{-1},$$

где  $V$  – объём воздуха для вентиляции, м<sup>3</sup>/с;  $V_{п}$  – объём помещения, м<sup>3</sup>.

Расходы воздуха, необходимые для корректировки параметров микроклимата по избыточному теплу, влаговыделениям и выделениям вредных веществ, рассчитываются отдельно, причём для дальнейших расчётов используют максимальную из полученных величин.

2. Определение полного гидравлического сопротивления производят следующим образом:

а) вычерчивают схему вентиляционной сети с поворотами, переходами, воздухораспределительными устройствами, разбивают её на участки;

б) с учётом оптимальной скорости движения воздуха в воздуховодах (5...12 м/с) рассчитывают их поперечное сечение по участкам:

$$d_{в} = \sqrt{V/0,785 w_{в}} ;$$

в) определяют гидродинамические константы воздуха при температуре удаляемого воздуха для вытяжной вентиляции и при температуре поступающего воздуха – для приточной;

г) рассчитывают потери напора на прямых участках труб, учитывая шероховатость материала воздуховодов [8]:

$$\Delta p_{\text{ск}} = \frac{\rho_c w_{\text{в}}^2}{2}; \quad \Delta p_{\text{тр}} = \lambda \frac{l}{d_{\text{в}}} \Delta p_{\text{ск}};$$

д) определяют местные потери напора в фасонных частях воздуховода (переходы, колена, жалюзи) [8]:

$$\Delta p_{\text{м.с.}} = \sum_{i=1}^n \xi \Delta p_{\text{ск}};$$

д) определяют суммарные потери на участках и в целом по линии:

$$\Delta p = \Delta p_{\text{ск}} + \Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{м.с.}} + \Delta p_{\text{под}} + \Delta p_{\text{доп}} + \Delta p_{\text{оч}},$$

где  $\Delta p_{\text{ск}}$  – затраты давления на создание скорости потока на выходе из сети;  $\Delta p_{\text{тр}}$  – потери давления на преодоление сопротивления трения по длине трубы;  $\Delta p_{\text{м.с.}}$  – потери давления на преодоление местных сопротивлений;  $\Delta p_{\text{под}}$  – затраты давления на подъём жидкости ( $\rho g h_{\text{под}}$ );  $\Delta p_{\text{доп}}$  – разность давлений в пространстве нагнетания ( $p_2$ ) и в пространстве всасывания ( $p_1$ );  $\Delta p_{\text{оч}}$  – гидравлическое сопротивление очистного устройства (фильтра, циклона);

е) зная общий расход и полное гидравлическое сопротивление воздуховода, подбирают вентилятор. Подбирают исполнение электродвигателя с учётом категории и класса помещения; рассчитывают мощность электродвигателя. Общий КПД вентиляционной установки  $\eta$  рассчитывается [8] по формуле:

$$\eta = \eta_{\text{в}} \eta_{\text{п}} \eta_{\text{д}},$$

где  $\eta_{\text{в}}$  – КПД вентилятора;  $\eta_{\text{п}}$  – КПД передачи;  $\eta_{\text{д}}$  – КПД двигателя.

Коэффициент запаса мощности выбирается в зависимости от величины  $N$  по справочным данным [8].

### 2.3.3. Молниезащита промышленных зданий и сооружений

Молниезащита включает комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, предохранения зданий, сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загораний и разрушений, возможных при воздействии молнии.

В соответствии с назначением зданий и сооружений необходимость выполнения молниезащиты и тип зоны защиты определяют в зависимости от среднегодовой продолжительности гроз, а также от ожидаемого количества поражений здания в год.

Здания и сооружения, отнесённые к 1-й и 2-й категориям молниезащиты, должны быть защищены от прямых ударов молнии, вторичных проявлений молнии и заноса высокого потенциала через наземные, надземные и подземные металлические коммуникации. Здания и сооружения, отнесённые к 3-й категории молниезащиты, должны быть защищены от прямых ударов молнии и заноса высокого потенциала.

Наружные установки, отнесённые ко 2-й категории молниезащиты, должны быть защищены от прямых ударов и вторичных проявлений молнии, а наружные установки 3-й категории молниезащиты – от прямых ударов молнии.

При определении размеров и формы защиты необходимо учитывать высоту и форму защищаемого здания и сооружения. Для создания зон защиты применяют одиночный стержневой молниеотвод, двойной стержневой молниеотвод, многократный стержневой молниеотвод; одиночный, двойной или многократный тросовый молниеотвод.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода представляет собой круговой конус, размер зоны защиты при этом рассчитывают исходя из высоты молниеотвода. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода имеет две торцевые и внутреннюю области. Зона защиты многократного стержневого молниеотвода определяется как зона защиты попарно взятых соседних стержневых молниеотводов.

Габариты зоны защиты одиночного тросового молниеотвода определяются высотой подвеса троса в середине пролёта.

### Устройство молниезащиты

Молниезащита 1-й категории от прямых ударов молнии должна выполняться отдельно стоящими стержневыми или тросовыми молниеотводами. Здания и сооружения должны вписываться в зону защиты, при этом необходимо обеспечить расположение молниеотводов от защищаемого объекта на рекомендуемом расстоянии как по воздуху, так и от подземных коммуникаций. Наименьшее допустимое расстояние определяют для любого типа молниеотвода в зависимости от высоты здания, конструкции заземлителя и эквивалентного удельного сопротивления грунта.

Молниезащита зданий и сооружений 2-й категории от прямых ударов молнии осуществляется установленными на защищаемом объекте стержневыми или тросовыми молниеотводами. При установке отдельно стоящих молниеотводов расстояние от них по воздуху и земле до защищаемого объекта и вводимых в него коммуникаций не нормируется. На зданиях с металлической кровлей её используют в качестве молниеприёмника. При этом все выступающие неметаллические элементы здания должны быть оборудованы молниеприёмниками, присоединёнными к металлической кровле.

Наружные установки, содержащие горючее и сжиженные газы или ЛВЖ, должны быть защищены следующим образом:

– корпуса установок из железобетона, металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине металла крыши менее 4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на защищаемом объекте или отдельно стоящими;

– металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине крыши 4 мм и более, а также отдельные резервуары объёмом менее 200 м<sup>3</sup> независимо от толщины металла крыши, а также металлические кожуха теплоизолированных установок достаточно присоединить к заземлителю.

Молниезащита от прямых ударов молнии зданий и сооружений 3-й категории выполняется так же, как и молниезащита 2-й категории.

Молниезащита неметаллических труб, башен, вышек высотой более 15 м от прямых ударов молнии должна быть выполнена установкой на этих сооружениях:

- при высоте до 50 м – одного стержневого молниеприёмника высотой не менее 1 м;
- при высоте от 50 до 150 м – двух стержневых молниеприёмников высотой не менее 1 м, объединённых на верхнем торце трубы;
- при высоте более 150 м – не менее трёх молниеприёмников или стального кольца сечением не менее 160 мм<sup>2</sup>.

Для производственного здания, имеющего габаритные размеры  $L_{зд}$  (длина), м;  $B_{зд}$  (ширина), м;  $h_{зд}$  (высота), м, параметры зоны защиты определяются следующим образом.

1. По табл. П1.30 определить среднегодовую продолжительность гроз, ч, в районе расположения здания.

2. Определить ожидаемое количество поражений молнией в год для зданий прямоугольной формы:

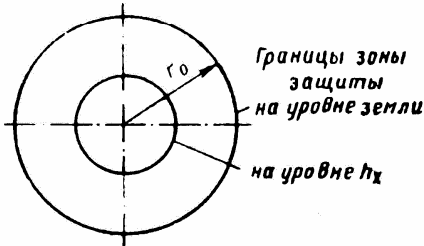
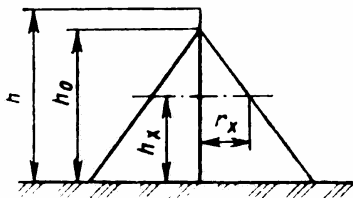
$$N = [(B_{зд} + 6h_{зд})(L_{зд} + 6h_{зд}) - 7,7 h_{зд}^2] n \cdot 10^{-6},$$

где  $n$  – среднегодовое число ударов молнии в 1 км<sup>2</sup> земной поверхности в районе расположения здания (табл. П1.31).

3. По табл. П1.32 определить категорию молниезащиты и тип зоны защиты.

4. Рассчитать параметры зоны защиты.

1) Одиночный стержневой молниеотвод. Зона защиты представляет собой конус, вершина которого находится на высоте  $h_0$ .



Зона А.

$$h_0 = 0,85 h$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002h)h$$

$$r_x = (1,1 - 0,002h)(h - h_{зд}/0,85)$$

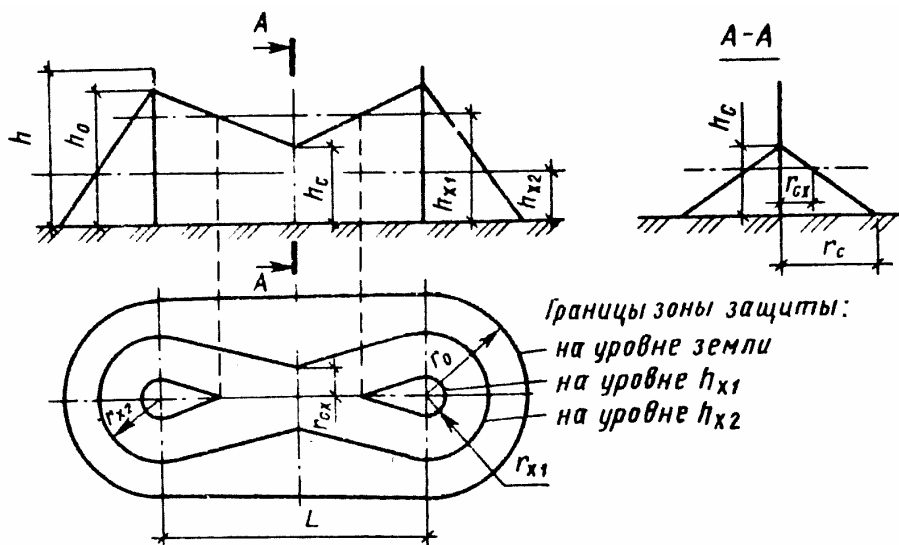
Зона Б.

$$h_0 = 0,92 h$$

$$r_0 = 1,5h$$

$$r_x = 1,5(h - h_{зд}/0,92)$$

2) Двойной стержневой молниеотвод со стержнями равной высоты. Зона защиты имеет две торцевые области и внутреннюю область. Габариты торцевых областей определяют по формулам для одиночных стержневых молниеотводов. Внутренняя зона защиты имеет следующие габариты:



Зона А.

$L \leq h$	$h_c = h_0$ $r_{cx} = r_x$ $r_c = r_0$
$h < L \leq 2h$	$h_c = h_0 - (0,17 + 0,0003h)(L - h)$ $r_{cx} = r_0(h_c - h_{зд})/h_c$ $r_c = r_0$
$2h < L \leq 4h$	$h_c = h_0 - (0,17 + 0,0003h)(L - h)$ $r_{cx} = r_c(h_c - h_{зд})/h_c$ $r_c = r_0[1 - 0,2(L - 2h)/h]$

Зона Б.

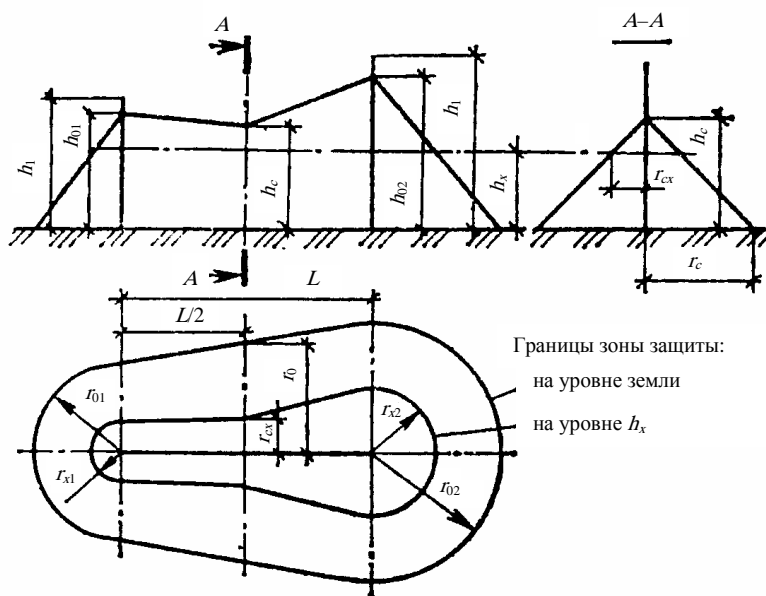
$L \leq h$	$h_c = h_0$ $r_{cx} = r_x$ $r_c = r_0$
$h < L \leq 6h$	$h_c = h_0 - 0,14(L - h)$ $r_{cx} = r_0(h_c - h_{зд})/h_c$ $r_c = r_0$

3) Двойной стержневой молниеотвод с разновысокими стержнями. Габариты торцевых областей зон защиты  $h_{01}, r_{01}, h_{02}, r_{02}, r_{x1},$  и  $r_{x2}$ . Значения  $h_{c1}$  и  $h_{c2}$  определяют по формулам для двойного стержневого молниеотвода с высотой  $h = h_1$  и  $h = h_2$ . Габариты внутренней области зоны защиты определяются по следующим формулам:

$$h_c = (h_{c1} + h_{c2})/2;$$

$$r_{cx} = r_c(h_c - h_{3д})/2;$$

$$r_c = (r_{01} + r_{02})/2.$$



4) Одиночный тросовый молниеотвод. Габариты зоны защиты определяются высотой троса  $h$  в середине пролёта. При высоте опор  $h_{оп}$  и длине пролёта  $a$  высоту троса определяют по формулам:

$$h = h_{оп} - 2 \quad \text{при } a \leq 120 \text{ м};$$

$$h = h_{оп} - 3 \quad \text{при } 120 < a < 150 \text{ м}.$$

Зоны защиты имеют следующие габариты:

Зона А.

$$h_0 = 0,85h$$

$$r_0 = (1,35 - 0,0025h)h$$

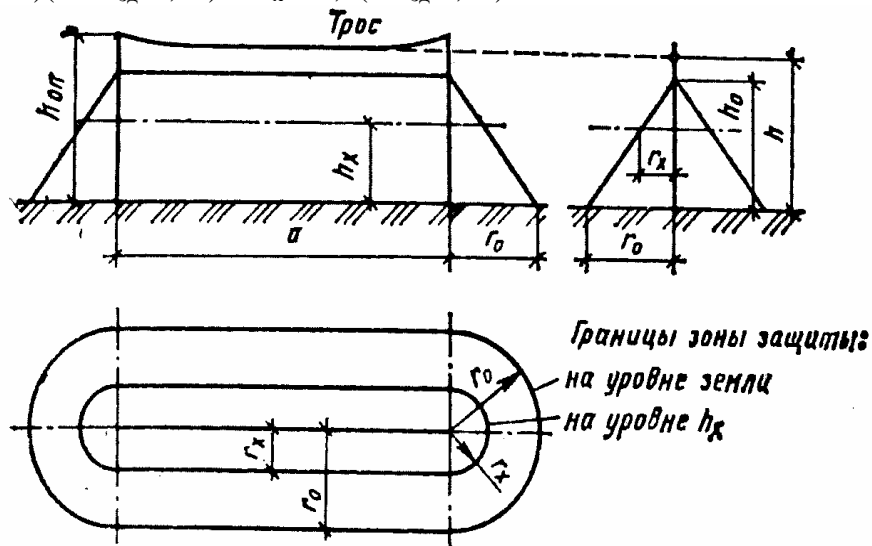
$$r_x = (1,35 - 0,0025h)(h - h_{3д}/0,85)$$

Зона Б.

$$h_0 = 0,92h$$

$$r_0 = 1,7h$$

$$r_x = 1,7(h - h_{3д}/0,92)$$



5. Начертить схему молниеотвода
6. Определить, эффективно ли рассчитанное устройство молниезащиты для обеспечения безопасности производственного здания от прямых ударов молнии.

#### **2.3.4. Защита от электрического тока**

Организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасности при эксплуатации электроустановок указаны в «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также в «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок».

Технические способы и средства обеспечения электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.019–79 разделены на две группы: обеспечивающие защиту от случайного прикосновения к токоведущим частям и защищающие от поражения током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции или по иным причинам.

В промышленности повышенное внимание уделяют качеству изоляции и контролю её состояния, а также мерам защиты от поражения током в случае перехода напряжения на токоведущие части электроприёмников, прежде всего вследствие повреждения (недопустимого снижения сопротивления) изоляции. Согласно ПУЭ для защиты от поражения током в случае повреждения изоляции необходимо применять, по крайней мере, одну из следующих мер: заземление, зануление, защитное отключение, разделительный трансформатор, малое напряжение, двойную изоляцию, выравнивание потенциалов.

#### **Рекомендации по применению и устройству защитного заземления и зануления**

Заземление следует применять в сетях напряжением до 1 кВ переменного тока – трёхфазных трёхпроводных с изолированной нейтралью, однофазных двухпроводных, изолированных от земли, а также постоянного тока двухпроводных с изолированной средней точкой обмоток источника тока; в сетях напряжением выше 1 кВ переменного и постоянного тока с любым режимом нейтральной или средней точки обмоток источников тока.

Зануление следует выполнять в трёхфазных четырёхпроводных сетях напряжением до 1 кВ с глухозаземлённой нейтралью, в однофазных двухпроводных сетях переменного тока с глухозаземлённым выводом источника тока, а также в трёхпроводных сетях постоянного тока с глухозаземлённой средней точкой источника. Применение в таких электроустановках заземления корпусов электроприёмников без их зануления не допускается.

Заземление или зануление электроустановок следует выполнять при напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока – во всех электроустановках, при минимальных напряжениях выше 42 В, но ниже 380 В переменного тока и свыше 110 В, но ниже 440 В постоянного тока – только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках.

Заземлению или занулению подлежат следующие части:

- а) корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.;
- б) приводы электрических аппаратов;
- в) вторичные обмотки измерительных трансформаторов;
- г) каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съёмные и открывающиеся части, если на последних установлено электрооборудование напряжением выше 42 В переменного или более 110 В постоянного тока;
- д) металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные соединительные муфты, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, металлические оболочки проводов, металлические рукава и трубы электропроводки;
- е) металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей и проводов напряжением до 42 В переменного или до 110 В постоянного тока, проложенных на общих металлических конструкциях;
- ж) металлические корпуса передвижных и переносных электроприёмников;
- з) оборудование, размещённое на движущихся частях станков, машин и механизмов.

Не требуется преднамеренно заземлять или занулять:

- а) корпуса электрооборудования, аппаратов и электромонтажных конструкций, установленных на заземлённых (занулённых) металлических конструкциях;

- б) конструкции при условии надежного электрического контакта между этими конструкциями и установленным на них заземленным или зануленным электрооборудованием;
- в) корпуса электроприёмников с двойной изоляцией;
- г) металлические скобы, закрепы, отрезки труб механической защиты кабелей в местах их прохода через стены.

Для заземления электроустановок, получающих энергию от одной сети, целесообразно устраивать общее заземляющее устройство. Если выполняется несколько заземляющих устройств, то они должны быть электрически соединены между собой.

### Расчёт защитного заземления

Расчёт заземлителей электроустановок напряжением до 1 кВ, а также свыше 1 до 35 кВ включительно выполняют обычно методом коэффициентов использования по допустимому сопротивлению заземлителя растеканию тока. При этом допускают, что заземлитель размещён в однородной земле.

Цель расчёта защитного заземления – определение количества электродов заземлителя и заземляющих проводников, их размеров и схемы размещения в земле, при которых сопротивление заземляющего устройства растеканию тока или напряжение прикосновения при замыкании фазы на заземлённые части электроустановок не превышают допустимых значений.

Для расчёта используются следующие исходные данные:

- характеристика установки (тип, вид оборудования, рабочие напряжения, суммарная мощность генераторов или трансформаторов, питающих данную сеть, режим нейтрали сети, способы её заземления и т.п.);
- план электроустановки с указанием размеров и размещения оборудования;
- удельное электрическое сопротивление земли на участке размещения заземлителя;
- вид, форма, размеры, материал электродов и заземляющих проводников, предназначенных для сооружения искусственного заземляющего устройства.

### Расчёт групповых заземлителей в однородной земле

Для заземления стационарных электроустановок наибольшее распространение получили групповые искусственные заземлители, размещённые в земле на определённой глубине. Они представляют собой систему одиночных электродов (вертикальных или горизонтальных), соединённых между собой горизонтальным проводником связи.

Одиночные вертикальные электроды располагают в ряд или по контуру. Расстояние  $a$  между соседними вертикальными электродами (если позволяют размеры отведённой под заземлитель площадки) рекомендуется брать не менее 2,5 м. Для заземлителей, расположенных в ряд, отношение  $a$  к длине  $l$  вертикального электрода предпочтительно выбирать равным 2–3, а при расположении электродов по контуру – равным 3.

Определяют сопротивление одиночного электрода с помощью соответствующих расчётных зависимостей (табл. П1.17, П1.22 – П1.25).

По напряжению сети и суммарной мощности используемого электрооборудования по ПУЭ определяют и обосновывают величину нормируемого сопротивления заземления  $R_n$ . При  $R_3 \leq R_n$  расчёт заканчивается.

При  $R_3 > R_n$  найти минимальное количество параллельно расположенных заземлителей:

$$n_1 = R_3 / R_n.$$

Определяют коэффициент использования параллельно расположенных заземлителей  $\eta$  (табл. П1.18, П1.20, П1.21).

Вычисляют количество параллельных заземлителей:

$$n = R_3 / (R_n \eta).$$

Уточняют коэффициент использования  $n$  параллельных заземлителей.

С учётом схемы размещения заземлителя в грунте рассчитывают длину  $L$  и сопротивление  $R_r$  горизонтальной полосы, соединяющей параллельные электроды (табл. П1.17).

Определяют коэффициент использования горизонтальной полосы  $\eta_r$  (табл. П1.19).

Результирующее сопротивление рассчитывается как параллельное соединение всех вертикальных электродов с соединительной полосой с учётом коэффициентов экранирования (коэффициентов использования):

$$R = R_3 R_r / (R_r n \eta + R_3 \eta_r).$$

Полученное значение сопротивления не должно превышать нормируемое значение ( $R \leq R_n$ ).

В то же время сопротивление  $R$  не должно быть значительно меньше предельно допустимого во избежание неоправданно больших экономических затрат на сооружение заземляющего устройства.

Если результаты расчёта не удовлетворяют установленным ограничениям, то изменяют параметры заземлителя, которыми предпочтительно варьировать в каждом конкретном случае, и расчёт повторяют заново. Таким образом, методом последовательного приближения добиваются выполнения указанных выше требований к сопротивлению заземляющего устройства.

### Расчёт зануления

Цель расчёта зануления – определить условия, при которых оно надёжно и быстро отключает повреждённую электроустановку от сети и одновременно обеспечивает безопасность прикосновения человека к занулённым частям установки в аварийный период (при замыкании фазы на корпус электроустановки или нулевой защитный проводник). Расчёт зануления включает расчёт на отключающую способность, расчёт заземления нейтрали, исходя из условия безопасности при замыкании фазы на землю, и расчёт повторных заземлений нулевого защитного проводника для обеспечения безопасности при замыкании фазы на корпус электроустановки.

1. *Расчёт на отключающую способность.* Согласно ПУЭ проводимость фазных и нулевых защитных проводников должна быть выбрана такой, чтобы при замыкании фазы на корпус или на нулевой защитный проводник возник ток короткого замыкания  $I_{к.з.}$ , превышающий не менее чем в 3 раза номинальный ток плавкого элемента ближайшего предохранителя (во взрывоопасных зонах в 4 раза); в 3 раза номинальный ток нерегулируемого расцепителя или уставку тока регулируемого расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратную зависимость от тока характеристику (во взрывоопасных зонах в 6 раз). Номинальный ток плавкойставки  $I_{ном}$  указан непосредственно на ней заводом-изготовителем.

При защите сетей автоматическими выключателями, имеющими только электромагнитный расцепитель, проводимость проводников должна обеспечивать ток не ниже уставки тока мгновенного срабатывания, умноженной на коэффициент, учитывающий разброс (по заводским данным), и на коэффициент запаса 1,1. При отсутствии заводских данных для автоматических выключателей с силой номинального тока до 100 А кратность тока короткого замыкания относительно уставки следует принимать не менее 1,4, а для автоматических выключателей с силой номинального тока более 100 А – не менее 1,25.

Требования к току короткого замыкания  $I_{к.з.}$  соответствуют условию

$$I_{к.з.} \geq k I_n, \quad (2.1)$$

где  $k$  – коэффициент кратности номинального тока  $I_n$  автоматической защиты.

Сила однофазного тока короткого замыкания  $I_{к.з.}$ , А, без учёта тока, проходящего через землю, значение которого незначительно, может быть определена по формуле

$$I_{к.з.} = \frac{U_\phi}{Z_T / 3 + Z_\phi + Z_{н.з.} + jX_n},$$

где  $U_\phi$  – фазное напряжение сети, В;  $Z_T$  – комплексное полное сопротивление обмоток трёхфазного источника тока (трансформатора), Ом;  $Z_\phi = R_\phi + jX_\phi$  – комплексное сопротивление фазного проводника,



Ом;  $Z_{н.3} = R_{н.3} + jX_{н.3}$  – комплексное полное сопротивление нулевого защитного проводника, Ом;  $R_{\phi}$  и  $R_{н.3}$  – активные сопротивления фазного и нулевого защитного проводников, Ом;  $x_{\phi}$  и  $x_{н.3}$  – внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого защитного проводников, Ом;  $x_{п}$  – внешнее индуктивное сопротивление петли фаза – нуль (фазный проводник – нулевой защитный проводник), Ом.

Модуль тока короткого замыкания, А, вычисляют по приближённой формуле (неточность около 5 % в сторону ужесточения требований безопасности):

$$I_{к.3} = U_{\phi} / (Z_{т}/3 + Z_{п}), \quad (2.2)$$

где  $Z_{т}$  и  $Z_{п}$  – модули сопротивления обмоток источника питания и полного сопротивления цепи фаза–нуль, Ом, причём

$$Z_{п} = \sqrt{(R_{\phi} + R_{н.3})^2 + (x_{\phi} + x_{н.3} + x_{п})^2}. \quad (2.3)$$

Активное сопротивление цепи фаза–нуль ( $R_{\phi} + R_{н.3}$ ), Ом, для проводников из цветных металлов определяют по формуле

$$(R_{\phi} + R_{н.3}) = \sum_{i=1}^n \rho_i l_i / s_i,$$

где  $\rho_i$  – удельное сопротивление материала  $i$ -го участка проводника (для меди  $\rho = 0,0175$  Ом·мм<sup>2</sup>/м, для алюминия  $\rho = 0,028$  Ом·мм<sup>2</sup>/м);  $l_i$  – длина, м,  $i$ -го участка проводника, имеющего одинаковое поперечное сечение  $s_i$ , мм<sup>2</sup>, и выполненного из одного материала;  $n$  – число  $i$ -х участков, образующих цепь фаза–нуль.

Активное  $R$  и внешнее индуктивное  $x_{п}$  сопротивления, Ом, фазного и нулевого защитного проводников из цветных металлов можно определить по погонным сопротивлениям  $R'$  и  $x'_{п}$ , Ом/км и длине  $l$ , м.

$$R = 10^{-3} R' l, \quad x_{п} = 10^{-3} x'_{п} l.$$

Внешнее индуктивное сопротивление  $x_{п}$ , Ом, двухпроводной линии с проводами круглого сечения одинакового диаметра  $d$ , м, находят по формуле  $x_{п} = 2 f \mu l \ln(2D/d)$ , где  $f$  – частота тока, Гц;  $\mu$  – абсолютная магнитная проницаемость среды, Гн/м;  $\mu = \mu_r \mu_0$ ;  $\mu_r$  – относительная магнитная проницаемость среды;  $\mu_0$  – магнитная постоянная, Гн/м;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ ;  $l$  – длина линии, м;  $D$  – расстояние между проводами линии, м.

Для линии длиной 1 км, расположенной в воздушной среде, при частоте тока 50 Гц  $x'_{п} = 0,1256 \ln(2D/d)$ .

В целях уменьшения внутреннего индуктивного сопротивления нулевые защитные проводники следует прокладывать совместно с фазными или в непосредственной близости от них. В приближённых расчётах  $x'_{п}$  принимают равным 0,3 Ом/км для внутренней проводки и 0,6 Ом/км для ВЛ (при расстояниях между проводами, соответствующих нормам).

Предварительно необходимо задаться профилем и сечением проводника, зная его длину и ожидаемое значение силы тока однофазного короткого замыкания  $I_{к.3}$ , А. Сечение выбирают из условия, чтобы плотность тока  $i_{к.3} = 0,5 \dots 2,0$  А/мм<sup>2</sup>. Для приближённых расчётов активное  $R_c$  и внутреннее индуктивное  $x_c$  сопротивления, Ом, стальных проводников можно определить в зависимости от поверхностной плотности, А/см, тока  $i_{к.3} = I_{к.3}/P$ , где  $P$  – периметр сечения проводника, см.

Внутреннее индуктивное погонное сопротивление медных и алюминиевых проводников сравнительно мало (около 0,0156 Ом/км), поэтому при их использовании величинами  $x_{\phi}$  и  $x_{н.3}$ , можно пренебречь.

Модули полных сопротивлений  $Z_{т}$  обмоток трёхфазных трансформаторов при вторичных напряжениях 400/230 В приведены для масляных и для сухих трансформаторов. При использовании трансформаторов со вторичным напряжением  $U_{\phi}$ , отличным от 230 В, приведённые в таблицах значения  $Z_{т}$  необходимо умножить на коэффициент  $(U_{\phi}/230)^2$ . Рекомендуется применять силовые трансформаторы со схемой включения обмоток «треугольник – звезда» ( $\Delta / Y_{п}$ ) при мощности 400 кВ·А и выше и «звезда–

зигзаг» ( $Y/Z_n$ ) при мощности 250 кВ А и ниже. Допускается устанавливать силовые трансформаторы со схемой соединения обмоток «звезда–звезда» ( $Y/Y_n$ ) независимо от мощности при условии соблюдения требований ПУЭ в отношении кратности тока однофазного короткого замыкания к номинальному току устройств максимальной токовой защиты.

Используя приведённые выше расчётные зависимости, с помощью выражения (2.2) определяют ток однофазного короткого замыкания и проверяют выполнение условия (2.1) для выбранных средств автоматической защиты. Если условие (2.1) не выполняется, то необходимо увеличить сечение проводников и в первую очередь нулевого защитного проводника.

2. *Расчёт заземления нейтрали и повторных заземлителей.* Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали источников питания (трансформаторов), не должно превышать значения, указанного в [4]. Эти сопротивления должны быть обеспечены с учётом использования естественных заземлителей и заземлителей повторных заземлений нулевого проводника ВЛ напряжением до 1 кВ при числе отходящих линий не менее двух. При этом следует устраивать искусственные заземлители, сопротивление которых приведено в [4].

На концах ВЛ или ответвлённых длиной более 200 м, а также на вводах в здания, электроустановки которых подлежат занулению, следует выполнять повторное заземление нулевого провода. При размещении электроустановок, подлежащих занулению, вне зданий расстояние электроустановки до ближайшего заземлителя повторного заземления нулевого провода ВЛ или до заземлителя нейтрали должно быть не более 100 м. Общее сопротивление заземляющих устройств всех повторных заземлений нулевого провода каждой ВЛ, а также каждого повторного заземлителя, не должно превышать значений, указанных в [4]. Рекомендации по конструктивному выполнению заземляющих устройств в системе зануления даны в [4]. Проектный расчёт заземления нейтрали источника питания и повторного заземления выполняется аналогично расчёту защитного заземления электроустановок.

### 2.3.5. Безопасность эксплуатации сосудов и аппаратов, работающих под давлением

Сосуды, работающие под давлением – это герметически закрытые ёмкости, предназначенные для ведения химических и тепловых процессов, а также для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворённых газов и жидкостей под давлением.

Основная опасность при работе таких сосудов заключается в возможности их разрушения при физическом взрыве среды. Наиболее частыми причинами аварий и взрывов сосудов, работающих под давлением, являются: несоответствие конструкции максимально допустимому давлению и температурному режиму, повышение давления сверх предельного, потеря механической прочности аппарата (коррозия, внутренние дефекты металла, местные перегревы), несоблюдение установленного режима, отсутствие необходимого технического надзора.

Нормальные условия работы таких аппаратов регламентируются «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (ПБ 03-576–03). Данные правила распространяются на:

- сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше 115 °С или других нетоксичных, невзрывопожароопасных жидкостей при температуре, превышающей температуру кипения при давлении 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>);
- сосуды, работающие под давлением пара, газа или токсичных взрывопожароопасных жидкостей свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>); баллоны, предназначенные для транспортировки и хранения сжатых, сжиженных и растворённых газов под давлением свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>);
- цистерны и бочки для транспортировки и хранения сжатых и сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50 °С превышает давление 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>);
- цистерны и сосуды для транспортировки или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление выше 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) создается периодически для их опорожнения;
- барокамеры.

Правила не распространяются на:

- сосуды атомных энергетических установок, а также сосуды, работающие с радиоактивной средой;
- сосуды вместимостью не более 0,025 м<sup>3</sup> (25 л) независимо от давления, используемые для научно-экспериментальных целей. При определении вместимости из общей ёмкости сосуда исключается объём,

занимаемый футеровкой, трубами и другими внутренними устройствами. Группа сосудов, а также сосуды, состоящие из отдельных корпусов и соединённые между собой трубами с внутренним диаметром более 100 мм, рассматриваются как один сосуд;

– сосуды и баллоны вместимостью не более 0,025 м<sup>3</sup> (25 л), у которых произведение давления в МПа (кгс/см<sup>2</sup>) на вместимость в м<sup>3</sup> (литрах) не превышает 0,02 (200);

– сосуды, работающие под давлением, создающимся при взрыве внутри них в соответствии с технологическим процессом или горении в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза;

– сосуды, работающие под вакуумом;

– сосуды, устанавливаемые на морских, речных судах и других плавучих средствах (кроме драг);

– сосуды, устанавливаемые на самолётах и других летательных аппаратах;

– воздушные резервуары тормозного оборудования подвижного состава железнодорожного транспорта, автомобилей и других средств передвижения;

– сосуды специального назначения военного ведомства;

– приборы парового и водяного отопления;

– трубчатые печи;

– сосуды, состоящие из труб с внутренним диаметром не более 150 мм без коллекторов, а также с коллекторами, выполненными из труб с внутренним диаметром не более 150 мм;

– части машин, не представляющие собой самостоятельных сосудов (корпуса насосов или турбин, цилиндры двигателей паровых, гидравлических, воздушных машин и компрессоров).

Правила устанавливают специальные требования к конструкции и материалам сосудов, к их изготовлению, монтажу, установке, регистрации, техническому освидетельствованию, содержанию и обслуживанию. В качестве устройств, защищающих аппараты, работающие под давлением, от взрыва, могут быть использованы предохранительные клапаны и мембраны.

### Расчёт рабочей толщины разрывной мембраны

В аппарате с рабочей средой поддерживается давление  $p_{\text{раб}}$  и температура  $t_c$ . Необходимо рассчитать толщину проката для изготовления разрывной предохранительной мембраны со сплошным куполом.

1. Используя данные (прил. 1), выбрать материал для изготовления мембраны.

2. По прил. 1 определить величину пробного давления  $p_{\text{п}}$ .

3. Определить давление срабатывания мембраны  $p_c$ , исходя из соотношения

$$p_{c \text{ min}} \leq p_c \leq p_{c \text{ max}},$$

где  $p_{c \text{ min}}$  – минимальное давление срабатывания мембраны,  $p_{c \text{ min}} = qp_{\text{раб}}$ ;  $q$  – коэффициент запаса, исключающий ложное срабатывание мембраны (прил. 1);  $p_{c \text{ max}}$  – максимальное давление срабатывания мембраны.

$$p_{c \text{ max}} = p_{\text{п}} [\sigma_t^t] / [\sigma_t^{20}],$$

где  $\sigma_t^t$  – допускаемое напряжение для материала аппарата по пределу текучести при рабочей температуре;  $\sigma_t^{20}$  – допускаемое напряжение для материала аппарата по пределу текучести при температуре 20 °С.

Давление срабатывания  $p_c$  принимаем равным среднему арифметическому минимального и максимального давления срабатывания мембраны.

4. Для разрывных мембран со сплошным куполом (см. рис. 2.1) толщина тонколистового проката  $h$  для изготовления мембраны определяется по формуле:

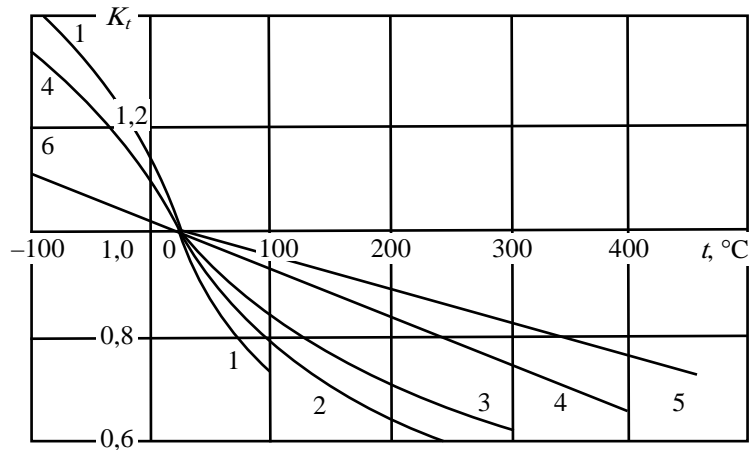
$$h = (p_c r) / (2 k_t \sigma_B), \text{ м,}$$

где  $r = \frac{D}{4} \sqrt{\frac{1+\delta}{\sqrt{1+\delta}-1}}$  – радиус кривизны, м;  $\delta$  – относительное удлинение при разрыве (прил. 1);  $k_t$  – температурный коэффициент (рис. П2.4);  $\sigma_b$  – предел прочности при одноосном растяжении, МПа (прил. 1);  $D$  – диаметр мембраны, м.

5. Для изготовления мембраны выбрать сорт металлопроката с толщиной, наиболее близкой к расчётной.

6. Определить, соответствует ли действительное давление срабатывания условию  $p_{c \min} \leq p_c \leq p_{c \max}$ :

$$p_{c.д} = (2k_t h \sigma_b) / r.$$



**Рис. 2.1. Зависимость коэффициента  $K_t$  от температуры для различных материалов:**

1 – алюминий; 2 – коррозионно-стойкая сталь; 3 – титан; 4 – никель;  
5 – монель; 6 – бериллиевая бронза

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

Приложение 1

**Таблица П1.1**

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение	Совмещённое освещение				
						Освещённость, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослеплённости и коэффициента пульсации		КЕО, е <sub>н</sub> , %					
						при системе комбинированного освещения		При системе общего освещения	При верхнем или комбинированном освещении		При боковом освещении		При верхнем или комбинированном освещении		При боковом освещении	
						Всего	В том числе от общего									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	a	Малый	Тёмный	5000	500	–	20	10	–	–	6,0	2,0		
						4500	500	–	10	10						
			б	Малый	Средний	4000	400	1250	20	10						
				Средний	Тёмный	3500	400	1000	10	10						
			в	Малый	Светлый	2500	300	750	20	10						
	Средний	Средний	Большой	Тёмный	2000	200	600	10	10							
	Средний	Большой	– " –	Средний	1500	200	400	20	10							
			г	– " –	Средний	1250	200	300	10	10						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Малой точности	Св. 1 до 5	V	a	Малый	Тёмный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6		
				Малый	Средний	–	–	200	40	20						
			б	Средний	Тёмный											
				Малый	Светлый	–	–	200	40	20						
	Средний	Средний	Большой	Тёмный	–	–	200	40	20							
	Средний	Большой	– " –	Средний	–	–	200	40	20							
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6			
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же	–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6			
Общее наблюдение за ходом производственного процесса:		VIII														
постоянное			a	– " –	–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6			
периодическое при постоянном пребывании людей в помещении			б	– " –	–	–	75	–	–	1	0,3	0,7	0,2			
периодическое при периодическом пребывании людей в помещении			в	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	–	–	50	–	–	0,7	0,2	0,5	0,2			
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г	То же	–	–	20	–	–	0,3	0,1	0,2	0,1			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	a	Малый Тёмный	Тёмный	4000 3500	400 400	– –	20 10	10 10	–	–	4,2	1,5
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	3000 2500	300 300	750 600	20 10	10 10				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	2000 1500	200 200	500 400	20 10	10 10				
			г	Средний Большой – " –	Светлый Светлый Средний	1000 750	200 200	300 200	20 10	10 10				
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	a	Малый Средний	Тёмный	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	–	–	3,0	1,2
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	Средний Большой – " –	Светлый – " – Средний	400	200	200	40	15				
Средней точности	Св.0,5 до 1,0	IV	a	Малый Средний	Тёмный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	500	200	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	400	200	200	40	20				
			г	Средний Большой – " –	Светлый – " – Средний	–	–	200	40	20				

Таблица П1.2

Помещения и территории	Примеры помещений	Искусственное освещение			Естественное освещение				
		Коэффициент запаса $K_z$			Коэффициент запаса $K_d$				
		Количество чисток светильников в год			Количество чисток остекления светопроёмов в год				
		Эксплуатационная группа светильников по приложению Г			Угол наклона светопропускающего материала к горизонту, град				
			1 – 4	5 – 6	7	0 – 15	16 – 45	46 – 75	76 – 90
1. Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне:									
а) св. 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов	$\frac{2,0}{18}$	$\frac{1,7}{6}$	$\frac{1,6}{4}$	$\frac{2,0}{4}$	$\frac{1,8}{4}$	$\frac{1,7}{4}$	$\frac{1,5}{4}$	
б) от 1 до 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона	$\frac{1,8}{6}$	$\frac{1,6}{4}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,6}{3}$	$\frac{1,5}{3}$	$\frac{1,4}{3}$	
в) менее 1 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	$\frac{1,5}{4}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{2}$	
г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих большой корродирующей способностью	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза	$\frac{1,8}{6}$	$\frac{1,6}{4}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{2,0}{3}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,7}{3}$	$\frac{1,5}{3}$	

Световые проёмы	Ориентация световых проёмов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата <i>m</i>				
		Номер группы административных районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах зданий	С	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ, СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	З, В	1	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ, ЮЗ	1	0,85	1	1,1	0,8
	Ю	1	0,85	1	1,1	0,75
В прямо-угольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	1	0,9	1,1	1,2	0,75
	СВ-ЮЗ ЮВ-СЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	В-З	1	0,9	1,1	1,2	0,7
В фонарях типа «Шед»	С	1	0,9	1,2	1,2	0,7
В зенитных фонарях	–	1	0,9	1,2	1,2	0,75

#### П1.4. Группы административных районов по ресурсам светового климата

Номер группы	Административный район
1	Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Нижегородская, Свердловская, Пермская, Челябинская, Курганская, Новосибирская, Кемеровская области, Республика Мордовия, Чувашская Республика, Удмуртская Республика, Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Красноярский край (севернее 63° с. ш.), Республика Саха (Якутия) (севернее 63° с. ш.), Чукотский автон. округ, Хабаровский край (севернее 55° с. ш.)
2	Брянская, Курская, Орловская, Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская, Самарская, Ульяновская, Оренбургская, Саратовская, Волгоградская области, Республика Коми, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Северная Осетия – Алания, Чеченская Республика, Республика Ингушетия, Ханты-Мансийский автон. округ, Республика Алтай, Красноярский край (южнее 63° с. ш.), Республика Саха (Якутия) (южнее 63° с. ш.), Республика Тыва, Республика Бурятия, Читинская область, Хабаровский край (южнее 55° с. ш.), Магаданская область, Сахалинская область

Но- мер груп- пы	Административный район
3	Калининградская, Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская, Ивановская, Ленинградская, Вологодская, Костромская, Кировская области, Республика Карелия, Ямало-Ненецкий автон. округ, Ненецкий автон. округ
4	Архангельская, Мурманская области
5	Республика Калмыкия, Ростовская, Астраханская области, Ставропольский край, Республика Дагестан, Амурская область, Приморский край, Краснодарский край

**П1.5. Значения световой характеристики  $\eta_0$  окон при боковом освещении**

Отношение длины помещения $l_n$ к его глубине $B$	Значение световой характеристики $\eta_0$ при отношении глубины помещения $B$ к его высоте от уровня рабочей поверхности до верха окна $h_1$							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	–

**П1.6. Значения коэффициента  $K_{зд}$ , учитывающего затенение окон противостоящими зданиями в зависимости от отношения расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданием  $P$  к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна  $H_{зд}$**

$P/H_{зд}$	$K_{зд}$
0,5	1,7
1	1,4
1,5	1,2
2	1,1
3 и более	1



### П1.7. Значения коэффициентов $\tau_1$ , $\tau_2$ и $\tau$

Вид светопропускающего материала	Значения $\tau_1$	Вид переплёта	Значения $\tau_2$	Несущие конструкции покрытий	Значения $\tau_3$
Стекло оконное листовое: одинарное двойное тройное	0,9	Переплёты для окон и фонарей промышленных зданий:  а) деревянные: одинарные спаренные двойные раздельные	0,75	Стальные фермы	0,9
	0,8				
Стекло витринное толщиной 6 – 8 мм	0,75	б) стальные: одинарные открывающиеся одинарные глухие двойные открывающиеся двойные глухие	0,7	Железобетонные и деревянные формы и арки	0,8
	0,8		0,6		
Стекло листовое армированное	0,6	Переплёты для окон жилых, общественных и вспомогательных зданий:  а) деревянные: одинарные спаренные двойные раздельные с тройным остеклением	0,75	Балки и рамы сплошные	0,8
	0,65		0,9		
Стекло листовое узорчатое	0,65	б) металлические: одинарные спаренные двойные раздельные с тройным остеклением	0,6	при высоте сечения: 50 см и более менее 50	0,9
	0,75		0,8		
Стекло листовое со специальными свойствами: солнцезащитное контрастное	0,9	Переплёты для окон жилых, общественных и вспомогательных зданий:  а) деревянные: одинарные спаренные двойные раздельные с тройным остеклением	0,8		
	0,6		0,75		
Органическое стекло: прозрачное молочное	0,5	б) металлические: одинарные спаренные двойные раздельные с тройным остеклением	0,5		
	0,55		0,9		
Пустотелые стеклянные блоки: светорассеивающие светопрозрачные	0,8	Стекложелезобетонные панели с пустотелыми стеклянными блоками при толщине шва:  20 мм и менее более 20 мм	0,85		
	0,8		0,8		
Стеклопакеты	0,7		0,7		
	0,9		0,9		
	0,85		0,85		

### П1.8. Значения коэффициента $\tau_4$

Солнцезащитные устройства, изделия и материалы	Коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах $\tau_4$	Солнцезащитные устройства, изделия и материалы	Коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах $\tau_4$
1. Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (межстекольные, внутренние, наружные). 2. Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более $45^\circ$ при расположении пластин жалюзи или экранов под углом $90^\circ$ к плоскости окна: горизонтальные вертикальные	1  0,65 0,75	3. Горизонтальные козырьки: с защитным углом не более $30^\circ$  с защитным углом от $15^\circ$ до $45^\circ$ (многоступенчатые)  4. Солнцезащитные устройства отсутствуют	0,8  0,9 – 0,6  1,0

### П1.9. Значения коэффициента $\tau_1$

Отношение глубины помещения $B$ к высоте от уровня условной рабочей поверхности до $h$ верха окна	Отношение расстояния / расчётной точки от наружной стены к глубине помещения $B$	Значения $\tau_1$ при боковом освещении									Значения $\tau_1$ при боковом двустороннем освещении								
		Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{cp}$ потолка, стен и пола																	
		0,5			0,4			0,3			0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения $l$ , к его глубине																	
	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1	1,35	1,25	1,15	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Более 1,5 до 2, 5	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2	1,6	1,4	1,25	1,45	1,3	1,15	1,25	1,15	1,1
	0	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1	1,8	1,45	1,25	1,4	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1
1	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2	2,1	1,75	1,5	1,75	1,45	1,2	1,3	1,25	1,2
	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5	2,35	2	1,6	1,9	1,6	1,5	1,5	1,35	1,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Более 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,35	1,2	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1	1,5	1,4	1,25	1,3	1,2	1,15	1,2	1,1	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,4	1,3	1,2	1,8	1,6	1,35	1,5	1,35	1,2	1,35	1,25	1,15
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3	2,25	1,9	1,45	1,7	1,5	1,25	1,5	1,4	1,2
	0,8	3,6	3,1	2,4	2,4	2,2	1,55	1,9	1,7	1,4	2,8	2,4	1,9	1,9	1,6	1,3	1,65	1,5	1,25
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5	3,65	2,9	2,6	2,2	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7	4,45	3,35	2,65	2,4	1,1	1,6	2	1,7	1,4
Более 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2	2,35	2	1,75	1,6	1,4	1,3	1,35	1,25	1,15
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3	3,25	2,8	2,4	1,9	1,7	1,45	1,65	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5	4,2	3,5	2,85	2,25	2	1,7	1,95	1,7	1,4
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7	5,1	4	3,2	2,55	2,3	1,85	2,1	1,8	1,5
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9	5,8	4,5	3,6	2,8	2,4	1,95	2,25	2	1,6
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1	6,2	4,9	3,9	3,4	2,8	2,3	2,45	2,1	1,7
	1	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	6,3	5	4	3,5	2,9	2,4	2,6	2,25	1,9

## П1.10. Коэффициенты использования светового потока

Светильник	«Астра, УПМ-15»			УПД			НСП-07			ВЗГ-200			ЛСП-01			ПВЛ		
	ρ <sub>п</sub> , %	ρ <sub>с</sub> , %	<i>i</i>	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
	Коэффициент использования η, %																	
0,5	17	21	25	21	24	28	14	16	22	12	14	17	23	26	31	11	13	18
0,6	23	27	31	25	28	34	19	21	27	16	18	21	30	33	37	14	17	23
0,7	30	34	39	29	32	38	23	24	29	19	21	24	35	38	42	16	20	27
0,8	34	38	44	33	36	42	25	26	33	21	24	26	39	41	45	19	23	29
0,9	37	41	47	38	40	44	27	29	35	23	25	28	42	44	48	21	27	32
1,0	39	43	49	40	42	47	29	31	37	25	27	29	44	46	49	23	28	34
1,5	41	50	55	46	51	57	34	37	44	29	30	33	52	52	56	30	36	42
2,0	51	55	60	54	58	62	38	41	48	32	33	35	55	57	60	35	40	46
3,0	58	62	66	61	64	67	44	47	54	35	37	39	60	62	66	41	45	52
4,0	62	66	70	64	67	70	46	50	59	37	39	41	63	65	68	44	48	54
5,0	64	69	73	66	69	72	48	52	61	38	40	42	64	66	70	48	51	57

Примечание. *i* – индекс помещения, определяемый по формуле

$$i = \frac{AB}{(A+B)h},$$

где *h* – расстояние от рабочей плоскости до плоскости светильников; *A*, *B* – длина и ширина помещения; ρ<sub>п</sub> – коэффициент отражения от потолка; ρ<sub>с</sub> – коэффициент отражения от стен.

### П1.11. Световые и электрические параметры ламп накаливания и люминесцентных ламп

Лампы накаливания		Люминесцентные лампы	
Тип	Световой поток, лм	Тип	Световой поток, лм
В 125-135-15	135	ЛДЦ20	820
В 215-225-15	105	ЛД20	920
Б 125-135-40	485	ЛБ20	1180
Б 220-230-40	460	ЛДЦ30	1450
БК 125-135-100	1630	ЛД30	1640
БК 215-225-150	1450	ЛБ30	2100
Г 125-135-150	2280	ЛДЦ40	2100
Г 215-225-150	2090	ЛД40	2340
Г 125-135-300	4900	ЛБ40	3120
Г 215-225-300	4610	ЛДЦ80	3740
Г 125-135-1000	19100	ЛД80	4070
Г 215-225-1000	19600	ЛБ80	5220

### П1.12. Минимально допустимая высота установки прожекторов $h_0$ , м

Тип прожектора	Тип лампы	Нормируемая освещённость $e_n$ , лк							
		0,5	1	2	3	5	10	30	50
ПСМ-50-1	Г220-1000	35	28	22	20	17	13	7	6
	ДРЛ-700	23	19	14	13	11	8	5	4
ПСМ-40-1	Г220-500	25	21	17	15	13	10	5	4
ПСМ-30-1	Г220-200	18	15	11	10	9	7	4	3
ПЗР-400	ДРЛ-400	14	11	8	8	7	5	3	3
ПЗР-250	ДРЛ-250	10	8	6	6	5	4	3	3
ПЗС-45	Г220-1000	35	29	22	20	18	13	7	6
	ДРЛ-700	17	14	11	10	8	6	4	3

**П1.13. Рекомендуемые схемы расположения осветительных приборов для создания общего равномерного освещения  $e_n = 0,5$  лк**

Ширина освещаемой площадки $a$ , м	Высота прожекторных мачт $h$ , м	Расстояние между мачтами $b$ , м	Угол наклона прожектора $\theta$ , град	Мощность лампы $P$ , Вт	Тип прожектора
Прожекторы с лампами накаливания					
150	20	400	12	1000	ПЗМ45
200	20	350	12	1000	ПСМ50
250	20	310	12	1000	
150	30	450	12	1000	
200	30	410	12	1000	
250	30	390	12	1000	
300	30	330	12	1000	
350	30	300	12	1000	
Прожекторы с лампами типа ДРЛ					
150	20	280	10	700	ПЗМ45
200	20	240	10	700	ПСМ50
250	30	400	10	700	
300	30	360	10	700	
350	30	310	10	700	

**П1.14. Рекомендуемые схемы расположения осветительных приборов для создания общего равномерного освещения  $e_n = 2$  лк**

Ширина освещаемой площадки $a$ , м	Высота прожекторных мачт $h$ , м	Расстояние между мачтами $b$ , м	Угол наклона прожектора $\theta$ , град	Мощность лампы $P$ , Вт	Тип прожектора
Прожекторы с лампами накаливания					
100	15	70	15	500	ПЗС35, ПСМ40
150	20	100	15	500	ПЗС35, ПСМ40
150	30	300	12 18	1000	ПЗС45 ПСМ50
200	30	275	12 18	1000	ПЗС45 ПСМ50
250	30	290	10	1000	ПЗС45, ПСМ50
300	30	250	10 17	1000	ПЗС45 ПСМ50
Прожекторы с лампами типа ДРЛ					
75	15	160	20	700	ПЗС45, ПСМ50
100	15	160	20	700	ПЗС45, ПСМ50
150	20	150	15	700	ПЗС45, ПСМ50
200	30	180	15	700	ПЗС45, ПСМ50
250	30	200	15	700	ПЗС45, ПСМ50
300	30	140	15	700	ПЗС45, ПСМ50

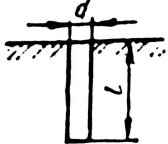
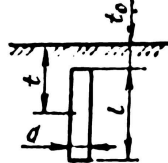
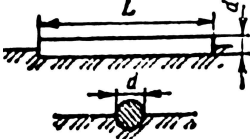
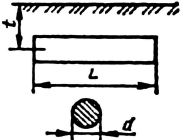
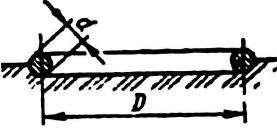
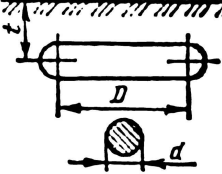
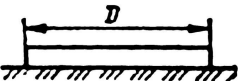
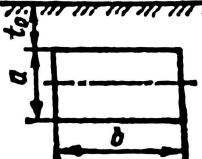
### П1.15. Оптимальные значения углов $\theta$ при различных $eh^2$

Интервал $eh^2$		$\theta$ , град
ПЗС45, 1000 Вт, 220 В	ПЗС35, 500 Вт, 220 В	
150 – 200	75 – 120	8
200 – 280	120 – 190	10
280 – 430	190 – 300	12
430 – 600	300 – 420	15
600 – 1000	420 – 680	18
1000 – 1800	680 – 900	21
1800 – 3000	900 – 1400	24
3000 – 4500	1400 – 2000	27

### П1.16. Вспомогательные данные для расчёта прожекторного освещения

$\theta$ , град	Значения (верхнее число), (среднее число), (нижнее число) при $\chi'$														
	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
8	2,47	1,46	1,0	0,75	0,49	0,34	0,25	0,19	0,14	0,11	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02
	0,39	0,63	0,88	1,13	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6
	0,06	0,25	0,68	1,42	4,2	9,5	18	30	46	68	97	132	173	225	284
10	2,24	1,34	0,94	0,7	0,44	0,3	0,21	0,15	0,11	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,02
	0,42	0,67	0,91	1,16	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6
	0,07	0,3	0,76	1,54	4,5	9,8	18	30	48	69	98	132	174	225	284
12	2,05	1,25	0,87	0,65	0,4	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	0,01	0,01	0,03	0,05	0,06
	0,45	0,7	0,94	1,19	1,7	2,2	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6
	0,09	0,34	0,84	1,66	4,9	10	19	30	48	70	98	132	174	225	283
14	1,88	1,17	0,82	0,6	0,36	0,23	0,14	0,08	0,04	0	0,03	0,05	0,07	0,08	0,09
	0,48	0,73	0,97	1,21	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,5
	0,11	0,38	0,91	1,77	4,9	10	19	31	48	70	98	132	173	222	280
16	1,73	1,09	0,76	0,56	0,32	0,19	0,1	0,04	0	0,04	0,06	0,09	0,1	0,12	0,13
	0,52	0,79	1,0	1,24	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,0	6,5
	0,14	0,43	0,99	1,89	5,1	11	19	32	48	70	97	130	172	220	277
18	1,60	1,01	0,7	0,51	0,28	0,15	0,07	0,01	0,04	0,07	0,1	0,12	0,14	0,15	0,17
	0,55	0,78	1,02	1,26	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,5	6,0	6,5
	0,16	0,48	1,06	2,0	5,2	11	19	32	48	69	97	130	170	216	272
20	1,48	0,87	0,65	0,47	0,25	0,12	0,04	0,03	0,07	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,2
	0,58	0,8	1,05	1,28	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,5	6,0	6,4
	0,29	0,53	1,14	2,1	5,3	11	19	32	48	68	95	128	167	213	267

### III.17. Сопротивление растеканию тока одиночного заземлителя

Тип заземлителя	Схема	Формула	Условия применения
Стержневой круглого сечения (трубчатый) или уголкового у поверхности земли		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln(4l/d) \quad (1)$	$l \gg d$ , для уголка с шириной полки $b$ $d = 0,95b$
То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right); \quad (2)$ $t = t_0 + l/2$	$l \gg d$ , $t_0 \gg 0,5$ м; для уголка с шириной полки $b$ $d = 0,95b$
Протяжённый на поверхности земли (стержень, труба, полоса, кабель и т.п.)		$R = \frac{\rho}{\pi L} \ln(2L/d) \quad (3)$	$L \gg d$ , для полосы шириной $b$ $d = 0,5b$
То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln(L^2/dt) \quad (4)$	$L \gg d$ , $L \gg 4t$ ; для полосы шириной $b$ $d = 0,5b$
Кольцевой на поверхности земли		$R = \frac{\rho}{\pi^2 D} \ln(8D/d) \quad (5)$	$D \gg d$ , $D \gg 2t$ ; для полосы шириной $b$ $d = 0,5b$
То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \ln(4\pi D^2/dt) \quad (6)$	$D \gg d$ , $D \gg 2t$ ; для полосы шириной $b$ $d = 0,5$
Круглая пластина на поверхности земли		$R = \rho/2D \quad (7)$	-
Пластинчатый в земле (пластина поставлена на ребро)		$R = \frac{\rho}{2\pi a} \left( \ln \frac{4a}{b} + \frac{a}{4t_0} \right) \quad (8)$	$2t_0 \geq a$

**П1.18. Коэффициенты использования вертикальных электродов группового заземлителя без учёта влияния полосы связи ( $\eta_v$ )**

Число заземлителей	Отношение расстояния между электродами ( $C$ ) к их длине ( $l$ )					
	1	2	3	1	2	3
	Электроды размещены в ряд			Электроды размещены по контуру		
2	0,85	0,91	0,94	–	–	–
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,56	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	–	–	–	0,41	0,58	0,66
60	–	–	–	0,39	0,55	0,64
100	–	–	–	0,36	0,52	0,62

**П1.19. Коэффициенты использования горизонтального полосового электрода, соединяющего вертикальные электроды заземлителя ( $\eta_r$ )**

$C/l$	Число вертикальных электродов							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Вертикальные электроды размещены в ряд								
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	–	–	–
2	0,94	0,90	0,84	0,75	0,56	–	–	–
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	–	–	–
Вертикальные электроды размещены по контуру								
1	–	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	–	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	–	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

**1.20. Коэффициенты использования лучевых электродов группового заземлителя ( $\eta_l$ ) (лучи – круглая или полосовая сталь; глубина заложения  $l_0 = 0,3...0,8$  м)**

Длина луча, м	Число лучей			
	3		4	
	Диаметр проводника луча, см			
	1	2	1	2
2,5	0,76	0,74	0,63	0,61
5	0,78	0,76	0,67	0,65
10	0,81	0,79	0,70	0,69
15	0,82	0,80	0,72	0,70
30	0,84	0,82	0,75	0,73



**П1.21. Коэффициенты использования параллельно уложенных  
горизонтальных электродов ( $\eta_{г,п}$ )  
( $b = 20 \dots 40$  мм;  $t_0 = 0,3 \dots 0,8$  м)**

Длина поло- сы, м	Число параллель- ных полос	Расстояние между параллельными полосами, м				
		1	2,5	5,0	10,0	15,0
15	2	0,63	0,75	0,83	0,92	0,96
	5	0,37	0,49	0,60	0,73	0,79
	10	0,25	0,37	0,49	0,64	0,72
	20	0,16	0,27	0,39	0,57	0,64
25	5	0,35	0,45	0,55	0,66	0,73
	10	0,23	0,31	0,43	0,57	0,66
	20	0,14	0,23	0,33	0,47	0,57
50	2	0,60	0,69	0,78	0,88	0,93
	5	0,33	0,40	0,48	0,58	0,65
	10	0,20	0,27	0,35	0,46	0,53
	20	0,12	0,19	0,25	0,36	0,44
75	5	0,31	0,38	0,45	0,53	0,58
	10	0,18	0,25	0,31	0,41	0,47
	20	0,11	0,16	0,22	0,31	0,38


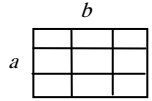
Сопротивление растеканию тока контурного заземления в однородной земле, выполненного в виде горизонтальной прямоугольной решётки из прутков круглого сечения диаметром  $d$ , м, размещённой в земле на глубине  $t$ , м, рассчитывается по формуле

$$R = \frac{\rho}{2\pi L_r} \left( \ln \frac{L_r^2}{td} + m \right),$$

где  $L_r$  – суммарная длина всех проводников, образующих решётку, м;  $m$  – коэффициент, зависящий от конфигурации решётки, соотношения её сторон и числа ячеек.

**П1.22. Значения коэффициента  $m$  для некоторых типов  
прямоугольных решёток**

Конструкция	Отношение сторон решётки $b/a$				
	1	1,5	2,0	3,0	4,0
	1,71	1,76	1,86	2,10	2,34
	3,67	3,41	3,31	3,29	3,25
	4,95	5,16	5,44	6,00	6,52

$b$ 	4,33	4,43	4,73	5,04	5,61
$b$ 	8,55	8,94	9,40	10,3	11,11

### П1.23. Климатические зоны России

Характеристика климатической зоны	Климатическая зона			
	I	II	III	IV
Средняя многолетняя низшая температура (январь), °С	От -20 до -15	От -14 до -10	От -10 до 0	От 0 до +5
Средняя многолетняя высшая температура (июль), °С	От +16 до +18	От +18 до +22	От +22 до +24	От +24 до +26
Среднегодовое количество осадков, см	≈ 40	≈ 50	≈ 50	30...50
Продолжительность замерзания вод, дни	190 – 170	≈ 150	≈ 100	0

### П1.24. Коэффициенты сезонности для однородной земли ( $\psi$ )

Климатическая зона	Влажность земли во время измерения её сопротивления			Климатическая зона	Влажность земли во время измерения её сопротивления		
	Повышенная	Нормальная	Малая		Повышенная	Нормальная	Малая
Вертикальный электрод длиной 3 м				Горизонтальный электрод длиной 10 м			
I	1,9	1,7	1,5	I	9,3	5,5	4,1
II	1,7	1,5	1,3	II	5,9	3,5	2,6
III	1,5	1,3	1,2	III	4,2	2,5	2,0
IV	1,3	1,1	1,0	IV	2,5	1,5	1,1
Вертикальный электрод длиной 5 м				Горизонтальный электрод длиной 50 м			
I	1,5	1,4	1,3	I	7,2	4,5	3,6
II	1,4	1,3	1,2	II	4,8	3,0	2,4
III	1,3	1,2	1,1	III	3,2	2,0	1,6
IV	1,2	1,1	1,0	IV	2,2	1,4	1,12

### П1.25. Значения удельных электрических сопротивлений различных видов грунта

Вид грунта	$\rho$ , Ом·м	Вид грунта	$\rho$ , Ом·м
Кокс	2...5	Глины	3...80
Торф	10...30	Суглинок	5...150
Садовая земля	20...60	Пахотная земля	20...180
Чернозём	10...50	Почва	10...300
Гранит	1000...1200	Супесок	100...400
Каменный уголь	100...150	Песок	300...1500
Известняк	150...200	Гравий	4000...7000

### П1.26. Оптимальные параметры воздуха в помещении

Помещение и здания	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость, м/с
Производственные	Лёгкая I	$\frac{20...23}{22...25}$	$\frac{60...40}{60...40}$	$\frac{0,2}{0,2}$
		$\frac{18...20}{21...23}$	$\frac{60...40}{60...40}$	$\frac{0,3}{0,3}$
	Средней тяжести IIа	$\frac{17...19}{20...22}$	$\frac{60...40}{60...40}$	$\frac{0,3}{0,4}$
		Тяжёлая III	$\frac{16...18}{18...21}$	$\frac{60...40}{60...40}$
Жилые, общественные, вспомогательные	—		$\frac{20...22}{20...25}$	$\frac{45...30}{60...30}$
			$\frac{0,1...0,15}{\leq 0,2}$	

Примечание. Над чертой указаны параметры воздуха в холодный и переходный периоды года, под чертой – в тёплый период года.

### П1.27. Выделение полного $q$ и явного $q_{я}$ тепла (Вт) одним человеком

Категория работы	Температура воздуха в помещении, °С									
	15		20		25		30		35	
	$q$	$q_{я}$	$Q$	$q_{я}$	$q$	$q_{я}$	$q$	$q_{я}$	$q$	$q_{я}$
Покой	14		11							
	5	116	6	87	93	58	93	41	93	12
Лёгкая работа	15		15		14		14		14	
	7	122	1	99	5	64	5	41	5	6
Работа средней тяжести	20		20	10	19		19		19	
	9	134	4	5	8	70	8	41	8	6
Тяжёлая работа	29		29	12	29		29		29	
	1	163	1	8	1	93	1	52	1	12

### П1.28. Выделение влаги $g_{ч}$ (г/ч) одним человеком

Категория работы	Температура помещения, °С				
	15	20	25	30	35
	$g_{ч}$	$g_{ч}$	$g_{ч}$	$g_{ч}$	$g_{ч}$
Покой	40	40	50	75	115
Лёгкая работа	55	75	115	150	200
Работа средней тяжести	110	140	185	230	280
Тяжёлая работа	185	240	295	355	415

**П1.29. Климатические параметры некоторых населённых пунктов  
(тёплый период года)**

№	Город	Параметры	
		Средняя максимальная температура воздуха наиболее тёплого месяца, °С	Среднемесячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее тёплого месяца, %
1	Белгород	25,7	52
2	Владимир	23,3	57
3	Волгоград	30,0	33
4	Вологда	22,3	60
5	Воронеж	25,9	50
6	Калуга	23,4	59
7	Курск	24,0	56
8	Липецк	25,9	51
9	Москва	23,6	56
10	Нижний Новгород	23,5	56
11	Орёл	24,1	52
12	Пенза	25,3	50
13	Ростов-на-Дону	29,1	45
14	Рязань	24,1	54
15	Саратов	27,5	41
16	Тамбов	25,6	49
17	Тверь	23,0	59

**П1.30. Среднегодовая продолжительность гроз на территории России**

Район	Среднегодовая продолжительность гроз, ч
Анадырь, Верхоянск, Красноводск, Магадан, Мурманск, Норильск, Петропавловск-Камчатский, Хатанга, Южно-Сахалинск	Менее 10
Архангельск, Астрахань, Игарка	10...20
Иркутск, Казань, Калининград, Киров, Москва, Комсомольск-на-Амуре, Красноярск, С.-Петербург, Петрозаводск, Ульяновск, Хабаровск	20...40
Барнаул, Волгоград, Нижний Новгород, Кемерово, Куйбышев, Новгород, Новосибирск, Омск, Петропавловск, Псков, Ростов-на-Дону, Екатеринбург, Тула, Уфа, Челябинск, Чита	40...60
Брянск, Краснодар, Курск, Орёл, Смоленск	60...80

**П1.31. Среднегодовое число ударов молнии  
в 1 км<sup>2</sup> земной поверхности (*n*)**

Среднегодовая продолжительность гроз, ч	10...20	20...40	40...60	60...80	80...100	Более 100
<i>n</i>	1	2	4	5,5	7	8,5

**П1.32. Категории молниезащиты и типы зоны защиты**

Объекты защиты	Географическое положение	Тип зоны защиты при использовании стержневых и тросовых молниесотводов	Категория молниезащиты
1. Здания и сооружения, относящиеся к зонам классов В-I и В-II	На всей территории России	Зона А	I
2. Здания и сооружения, относящиеся к зонам классов В-Iа, В-Iб и В-Iа	В местностях со средней продолжительностью гроз 10 ч/год и более	При $N > 1$ – зона А; При $N \leq 1$ – зона Б.	II
3. Наружные установки, создающие зону класса В-Iг	На всей территории России	Зона Б	II
4. Здания и сооружения, относящиеся к зонам классов П-I, П-II, П-III	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч/год и более	При $N > 2$ – зона А При $0,1 < N \leq 2$ – зона Б	III
5. Наружные установки и открытые склады, создающие зону класса П-III	– " –	При $N > 2$ – зона А При $0,1 < N \leq 2$ – зона Б	III
6. Здания и сооружения, в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	– " –	При $N > 2$ – зона А При $0,1 < N \leq 2$ – зона Б	III
7. Здания вычислительных центров	– " –	Зона Б	II

Примечание. Зона защиты типа А обладает надёжностью 99,5 % и выше, типа Б – 95 % и выше.

**П1.33. Характеристика коррозионной стойкости материалов, рекомендуемых для изготовления мембран**

Материал, марка	Состав и концентрация среды, мас. %	Фаза	Температура, °С	Скорость коррозии, мм/год
<b>Аммиачно-водные растворы</b>				
20	5 – 20	Г	20	0,001
1Х13, 4Х13	24	Ж	20	0,003
30ХГСА	15 – 25	Ж	25	0,001
<b>Аммоний хлористый</b>				
Титан	46,5 %	Ж	115	0,0005
<b>Ацетилен безводный</b>				
Сталь углеродистая	–	Г	20	0
<b>Дихлорэтан</b>				
12Х18Н10Т	Влага 0,1 – 1,0	Г	80	0,003
	–	Ж	80	0,0042
	90	Ж	85 – 100	0,004
<b>Кислота азотная</b>				
12Х18Н10Т	7 – 10	Ж	20	0
12Х18Н10Т	30 – 36	Ж	20	0
12Х18Н12Т	50 – 56	Ж	20	0
12Х18Н12Т	6	Ж	100	0

Материал, марка	Состав и концентрация среды, мас. %	Фаза	Температура, °С	Скорость коррозии, мм/год
Кислота серная				
12X18H10T	5	Ж	20	0,005
Сероводород				
12X18H10T	90 г/100 м <sup>3</sup> CO <sub>2</sub>	Г	100	0,001
Трихлорэтилен				
Сталь углеродистая	Сухой	Ж	Кипение	0,001
12X18H10T	Влага 0,1	Ж	Кипение	0,001
Четырёххлористый углерод				
12X18H10T	Технический (влага 1)	Ж, Г	20 – 25	0,001
		Ж, Г	77	0,001
Формальдегид				
12X18H10T	5; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – 3	Ж	100	0,002
	10; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – 3	Ж	100	0,002
12XM	Любая	Г	65	
Никель	Любая	Ж	117	0,005
Фреон-12				
12X18H10T		Ж	50	0,003
		Г	100	0,001
		Г	150 – 200	0,002
		Г	250	0,003
Алюминий		Г	100 – 150	0,006
Никель		Г	200 – 250	
Кислота уксусная				
12X18H10T	50	Ж	70	0,001
12X18H10T	98	Ж	70	0,001
Титан	5 – 25	Ж	165	0,001
Титан	98	Ж	165	0,001
Хлор				
Никель	Влага 0,007 – 0,04	Г	20 – 250	<0,018
Хлористый водород				
12X18H10T	Сухой	Г	20 – 100	0,001
Этиленгликоль				
12X18H10T		Г	20	0,002
		Ж	150	0,002
		Г	150	0,002

Таблица П1.34

Расчётная температура стенки аппарата или сосуда, °С	[σ], МПа для углеродистых и низколегированных сталей			
	ВСт3	20 и 20К	09Г2С, 16ГС, 17	ГС, 17Г1С, 10Г2С1
20	140	147	183	180
100	134	142	160	160
150	131	139	154	154
200	126	136	148	148
250	120	132	145	145
300	108	119	134	134
350	98	106	123	123
375	93	98	116	108
400	85	92	105	92
410	81	86	104	86

420	75	80	92	80
430	71	75	86	75
440	–	67	78	67
450	–	61	71	61
460	–	55	64	55
470	–	49	56	49
480	–	46	53	46

Продолжение табл. П.34

Расчётная температура стенки аппарата или сосуда, °С	[σ], МПа для теплоустойчивых и коррозионно-стойких хромистых сталей				
	12XM	12MX	15XM	15X5M	15X5M-У
460	122	122	127	91	126
470	117	117	122	89	122
480	114	114	117	86	118
490	105	105	107	83	114
500	96	96	99	79	108
510	82	82	84	72	97
520	69	69	74	66	85
530	60	57	67	60	72
540	50	47	57	54	58
550	41	–	49	47	52
560	33	–	41	40	45
570	–	–	–	35	40
580	–	–	–	30	34
590	–	–	–	28	30
600	–	–	–	25	25

Расчётная температура стенки аппарата или сосуда, °С	[σ], МПа для теплоустойчивых и коррозионно-стойких хромистых сталей				
	12XM	12MX	15XM	15X5M	15X5M-У
20	147	147	155	146	240
100	–	–	–	141	235
150	–	–	–	138	230
200	145	145	152	134	225
250	145	145	152	127	220
300	141	141	147	120	210
350	137	137	142	114	200
375	135	135	140	110	180
400	132	132	137	105	170
410	130	130	136	103	160
420	129	129	135	101	150
430	127	127	134	99	140
440	126	126	132	96	135
450	124	124	121	94	130

Расчётная температура стенки аппарата или сосуда, °С	[σ], МПа для жаропрочных, жаростойких и коррозионно-стойких аустенитных сталей				
	08X22H6T, 08X21H6M2T	03X21H21M4ГБ	03X18H11	03X16H15M3	06XH28МДТ, 03XH28МДТ
20	240	180	160	153	147
100	207	173	133	140	138
150	200	171	125	130	130
200	193	171	120	120	124
250	173	167	115	113	117
300	167	149	112	103	110
350	–	143	108	101	107
375	–	141	107	90	105
400	–	140	107	87	103
410	–	–	107	83	–
420	–	–	107	82	–
430	–	–	107	81	–
440	–	–	107	81	–
450	–	–	107	80	–

Окончание табл. П1.34

Расчётная температура стенки аппарата или сосуда, °С	[σ], МПа, для сталей		Расчётная температура стенки аппарата или сосуда, °С	[σ], МПа, для сталей	
	08X18H10T, 08X18H12T, 08X17H13M2T, 08X17H15M3T	12X18H10T, 12X18H12T, 10X17H13M2T, 10X17H15M3T		08X18H10T, 08X18H12T, 08X17H13M2T, 08X17H15M3T	12X18H10T, 12X18H12T, 10X17H13M2T, 10X17H15M3T
20	140	160	520	79	112
100	130	152	530	79	111
150	120	146	540	78	111
200	115	140	550	76	111
250	110	136	560	73	101
300	100	130	570	69	97
350	91	126	580	65	90
375	89	124	590	61	81
400	86	121	600	57	74
410	86	120	610	–	68
420	85	120	620	–	62
430	85	119	630	–	57
440	84	118	640	–	52
450	84	117	650	–	48
460	83	116	660	–	45
470	83	115	670	–	42
480	82	115	680	–	38
490	82	114	690	–	34
500	81	114	700	–	30
510	80	112			



Сосуды	Рабочее давление $p_p$ , МПа	Пробное давление на заводе-изготовителе $p_n$ , МПа
Все сосуды, кроме литых	Ниже 0,5	$1,5 p_p \left[ \frac{\sigma_T^{20}}{\sigma_T^t} \right]$ , но не менее 0,2
	0,5 и выше	$1,25 p_p \left[ \frac{\sigma_T^{20}}{\sigma_T^t} \right]$ , но не менее $p_p + 0,3$
Литые	Независимо от давления	$1,5 p_p \left[ \frac{\sigma_T^{20}}{\sigma_T^t} \right]$ , но не менее 0,3

### П 1.36. Значение коэффициента запаса $q$

Вид мембраны	$q$
Разрывные никелевые, титановые	1,05
Разрывные стальные	1,1
Разрывные алюминиевые	1,15
Хлопающие	1,05
Ломающиеся	1,05

### П 1.37. Механические характеристики и сортамент металлопроката

Металл	Состояние материала	Предел прочности при одноосном растяжении $\sigma_b$ , МПа	Относительное удлинение при разрыве $\delta$	Толщина, мм	Ширина, мм
Никель	Твёрдый	550	0,02	0,12; 0,13; 0,15; 0,18; 0,20; 0,22; 0,25; 0,3; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55; 0,60; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8; 0,9; 1,00.	200 300
Алюминий	Твёрдый	100 – 120	0,02 – 0,03	0,014; 0,016; 0,018; 0,020; 0,025; 0,030; 0,035; 0,040; 0,045; 0,050; 0,060; 0,070; 0,080; 0,10; 0,12; 0,15; 0,18; 0,20	960
Титан	–	>1200	–	0,05 – 0,2	175
08X18H10T, 12X18H10T, стали углеродистые	Мягкий	540	0,35 – 0,40	0,05; 0,08; 0,10; 0,12; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55; 0,60; 0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85; 0,90; 0,95; 1,00	400

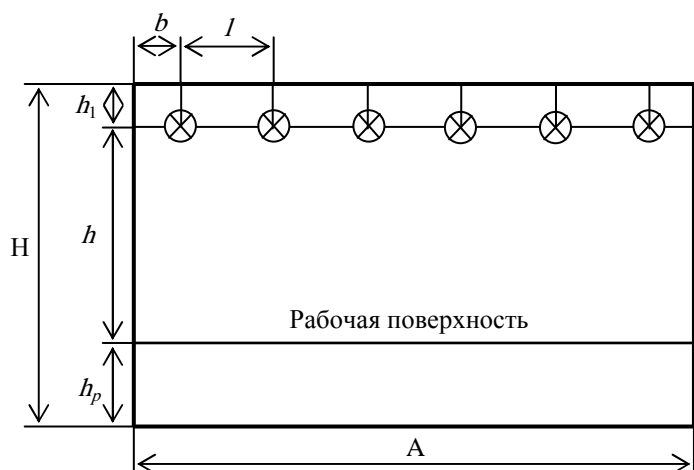


Рис. П 2.1. Разрез помещения

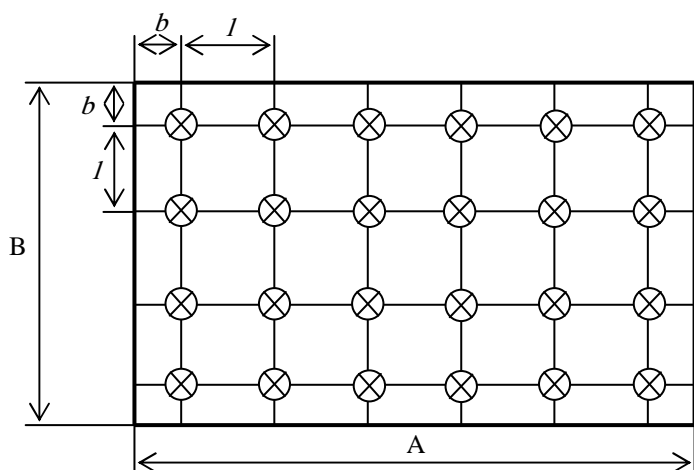


Рис. П 2.2. План помещения

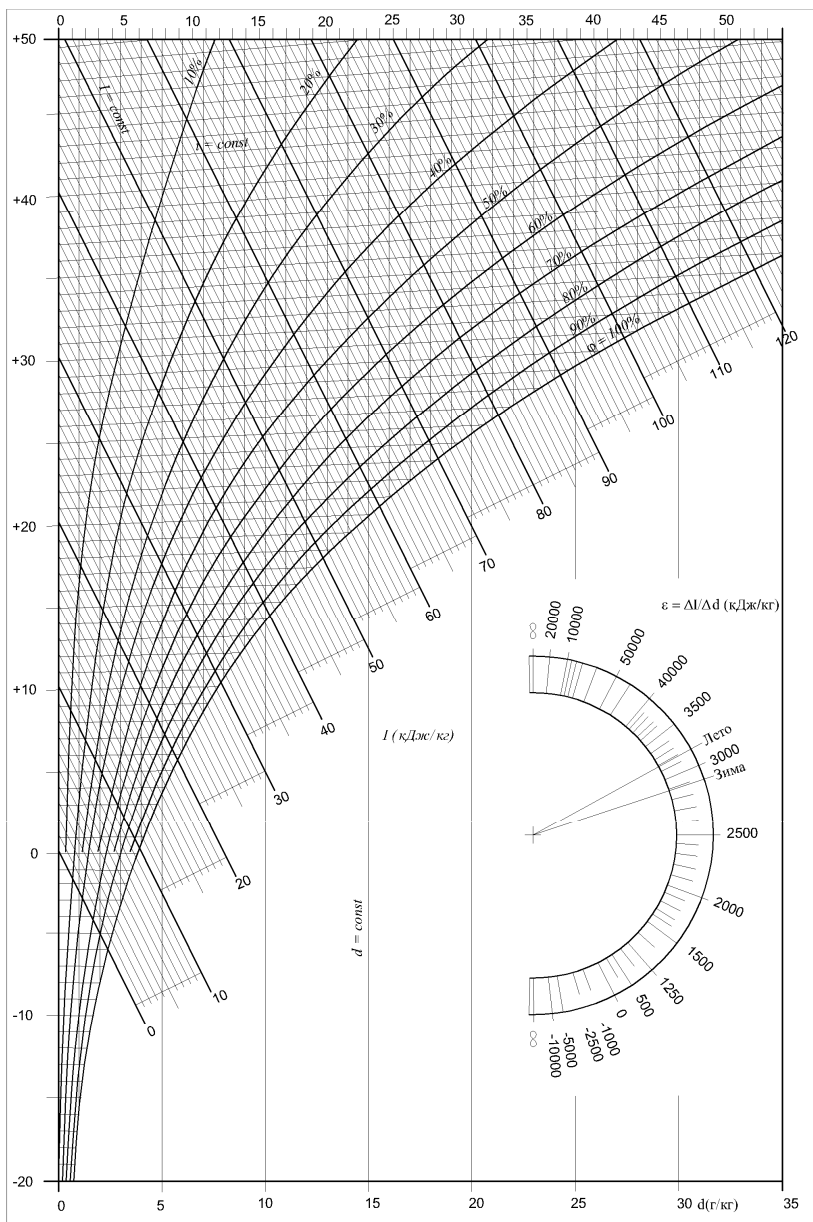


Рис. П 2.3.  $t$ - $x$ -диаграмма влажного воздуха

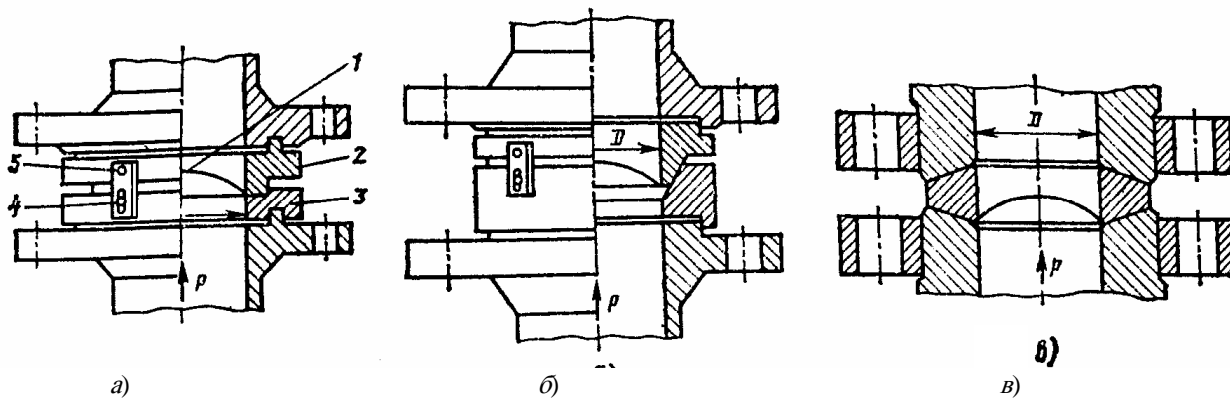


Рис. П2.4. Предохранительные мембраны разрывного типа:  
 а – с плоским зажимом; б – с коническим зажимом; в – с линзовым зажимом; 1 – мембрана;  
 2, 3 – зажимные кольца; 4 – планка; 5 – винт

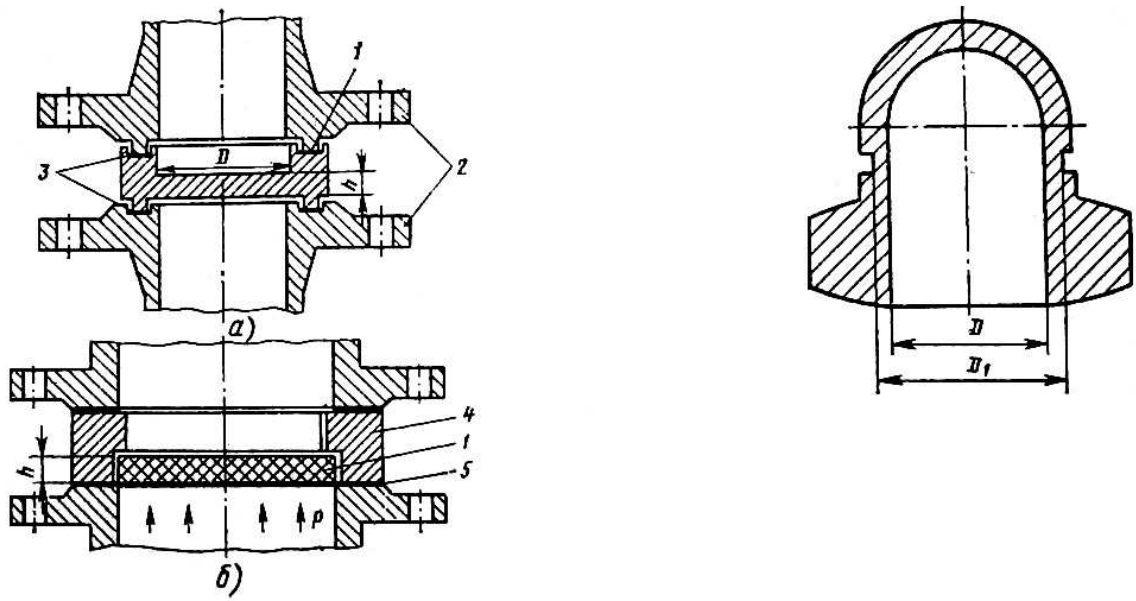


Рис. П2.5. Предохранительные мембраны ломающиеся и отрывного типа:  
 слева – ломающиеся предохранительные мембраны: *a* – с выточкой; *b* – со свободной заделкой;  
 1 – мембрана; 2 – фланцы; 3 – прокладки; 4 – кольцо; 5 – планка;  
 справа – отрывная мембрана

## Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности (НПБ 105-03)

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчётное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1 – В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твёрдые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Примечание. Разделение помещений на категории В1 – В4 определяется величиной удельной пожарной нагрузки, рассчитываемой по НПБ 105-03.

## Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

1. Здание относится к категории А, если в нём суммарная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>.

Допускается не относить здание к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещённых в нём помещений (но не более 1000 м<sup>2</sup>), и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

2. Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категории А;
- суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммарной площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>.

Допускается не относить здание к категории Б, если суммарная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещённых в нём помещений (но не более 1000 м<sup>2</sup>) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

3. Здание относится к категории В, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категориям А или Б;
- суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений.

Допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б и В в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещённых в нём помещений (но не более 3500 м<sup>2</sup>) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

4. Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категориям А, Б или В;
- суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г превышает 5 % суммарной площади всех помещений.

Допускается не относить здание к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещённых в нём помещений (но не более 5000 м<sup>2</sup>) и помещения категорий А, Б, В оборудуются установками пожаротушения.

5. Здание относится к категории Д, если оно не относится к категориям А, Б, В или Г.

## Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ)

**Зоны класса В-I** – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы.

**Зоны класса В-Ia** – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

**Зоны класса В-Iб** – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей и которые отличаются одной из следующих особенностей:

1. Горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15 % и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях (например, машинные залы аммиачных компрессорных и холодильных абсорбционных установок).

2. Помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объёме, превышающем 5 % свободного объёма помещения.

К классу В-Iб относятся также зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в объёме, превышающем 5 % свободного объёма помещения, и в которых работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени. Эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа с горючими газами и ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

**Зоны класса В-Iг** – пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок), надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной плёнкой и т.п.

К зонам класса В-Iг также относятся: пространства у проёмов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-I, В-Ia и В-II (исключение – проёмы окон с заполнением стеклблоками); пространства у наружных ограждающих конструкций, если на них расположены устройства для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений со взрывоопасными зонами любого класса или если они находятся в пределах наружной взрывоопасной зоны; пространства у предохранительных и дыхательных клапанов ёмкостей и технологических аппаратов с горючими газами и ЛВЖ.

**Зоны класса В-II** – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов).

**Зоны класса В-IIa** – зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

**Зоны класса II-I** – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С.

**Зоны класса II-II** – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м<sup>3</sup> к объёму воздуха.

**Зоны класса II-IIa** – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твёрдые горючие вещества.

**Зоны класса II-III** – расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С или твёрдые горючие вещества.

## **Классификация помещений по степени опасности поражения током (ПУЭ)**

1. **Помещения без повышенной опасности** характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность (п. 2, 3)

2. **Помещения с повышенной опасностью** характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

- а) сырости (относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %);
- б) токопроводящей пыли;
- в) токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и др.);
- г) высокой температуры (выше +35 °С);
- д) возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

3. **Особо опасные помещения** характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

- а) особой сырости (относительная влажность воздуха близка к 100 % – потолок, стены, пол и предметы в помещении покрыты влагой);
- б) химически активной или органической среды (разрушающей изоляцию и токоведущие части электрооборудования);
- в) одновременно двух или более условий повышенной опасности (п. 2).

## **Классификация помещений по характеру окружающей среды (ПУЭ)**

**Нормальное** – сухое помещение, в котором отсутствуют признаки, свойственные помещениям жарким, пыльным и с химически активной средой.

**Сухое** – помещение, относительная влажность воздуха в котором не превышает 60 %

**Влажное** – помещение, в котором пары или конденсирующаяся влага выделяются лишь временно и притом в небольших количествах. Относительная влажность воздуха в помещении более 60 %, но не превышает 75 %.

**Сырое** – помещение, относительная влажность воздуха в котором длительно превышает 75 %.

**Особо сырое** – помещение, относительная влажность воздуха в котором близка к 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

**Жаркое** – помещение, температура воздуха в котором длительно превышает 30 °С.

**Пыльное** – помещение, в котором по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т.п. Пыльные помещения подразделяются на помещения с проводящей пылью и на помещения с непроводящей пылью.

**Помещение с химически активной средой** – помещение, в котором по условиям производства содержатся (постоянно или длительно) пары или образуются отложения, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части оборудования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### К главе 1

1. О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера : федер. закон от 11.11.1994 № 68-ФЗ.
2. О гражданской обороне : федер. закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ
3. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : федер. закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ.
4. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей : федер. закон от 22.08. 1995 № 151-ФЗ.
5. О радиационной безопасности населения : федер. закон от 09.01. 1996 № 3-ФЗ.
6. О порядке подготовки населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций. Об утверждении положения об организации обучения населения в области гражданской обороны : постановления Правительства Российской Федерации от 4.09.2003 № 547, от 2.11.2000.
7. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера : постановление Правительства Российской Федерации от 13.09.1996 № 1094.
8. Об эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы : постановление Правительства Российской Федерации от 22.06.2004 №303.
9. Об утверждении порядка создания нештатных аварийно-спасательных формирований гражданской обороны : приказ МЧС России от 23.12.2005 № 999.
10. Материалы по оценке состояния защиты населения и территорий Тамбовской области от ЧС природного и техногенного характера в 2007 году. – Тамбов : Главное управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям Тамбовской области, 2004.
11. Нормы радиационной безопасности НРБ-99 / Минздрав России. – М., 1999.
12. Бобок, С.А. Чрезвычайные ситуации: защита населения и территорий / С.А. Бобок. – М. : Изд-во ГНОМ, 2003.
13. Дмитриев, Н.М. Гражданская оборона на объектах агропромышленного комплекса / Н.М. Дмитриев. – М. : Агропромиздат, 1990. – 352 с.
14. Гринин, А.С. Экологическая безопасность. Защита территорий и населения при чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / А.С. Гринин, В.И. Новиков. – М. : ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.
15. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера : учебное пособие / В.А. Акимов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2006. – 592 с.
16. Атаманюк, В.Г. Гражданская оборона / В.Г. Атаманюк [и др.]. – М. : Высшая школа, 1986. – 207 с.
17. Методика оценки устойчивости объектов народного хозяйства / под ред. К.Ф. Величко. – М. : МИ-ФИ, 1981. ДСП.
18. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. – М. : Изд-во АСВ, 1998.
19. Емельянов, А.С. Защита населения и территорий от ЧС / А.С. Емельянов. – М., 2003.
20. Ильяшев, А.С. Специальные вопросы архитектурно-строительного проектирования: учебное пособие для вузов / А.С. Ильяшев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1985. – 165 с.
21. Владимиров, В.А. Сильнодействующие ядовитые вещества и защита от них / В.А. Владимиров. – М. : Воениздат, 1989.
22. Обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации ЧС. Ч. 2. Кн. 2. Оперативное прогнозирование инженерной обстановки в ЧС. – М. : ЗАО «Папирус», 1998.
23. СНиП 2.01.51–90. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны.
24. СНиП 11-11–77. Защитные сооружения Гражданской обороны.
25. Государственные стандарты. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.
26. Журналы «Гражданская защита», «Военные знания», 2005 – 2009 гг.
27. Журавлёв, В.П. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / В.П. Журавлёв, С.Л. Пушенко, А.М. Яковлеву – М. : Изд-во АСВ, 1999.



28. Каммерер, Ю.Ю. Аварийные работы в очагах поражения / Ю.Ю. Каммерер. – М., 1990.
29. Вишняков, Я.Д. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / Я.Д. Вишняков. – М. : ИЦ «Академия», 2007. – 304 с.
30. Гражданская оборона и защита от ЧС. – Тамбов : ТГТУ (библ. Эл МП/1590), 2007.
31. Крючек, Н.А. Безопасность и защита населения в ЧС : учебник для населения / Н.А. Крючек [и др.] ; под ред. Г.Н. Кириллова. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2001.

## К главе 2

1. СН 245–71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. – М. : Стройиздат, 1972. – 96 с.
2. Долин, П.А. Справочник по технике безопасности / П.А. Долин. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 823 с.
3. Охрана труда в химической промышленности / под ред. Г.В. Макарова. – М. : Химия, 1989. – 495 с.
4. Охрана труда в машиностроении / под ред. Е.Я. Юдина. – М. : Машиностроение, 1983. – 431 с.
5. Вредные вещества в промышленности : справочник / под ред. Н.В. Лазарева. – М. : Химия, 1971. – 654 с.
6. Козлов, В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 192 с.
7. Долин, П.А. Основы техники безопасности в электроустановках / П.А. Долин. – М. : Энергия, 1979. – 408 с.
8. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – Л. : Химия, 1976. – 552 с.
9. Справочная книга для проектирования электрического освещения / под ред. Г.М. Кнорринга. – Л. : Энергия, 1976.
10. Баратов, А.Н. Пожаротушение на предприятиях химической и нефтехимической промышленности / А.Н. Баратов, Е.Н. Иванов. – М. : Химия, 1979. – 450 с.
11. Охрана труда в электроустановках : учебник для вузов / под ред. Б.А. Князевского. – М. : Энергия, 1977. – 319 с.
12. Рысин, С.А. Вентиляционные установки машиностроительных заводов : справочник / С.А. Рысин. – М. : Машгиз, 1961. – 541 с.
13. Средства защиты в машиностроении. Расчёт и проектирование : справочник / под ред. С.В. Белова. – М. : Машгиз, 1989.
14. ГОСТ 12.1.005–76. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
15. ГОСТ 12.1.007–76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
16. ГОСТ 12.1.003–76. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
17. ГОСТ 12.1.003–76. ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности.
18. ГОСТ 12.1.001–83. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.
19. Санитарные нормы и правила при работе с источником электромагнитных полей высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот № 848–70.
20. Водяник, В.И. Предохранительные устройства для защиты химического оборудования / В.И. Водяник. – М. : Химия, 1975. – 142 с.
21. НПБ 105–03. Нормы пожарной безопасности. – М. : Стройиздат, 2003. – 13 с.
22. Пожарная опасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности : справочник / под ред. И.В. Рябова. – М. : Химия, 1970. – 336 с.
23. СНиП II-33–75. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М. : Стройиздат, 1982. – 109 с.
24. СНиП 23-05–95. Естественное и искусственное освещение. – М. : Стройиздат, 1995. – 48 с.
25. СН 81–80. Инструкция по проектированию электрического освещения строительных площадок.
26. Инженерные решения по охране труда в строительстве / под ред. Г.Г. Орлова. – М. : Стройиздат, 1985.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>3</b>
<b>1 ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ</b>	<b>4</b>
1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВКЛЮЧАЕМЫХ В ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	6
1.3. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РАЗРАБОТКЕ РАСЧЁТНОЙ ЧАСТИ ВОПРОСОВ ГОЧС	12
1.3.1. Прогнозирование и оценка обстановки в чрезвычайных ситуациях, связанных с авариями на химически опасных объектах	12
1.3.2. Прогнозирование и оценка обстановки в чрезвычайных ситуациях, связанных с авариями на радиационно опасных объектах (РОО)	23
1.3.3. Прогнозирование и оценка обстановки на территории объекта после применения обычных средств поражения ....	32
1.3.4. Оценка устойчивости объектов экономики от взрывов ....	37
1.3.5. Оценка надёжности защиты персонала объектов экономики	43
<b>2 ОХРАНА ТРУДА И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b>	<b>45</b>
2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	45
2.2. ПОРЯДОК ИЗЛОЖЕНИЯ РАЗДЕЛА В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТЕ	46
2.3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ	50
2.3.1. Освещение	50
2.3.2. Вентиляция производственных помещений	55

.....	
2.3.3. Молниезащита промышленных зданий и сооружений .....	<b>59</b>
2.3.4. Защита от электрического тока .....	<b>64</b>
2.3.5. Безопасность эксплуатации сосудов и аппаратов, работающих под давлением .....	<b>71</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	<b>75</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	<b>11</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....	<b>0</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....	<b>11</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....	<b>4</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	<b>11</b>
.....	<b>9</b>