

# **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

**Учебно-методическое пособие по курсу  
«Защита населения и хозяйственных объектов  
в чрезвычайных ситуациях»  
для студентов всех специальностей  
заочной формы обучения**

Минск БГТУ 2004

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

# **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

**Учебно-методическое пособие по курсу  
«Защита населения и хозяйственных объектов  
в чрезвычайных ситуациях»  
для студентов всех специальностей  
заочной формы обучения**

Минск 2004

УДК 614.8 (0.75.8)

ББК 68.69

О 93

Рассмотрено и рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом университета.

Составители:

Г.А. Чернушевич, В.В. Перетрухин,  
В.В. Терешко, А.К. Гармаза

Рецензенты:

зав. кафедрой безопасности жизнедеятельности БГЭУ доцент,  
канд. биол. наук А.И. Антоненков;  
доцент кафедры химической переработки древесины БГТУ,  
канд. хим. наук В.С. Болтовский

**Оценка устойчивости работы хозяйственных объектов  
О 93 в чрезвычайных ситуациях:** Учеб.-метод. пособие по  
курсу «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях» для студентов всех специальностей заочной формы обучения / Сост. Г.А. Чернушевич и др. – Мн.: БГТУ, 2004. – 65 с.

ISBN 985-434-306-5

В пособии приведены программа курса, контрольные вопросы, даны варианты и методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочного факультета по курсу «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях». Рассмотрены методика исследования устойчивости инженерно-технического комплекса к взрыву газо-, паровоздушных смесей, характер и степень поражения персонала хозяйственных объектов при взрывах. Дана методика оценки инженерной защиты персонала хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях, а также требования к защитным сооружениям гражданской обороны и объемно-планировочные решения для проектирования убежищ и противорадиационных укрытий.

УДК 614.8 (0.75.8)

ББК 68.69

ISBN 985-434-306-5

© Учреждение образования  
«Белорусский государственный  
технологический университет», 2004

## ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение устойчивости работы хозяйственных объектов в условиях чрезвычайных ситуаций является одной из основных задач Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ГСЧС).

Под устойчивостью функционирования хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях (ЧС) понимается их способность предупреждать возникновение аварий и катастроф, противостоять воздействию их поражающих факторов в целях предотвращения или ограничения угрозы жизни и здоровью персонала и проживающего вблизи населения, снижение материального ущерба в ЧС, а также обеспечивать восстановление нарушенного производства в минимально короткие сроки.

Первоначально устойчивость закладывается еще на стадии проектирования зданий, сооружений, технологических линий. Однако с течением времени здания и оборудование стареют, изменяются технологии, осваивается выпуск другой продукции, что требует проведения исследований по оценке устойчивости объектов.

На устойчивость работы хозяйственных объектов в чрезвычайных условиях оказывают влияние следующие факторы:

- надежность защиты рабочих и служащих объекта от последствий стихийных бедствий, аварий (катастроф), а также от воздействия поражающих факторов современных средств поражения;
- способность инженерно-технического комплекса объекта противостоять в определенной степени этим воздействиям;
- надежность системы снабжения объекта всем необходимым для производства продукции (сырьем, топливом, электроэнергией, газом, водой и т. д.);
- устойчивость и непрерывность управления производством и гражданской обороной;
- подготовленность объекта к ведению аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) и работ по восстановлению нарушенного производства.

Перечисленные факторы определяют и основные требования к устойчивому функционированию хозяйственного объекта в

условиях чрезвычайных ситуаций и пути его повышения.

Под повышением устойчивости функционирования хозяйственного объекта в ЧС понимается комплекс мероприятий по предотвращению или снижению угрозы жизни и здоровью персонала и проживающего вблизи населения, материального ущерба в ЧС, а также подготовка к проведению спасательных работ в зоне ЧС.

Выбор наиболее эффективных путей и способов повышения устойчивости работы объекта возможен только на основе всесторонней оценки каждого предприятия как объекта гражданской обороны.

В учебно-методическом пособии приведены основные теоретические и справочные данные, таблица вариантов для выполнения контрольной работы.

# **1. ПРОГРАММА КУРСА «ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ»**

## **1. Краткая характеристика чрезвычайных ситуаций, характерных для Республики Беларусь**

При изучении темы главное внимание уделить источникам опасности для населения и объектов экономики, а также чрезвычайным ситуациям (ЧС) исходя из географического и социально-экономического положения Республики Беларусь.

**1.1. Источники опасности и особенности защиты населения Республики Беларусь в чрезвычайных ситуациях.**

Источники жизни и опасности для человека и биологического мира. Основные понятия.

Географическое и социально-экономическое положение Республики Беларусь (ландшафт, климат и рельеф местности, природные богатства). Источники опасности для населения, объектов экономики и экологической среды в Республике Беларусь. Классификация чрезвычайных ситуаций.

**1.2. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Чрезвычайные ситуации, вызванные пожарами и взрывами. Ядерное оружие, его характеристика. Возможные последствия ядерной войны. Обычные средства поражения. Изучить характеристики ЧС техногенного характера и их влияние на безопасность населения.**

Чрезвычайные ситуации, вызванные выбросами аварийно химически опасных веществ (АХОВ) или сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ). Зоны и очаги химического заражения. Классификация химических веществ по токсичности, классам опасности и по воздействию на организм человека. Последствия отравления СДЯВ. Масштабы и последствия возможных химически опасных аварий и их воздействие на природную среду. Химическое оружие. Физико-химические, токсические свойства отравляющих веществ. Защита населения от отравляющих и сильнодействующих ядовитых веществ.

**1.3. Стихийные бедствия и чрезвычайные ситуации биологического характера.**

Краткая характеристика стихийных бедствий, характерных для Республики Беларусь.

Классификация микробов и болезней, вызванных ими. Особо опасные инфекционные болезни людей и животных. Особо опасные болезни и вредители растений. Биологическое оружие.

**1.4.** Чрезвычайные ситуации экологического характера. Классификация чрезвычайных ситуаций экологического характера. Чрезвычайные и экстремальные ситуации для человека, вызванные естественными и антропогенными экологическими факторами. Последствия чрезвычайных ситуаций экологического характера для человеческой цивилизации.

## **2. Прогнозирование, оценка и предупреждение чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени**

Студент должен освоить методики оценки чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, и мероприятия по предупреждению их негативных последствий.

**2.1.** Прогнозирование, оценка и предупреждение чрезвычайных ситуаций. Системы мониторинга и их задачи. Прогнозирование стихийных бедствий, чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Экологическое прогнозирование. Биологическое прогнозирование.

Обобщенная оценка чрезвычайных ситуаций: величина социального, экономического и экологического риска; способы определения социального, экономического и экологического ущербов. Величины допустимого, приемлемого и недопустимого риска, методики их оценки. Частные методики прогнозирования и оценки чрезвычайных ситуаций.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций. Оповещение населения о чрезвычайных ситуациях в системе гражданской обороны Республики Беларусь в мирное и военное время. Мероприятия по предупреждению и уменьшению последствий стихийных бедствий, чрезвычайных ситуаций техногенного, биологического и экологического характера.

## **3. Правила поведения и действия населения в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени**

При изучении темы студенту следует ознакомиться с нормативно-правовой базой Республики Беларусь по защите населе-

ния и территорий от ЧС. Необходимо усвоить основные правила выживания человека в критических ситуациях.

**3.1.** Правила поведения и действия населения в районах бедствий в чрезвычайных ситуациях.

Права и обязанности граждан в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Организация обучения населения в системе гражданской обороны. Факторы, представляющие опасность для жизни и здоровья человека. Общие правила выживания человека в критических ситуациях мирного и военного времени. Особенности выживания человека при стихийных бедствиях и в чрезвычайных ситуациях техногенного, биологического, экологического и социального характера.

#### **4. Организация защиты населения, объектов хозяйствования и природной среды в чрезвычайных ситуациях**

В процессе изучения темы особое внимание уделить структуре Государственных органов по защите населения и основным способам защиты и ликвидации последствий ЧС. Студенты должны знать защитные свойства сооружений ГО, их возможности по укрытию населения в условиях ЧС.

**4.1.** Государственные органы по защите населения, объектов и природной среды в чрезвычайных ситуациях.

Государственные органы по защите населения и объектов. Принципы защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени. Задачи и структура системы гражданской обороны. Организация гражданской обороны объекта. Силы и средства ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Средства наблюдения и контроля природной среды и потенциально опасных объектов.

**4.2.** Основные способы защиты населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Основные принципы и способы защиты населения, реализуемые государственными структурами в мирное и военное время. Эвакуация населения в мирное и военное время. Укрытие населения в защитных сооружениях. Средства индивидуальной защиты, порядок их накопления, хранения, выдачи населению и их



использование.

Основы организации и проведения спасательных и других неотложных работ. Содержание спасательных и других неотложных работ.

## **5. Устойчивость работы объектов экономики в чрезвычайных ситуациях**

Студент должен изучить методику исследования устойчивости функционирования хозяйственных объектов в ЧС, а также уметь проводить оценку устойчивости работы объектов экономики и инженерную защиту персонала в соответствии с требованиями СНиП.

**5.1.** Основы устойчивости работы хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях.

Классификация защитных сооружений (ЗС) и требования, предъявляемые к ним. Планировка защитных сооружений. Системы жизнеобеспечения защитных сооружений: воздухоснабжения, водоснабжения, санитарно-техническая и электроснабжения. Правила использования защитных сооружений.

Проблемы устойчивости работы объектов экономики и обеспечения промышленной безопасности. Воздействие чрезвычайных ситуаций на экономические категории. Сущность устойчивости функционирования объектов. Факторы, влияющие на устойчивость работы хозяйственных объектов в мирное и военное время. Мероприятия по обеспечению устойчивости работы объектов хозяйствования и обеспечению безопасности. Предупреждение аварий и катастроф на объектах. Особенности устойчивого развития химического и лесопромышленного комплекса и обеспечения безопасности.

**5.2.** Цель, содержание и условия проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) в чрезвычайных ситуациях. Силы и средства, привлекаемые к проведению АС и ДНР. Особенности проведения спасательных работ в очагах химического загрязнения.

**5.3.** Организация и проведение работ по дегазации, дезактивации и дезинфекции местности и хозяйственных объектов. Вещества и растворы, применяемые при обеззараживании.

## 2. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

*Номер варианта контрольной работы соответствует двум последним цифрам (шифра) зачетной книжки студента.*  
Контрольная работа включает один теоретический (контрольный) вопрос и расчетно-графическую работу, соответствующие номеру варианта контрольной работы.

№ варианта	Две последние цифры шифра	№ варианта	Две последние цифры шифра
01	01; 31; 61; 91	16	16; 46; 76
02	02; 32; 62; 92	17	17; 47; 77
03	03; 33; 63; 93	18	18; 48; 78
04	04; 34; 64; 94	19	19; 49; 79
05	05; 35; 65; 95	20	20; 50; 80
06	06; 36; 66; 96	21	21; 51; 81
07	07; 37; 67; 97	22	22; 52; 82
08	08; 38; 68; 98	23	23; 53; 83
09	09; 39; 69; 99	24	24; 54; 84
10	10; 40; 70; 00	25	25; 55; 85
11	11; 41; 71	26	26; 56; 86
12	12; 42; 72	27	27; 57; 87
13	13; 43; 73	28	28; 58; 88
14	14; 44; 74	29	29; 59; 89
15	15; 45; 75	30	30; 60; 90

### 3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Источники опасности для населения Республики Беларусь.
2. Определение, причины возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС). Классификация ЧС по масштабам возможных последствий.
3. Характеристика природных ЧС, возможных на территории Республики Беларусь. Определения стихийных бедствий.
4. Характеристика техногенных ЧС. Определения аварий, катастроф.
5. Краткая характеристика антропогенных (экологических) и биолого-социальных ЧС.
6. ЧС, вызванные применением оружия массового поражения. Ядерное оружие. Поражающие факторы ядерного взрыва и их характеристика.
7. Химическое и биологическое оружие. Характеристика отравляющих веществ (ОВ), болезнетворных микроорганизмов и токсинов.
8. Характеристика очагов ядерного, химического поражения.
9. Характеристика сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) или аварийно химически опасных веществ (АХОВ), используемых в народном хозяйстве, их характеристика. Защита и первая помощь при поражении СДЯВ.
10. Прогнозирование и оценка химической обстановки при авариях на химически опасных объектах.
11. Правила поведения и действия населения в условиях ЧС.
12. Организация и основные способы защиты населения, объектов хозяйствования в ЧС.
13. Оповещение населения о ЧС. Организация и порядок эвакуации населения из опасных зон.
14. Государственная система по предупреждению и действиям в ЧС (ГСЧС), ее задачи, организация и порядок функционирования.
15. Структурные органы ГСЧС.
16. Гражданская оборона (ГО), назначение, задачи в современных условиях, порядок комплектования формирований ГО. Структурное построение ГО на объекте.
17. Классификация и виды защитных сооружений и требования, предъявляемые к ним.
18. Убежище. Классификация убежищ по защитным свойствам. Планировочные конструктивные решения. Системы жизнеобеспече-

ния убежищ.

19. Противорадиационные укрытия (ПРУ). Классификация по степени защиты.

20. Простейшие укрытия. Использование под защитные сооружения метро, подземных пространств городов, подвалов и других сооружений.

21. Средства индивидуальной защиты (СИЗ), их классификация по назначению и принципу защиты. Гражданские фильтрующие противогазы: ГП-4У, ГП-5, ГП-5М, ГП-7, ГП-7В. Противогазы для детей. Порядок подбора противогазов по размеру.

22. Изолирующие противогазы ИП-4, ИП-4М, ИП-5, ИП-46. Устройство, принцип действия.

23. Респираторы. Промышленные респираторы. Простейшие средства защиты органов дыхания.

24. Средства индивидуальной защиты кожи (фильтрующие и изолирующие).

25. Медицинские средства защиты, их назначение и порядок использования.

26. Оказание первой медицинской помощи пострадавшим в условиях ЧС.

27. Пути и способы повышения устойчивости работы объектов в ЧС.

28. Содержание и условия проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) в чрезвычайных ситуациях.

29. Основные понятия о дезактивации, дегазации и дезинфекции.

30. Вещества и растворы, применяемые для обеззараживания.

#### 4. ЗАДАНИЕ

### ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Вариант № \_\_\_\_

#### Исходные данные

##### 1. Характеристика объединения

Производственное объединение \_\_\_\_\_ имеет прямоугольную планировку  $1600 \times 1400$  м с плотностью застройки \_\_\_\_%.

Численность наибольшей работающей смены \_\_\_\_ человек. Для защиты рабочих и служащих на объекте имеется \_\_\_\_\_ встроенных и \_\_\_\_ отдельностоящих убежищ (см. рис. 1). Обеспеченность работающих противогазами \_\_\_\_%.

На территории объединения ( $X =$  \_\_\_\_\_ м,  $Y =$  \_\_\_\_\_ м) установлен газгольдер емкостью \_\_\_\_\_ т пропана. В районе цеха № 2 ( $X = 850$  м,  $Y = 550$  м) в обвалованной емкости хранится \_\_\_\_\_ т АХОВ (смотри вариант задания):

Метеоусловия: скорость ветра \_\_\_\_ м/с, направление ветра \_\_\_\_\_, степень вертикальной устойчивости атмосферы \_\_\_\_\_, температура воздуха  $+ 20^{\circ}\text{C}$ .

##### 2. Характеристика зданий и сооружений

Заводоуправление: кирпичное 4-этажное здание. Оборудование – компьютеры, каналы связи. В подвале находится убежище № 1 с оборудованным пунктом управления и дизельной электростанцией (ДЭС).

Столовая, поликлиника, ремонтная мастерская – 2-этажные кирпичные здания. Оборудование – контрольно-измерительная аппаратура, печи, котлы и станочное оборудование соответственно.

Бытовой корпус, вспомогательный цех – здания с железобетонным каркасом. Оборудование – трансформаторная подстанция и теплообменники. В зданиях находятся встроенные убежища № 2 и 3.

Экспериментальный цех, цеха № 1 и 4 – железобетонные

монолитные здания повышенной устойчивости. Оборудование – крановое, станочное, утилизаторы.

Цеха № 2, 3, 5 – здания с металлическим каркасом, имеют встроенные убежища № 4, 5, 6. Оборудование – контактные аппараты, реакционные башни и транспортные средства.

Склад – одноэтажное кирпичное здание. На складе имеются подземные емкости с запасами сырья.

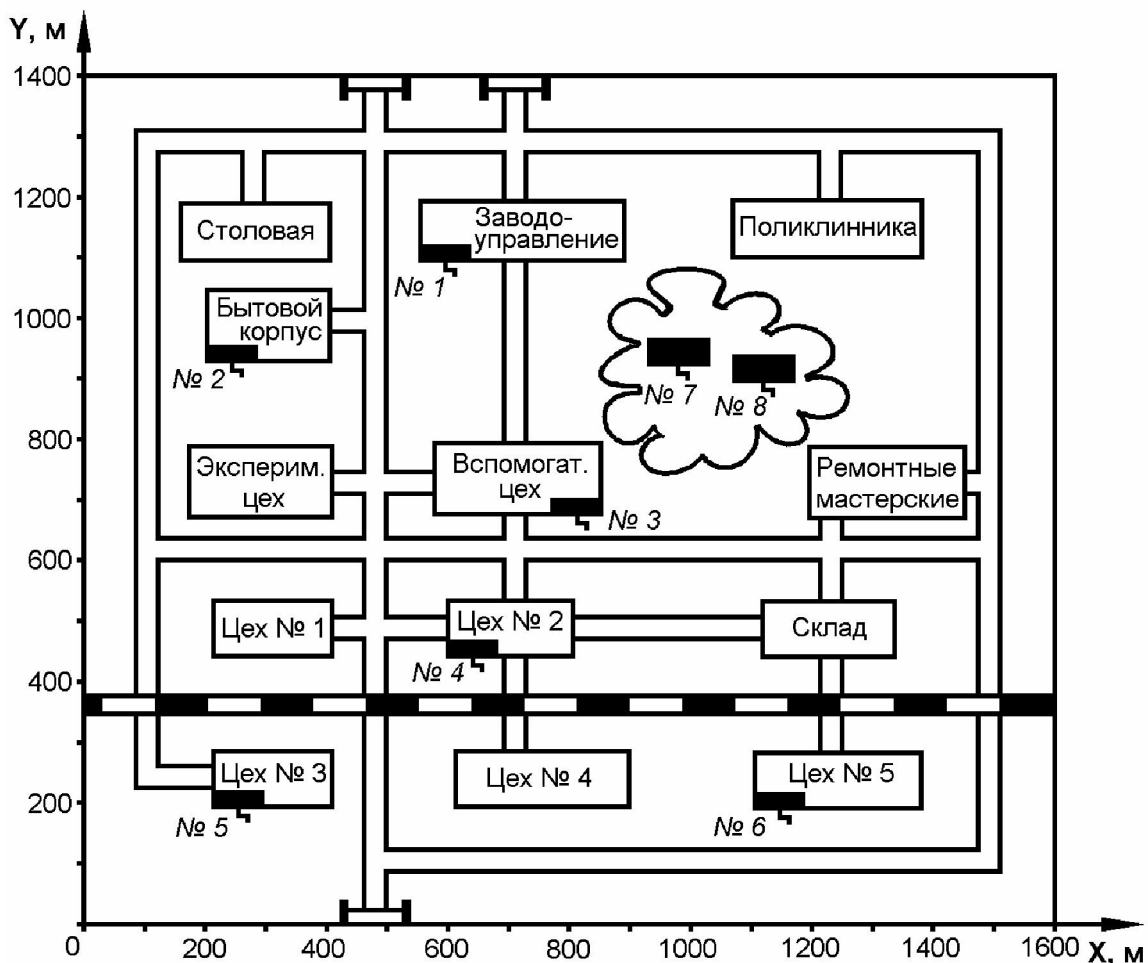


Рис. 1. План производственного объединения

### 3. Характеристика убежищ (■)

Убежища № \_\_\_\_ встроенные, однотипные, имеют бетонные стены толщиной \_\_\_\_ м. Высота помещений убежищ \_\_\_\_ м, площадь пола основных помещений \_\_\_\_ м<sup>2</sup>, вспомогательных \_\_\_\_ м<sup>2</sup>, емкость с запасом питьевой воды на \_\_\_\_ л, емкость для сбора сточных вод на \_\_\_\_ л (в каждом убежище).

Убежища № \_\_\_\_ отдельно стоящие, имеют железобетонное перекрытие толщиной \_\_\_\_ м, грунтовую насыпь \_\_\_\_ м, высота помещений убежищ \_\_\_\_ м, площадь пола основных помещений \_\_\_\_ м<sup>2</sup>, вспомогательных \_\_\_\_ м<sup>2</sup>, емкость с запасом питьевой воды \_\_\_\_ л, емкость для сбора сточных вод \_\_\_\_ л. (в каждом убежище).

В каждом убежище для воздухообеспечения в соответствии с нормами установлены фильтровентиляционные комплекты и вентиляторы (необходимое количество и тип ФВК подобрать по приложению 12).

Срок нахождения в убежищах \_\_\_\_ сут.

**Задание:**

1. Провести оценку устойчивости инженерно-технического комплекса к воздействию взрыва газовой смеси (план объединения вычертить в масштабе 1:10000 (в 1 см – 100 м)).
2. Оценить инженерную защиту рабочих и служащих объекта.
3. Провести расчет и вычертить в масштабе план защитного сооружения вместимостью на \_\_\_\_ чел. (800 + две последние цифры зачетной книжки).

Работу выполнить на листах формата А3 (А4) с пояснениями расчетных формул и их значений. Исходные данные приведены в табл. 1.

Табл. 1. Исходные данные для выполнения контрольной работы

51

№ варианта	Плотность застройки, %	Численность наибольшей работающей смены, чел.	Газгольдер		У б е ж и щ а (в числителе – встроенные, в знаменателе – отдельно стоящие)								Срок нахождения, сут	Обеспеченность СИЗ (противогазами), %	АХОВ (СДЯВ)		Ветер		Степень вертикальной устойчивости атмосферы
			Координаты X/Y, м	Вместимость, т.	Количество	Толщина, м		Высота, м	Площадь пола основного помещения, м <sup>2</sup>	Площадь пола вспомогат. помещений, м <sup>2</sup>	Запас воды, л	Емкость для сбора сточных вод, л			Наименование	Количество, т	Направление	Скорость, м/с	
						перекрытий	грунтовой засыпки												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	40	2405	$\frac{500}{150}$	40	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,55}{0,2}$	$\frac{-}{0,63}$	2,15	$\frac{154}{152}$	$\frac{63}{62}$	$\frac{2730}{2700}$	$\frac{1900}{1800}$	2	0	хлор	5	В	1	инверсия
2	30	2910	$\frac{400}{200}$	30	$\frac{6}{1}$	$\frac{0,53}{0,23}$	$\frac{-}{0,65}$	2,95	$\frac{150}{305}$	$\frac{60}{120}$	$\frac{2700}{5400}$	$\frac{1950}{3600}$	2	10	аммиак	100	Ю	2	конвекция
3	20	2397	$\frac{600}{150}$	35	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,57}{0,22}$	$\frac{-}{0,66}$	2,2	$\frac{160}{155}$	$\frac{63}{62}$	$\frac{1900}{1850}$	$\frac{1300}{1250}$	3	20	серн. ангид.	50	Ю-В	3	изотермия
4	40	2205	$\frac{800}{150}$	20	$\frac{4}{2}$	$\frac{0,56}{0,54}$	$\frac{-}{0,67}$	3,0	$\frac{151}{152}$	$\frac{61}{62}$	$\frac{2000}{1900}$	$\frac{1260}{1300}$	3	30	сероводор.	5	С	3	инверсия
5	20	2390	$\frac{1000}{150}$	15	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,52}{0,25}$	$\frac{-}{0,68}$	2,3	$\frac{149}{150}$	$\frac{59}{60}$	$\frac{2700}{2720}$	$\frac{1950}{1850}$	2	40	серн. ангид.	25	З	2	конвекция



Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6	30	2450	$\frac{400}{350}$	45	$\frac{2}{2}$	$\frac{0,53}{0,23}$	$\frac{-}{0,7}$	3,1	$\frac{240}{230}$	$\frac{93}{95}$	$\frac{2700}{2800}$	$\frac{1800}{1900}$	3	50	амми-ак	75	В	6	изотер- мия
7	40	2250	$\frac{450}{400}$	50	$\frac{3}{2}$	$\frac{0,55}{0,2}$	$\frac{-}{0,7}$	2,4	$\frac{230}{231}$	$\frac{100}{96}$	$\frac{2730}{2790}$	$\frac{1910}{1800}$	3	60	хлор	10	Ю-В	3	конвек- ция
8	30	4105	$\frac{400}{300}$	25	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,57}{0,23}$	$\frac{-}{0,69}$	3,2	$\frac{225}{230}$	$\frac{90}{95}$	$\frac{4200}{4150}$	$\frac{2700}{2800}$	2	70	амми-ак	50	Ю-В	2	инвер- сия
9	20	3609	$\frac{600}{300}$	30	$\frac{4}{2}$	$\frac{0,58}{0,24}$	$\frac{-}{0,68}$	2,5	$\frac{320}{310}$	$\frac{120}{125}$	$\frac{5500}{5600}$	$\frac{3600}{3700}$	2	80	серн. ангид.	10	Ю	1	инвер- сия
10	40	4990	$\frac{800}{300}$	35	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,6}{0,26}$	$\frac{-}{0,65}$	3,3	$\frac{305}{231}$	$\frac{123}{96}$	$\frac{5450}{4230}$	$\frac{3630}{2850}$	3	90	серо- водор.	10	Ю-3	2	конвек- ция
11	30	2580	$\frac{250}{400}$	20	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,56}{0,21}$	$\frac{-}{0,7}$	2,6	$\frac{150}{151}$	$\frac{62}{63}$	$\frac{2730}{2700}$	$\frac{1850}{1825}$	2	100	серн. ангид.	5	В	6	изотер- мия
12	40	2890	$\frac{300}{450}$	40	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,57}{0,21}$	$\frac{-}{0,68}$	3,4	$\frac{161}{156}$	$\frac{63}{62}$	$\frac{1850}{1950}$	$\frac{1250}{1300}$	2	90	амми-ак	25	Ю-В	5	изотер- мия
13	20	3600	$\frac{400}{400}$	40	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,56}{0,23}$	$\frac{-}{0,7}$	2,7	$\frac{226}{229}$	$\frac{93}{94}$	$\frac{4300}{4200}$	$\frac{2700}{2800}$	3	80	хлор	25	3	2	изотер- мия
14	30	5100	$\frac{600}{400}$	45	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,58}{0,25}$	$\frac{-}{0,6}$	3,5	$\frac{310}{230}$	$\frac{125}{95}$	$\frac{5300}{4100}$	$\frac{3600}{2800}$	3	70	амми-ак	10	С-В	1	конвек- ция

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
15	40	2610	$\frac{800}{400}$	30	$\frac{6}{1}$	$\frac{0,56}{0,27}$	$\frac{-}{0,67}$	2,8	$\frac{153}{310}$	$\frac{62}{123}$	$\frac{2710}{5450}$	$\frac{1900}{3700}$	2	60	серн. ангид.	100	Ю-В	3	конвекция
16	20	2110	$\frac{250}{550}$	35	$\frac{4}{2}$	$\frac{0,6}{0,2}$	$\frac{-}{0,7}$	3,45	$\frac{150}{153}$	$\frac{60}{65}$	$\frac{2100}{1900}$	$\frac{1200}{1300}$	2	50	серо-водор.	25	Ю	4	изотермия
17	30	2980	$\frac{300}{550}$	40	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,54}{0,23}$	$\frac{-}{0,6}$	2,9	$\frac{153}{150}$	$\frac{60}{53}$	$\frac{2720}{2700}$	$\frac{1850}{1890}$	3	40	серн. ангид.	75	С-В	2	инверсия
18	40	2890	$\frac{400}{550}$	45	$\frac{3}{2}$	$\frac{0,58}{0,24}$	$\frac{-}{0,61}$	3,35	$\frac{231}{238}$	$\frac{96}{83}$	$\frac{2750}{2760}$	$\frac{1840}{1800}$	3	30	аммиак	5	Ю	6	изотермия
19	20	3870	$\frac{400}{600}$	50	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,69}{0,25}$	$\frac{-}{0,65}$	2,85	$\frac{230}{225}$	$\frac{95}{90}$	$\frac{4100}{4200}$	$\frac{2800}{2700}$	2	20	хлор	50	С-В	3	инверсия
20	30	5120	$\frac{700}{300}$	40	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,62}{0,25}$	$\frac{-}{0,62}$	3,25	$\frac{305}{230}$	$\frac{120}{95}$	$\frac{5450}{4100}$	$\frac{3600}{2800}$	3	10	аммиак	10	В	2	инверсия
21	40	2408	$\frac{450}{650}$	35	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,55}{0,26}$	$\frac{-}{0,63}$	2,75	$\frac{151}{154}$	$\frac{63}{62}$	$\frac{2700}{2710}$	$\frac{1800}{1850}$	3	20	серн. ангид.	50	Ю	1	конвекция
22	20	3020	$\frac{450}{800}$	30	$\frac{6}{1}$	$\frac{0,56}{0,27}$	$\frac{-}{0,64}$	3,15	$\frac{152}{304}$	$\frac{60}{119}$	$\frac{2715}{5450}$	$\frac{1916}{3705}$	2	30	серо-водор.	75	Ю-В	6	изотермия
23	30	4280	$\frac{700}{650}$	20	$\frac{5}{2}$	$\frac{0,58}{0,28}$	$\frac{-}{0,65}$	2,65	$\frac{302}{306}$	$\frac{118}{115}$	$\frac{5505}{5400}$	$\frac{3605}{3700}$	2	40	серн. ангид.	25	Ю-В	2	инверсия

Окончание табл. 1

18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
24	40	3260	$\frac{600}{600}$	25	$\frac{4}{2}$	$\frac{0,59}{0,29}$	$\frac{-}{0,7}$	3,05	$\frac{228}{230}$	$\frac{92}{93}$	$\frac{4080}{4100}$	$\frac{2750}{2770}$	3	50	амми-ак	25	С-В	3	изотер- мия
25	20	3210	$\frac{400}{750}$	30	$\frac{4}{2}$	$\frac{0,6}{0,3}$	$\frac{-}{0,5}$	3,0	$\frac{225}{230}$	$\frac{93}{92}$	$\frac{4200}{4150}$	$\frac{2700}{2730}$	3	60	хлор	75	С-В	2	конвек- ция
26	30	2885	$\frac{450}{850}$	40	$\frac{5}{1}$	$\frac{0,59}{0,21}$	$\frac{-}{0,7}$	2,2	$\frac{229}{331}$	$\frac{95}{117}$	$\frac{4400}{5450}$	$\frac{2800}{3600}$	2	70	амми-ак	100	Ю	1	конвек- ция
27	40	4406	$\frac{300}{850}$	50	$\frac{5}{2}$	$\frac{0,58}{0,22}$	$\frac{-}{0,65}$	2,95	$\frac{330}{225}$	$\frac{120}{87}$	$\frac{5400}{4300}$	$\frac{3700}{2830}$	3	80	серн. ангид.	100	С-В	4	изотер- мия
28	20	3960	$\frac{500}{800}$	45	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,57}{0,23}$	$\frac{-}{0,6}$	2,15	$\frac{236}{335}$	$\frac{90}{130}$	$\frac{2800}{3700}$	$\frac{1850}{2400}$	2	90	серо- водор.	50	С-В	1	конвек- ция
29	40	4120	$\frac{600}{850}$	30	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,56}{0,25}$	$\frac{-}{0,65}$	2,6	$\frac{230}{340}$	$\frac{90}{135}$	$\frac{4000}{5400}$	$\frac{2700}{3600}$	3	70	хлор	100	Ю-В	6	изотер- мия
30	30	5340	$\frac{400}{900}$	35	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,68}{0,28}$	$\frac{-}{0,65}$	3,2	$\frac{305}{299}$	$\frac{130}{132}$	$\frac{3800}{3900}$	$\frac{2500}{2600}$	3	60	амми-ак	50	В	2	инвер- сия

## 5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Устойчивость хозяйственного объекта – это его физическая устойчивость, способность противостоять стихийным бедствиям, авариям (катастрофам) и современным средствам поражения.

Применительно к жилым и промышленным зданиям степень разрушения характеризуется следующим состоянием конструкций:

– *слабые разрушения*: разрушаются оконные и дверные заполнения, легкие перегородки, частично – кровля, возможны трещины в стенах верхних этажей. Подвалы зданий сохраняются. Возможны травмы людей обломками конструкций;

– *средние разрушения*: разрушаются встроенные элементы внутренних перегородок, окна, двери, крыши, появляются трещины в стенах, происходит обрушение отдельных участков чердачных перекрытий и стен верхних этажей. Подвальные помещения сохраняются, но требуется расчистка входов. Люди получают травмы обломками элементов конструкций;

– *сильные разрушения* – разрушаются части стен и перекрытия верхних этажей, образуются трещины, происходит деформация нижних этажей. Люди получают травмы на всех этажах.

Промышленное и энергетическое оборудование характеризуется:

– при *слабых разрушениях* – деформацией трубопроводов, повреждением и разрушением контрольно-измерительной аппаратуры, отдельными разрывами на линиях электропередач (ЛЭП), повреждением станков, которым потребуется замена электропроводки, приборов и других составных частей, повреждением системы смазки, гидравлики, передаточных механизмов и т. д.;

– при *средних разрушениях* – отдельными разрывами и деформацией трубопроводов, кабелей; деформацией и повреждением отдельных опор ЛЭП; деформацией и смещением на опорах цистерн, разрушением их выше уровня жидкости; повреждением станков, требующих капитального ремонта, смещением их относительно фундамента и т. д.

В качестве критериев оценки физической устойчивости приняты величины избыточного давления, действующие на здания,

сооружения, промышленное, энергетическое и станочное оборудование.

Станочное оборудование разрушается при избыточных давлениях 35–70 кПа, измерительные приборы – при 20–30 кПа, а наиболее чувствительные приборы могут повреждаться при 10 кПа и меньше. Промышленное оборудование может разрушаться и при обрушении конструкций зданий.

Степень разрушений (повреждений) транспортных средств зависит от положения относительно направления распространения ударной волны. Средства транспорта, расположенные бортом к направлению ударной волны, получают наибольшие повреждения, загруженные и закрепленные средства – меньшую степень повреждения.

При воздействии избыточного давления воздушной ударной волны люди получают травмы различной степени: легкие (20–30 кПа), средние (30–50 кПа), тяжелые (50–80 кПа) и очень тяжелые (80–100 кПа).

Для устойчивости работы объекта необходимо обеспечить, кроме устойчивости самого объекта, защищенность рабочих и служащих, т. е. предоставить необходимые средства индивидуальной защиты.

– защищенность рабочих и служащих (обеспеченность защитными сооружениями на объекте наиболее многочисленной смены; возможность рассредоточения и эвакуации в загородную зону, обеспеченность средствами индивидуальной защиты);

Исходными данными для оценки устойчивости работы объекта являются:

– характеристика конструкций зданий и сооружений, их прочность и огнестойкость;

– характеристика промышленного оборудования (станков, аппаратуры управления, автоматизированных систем и т. д.);

– характеристика зданий, помещений (категория) по пожаро-взрывоустойчивости;

– возможности по переходу на технологию производства военного времени и безаварийную обстановку его по сигналу «ВТ»;

– характеристика коммунально-энергетических сетей;

– характеристика территории объекта и зараженной местности.

Оценку устойчивости работы объекта можно производить в

следующей последовательности:

- оценка инженерной защиты рабочих объекта;
- оценка устойчивости элементов инженерно-технического комплекса.

### **5.1. Оценка устойчивости инженерно-технического комплекса к воздействию взрыва газовой смеси**

Инженерно-технический комплекс объекта включает здания и сооружения, технологическое оборудование и коммуникации, электросети, теплосети, водопровод, канализацию и газопровод.

Разрушение и повреждение зданий, сооружений, технологических установок и трубопроводов на предприятиях нефтеперерабатывающей, химической и некоторых других отраслей промышленности с взрыво-, газо- и пожароопасной технологией может привести к истечению газообразных или сжиженных углеводородных продуктов и сильнодействующих ядовитых веществ. При перемешивании углеводородных продуктов с воздухом образуются взрыво- или пожароопасные смеси, а по следу движения ядовитого облака – зоны опасного химического загрязнения.

Взрывоопасная смесь – смесь с воздухом газов, легко воспламеняющихся жидкостей, горючей пыли или волокон.

Наиболее распространенными взрыво- или пожароопасными смесями являются смесь с воздухом углеводородных газов: метана, этана, пропана, этилена, бутилена и других углеводородов.

Взрывы газо-, паро- и пылевоздушных смесей происходят при определенных условиях, когда содержание газа, пара или пыли находится в пределах взрываемости (табл. 2) в процентах по объему газа или пара в смеси при давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.) и температуре 20°C и при наличии инициатора взрыва (искра, пламя, нагретое тело). Так, например, взрыв паров ацетона в воздухе возможен при содержании от 2 до 13% по объему. При содержании паров ацетона в воздухе более 13% об. от места инициирования будет распространяться с дозвуковой скоростью «волна горения», при этом давление в «волне горения» не повышается. Медленный режим горения облака с большим выделением лучистой энергии может привести к образованию множества очагов пожаров на промышленном объекте.

**Табл. 2. Предел взрываемости смеси некоторых газов  
и пара с воздухом**

Газ или пар	Предел взрываемости		Газ или пар	Предел взрываемости	
	нижний	верхний		нижний	верхний
Аммиак	15,5	27,0	Окись пропи-лена	2,0	22,0
Акрилонит-рил	3,0	17,0	Окись углеро-да	12,5	74,2
Ацетилен	2,2	80,0	Окись этилена	3,0	80,0
Ацетон	2,0	13,0	Пропан	2,4	9,5
Бензин	1,2	7,0	Пропилен	2,0	11,0
Бензол	1,4	9,5	Пентан	1,4	7,8
Бутан	1,9	8,4	Сероуглерод	1,0	50,0
Бутилен	1,7	9,0	Сероводород	4,3	45,5
Водород	4,0	75,2	Синильная ки-слота	5,6	40,0
Гексан	1,2	7,0	Толуол	7,0	49,8
Гептан	1,0	6,0	Хлор	3,5	17,0
Гептил	4,7	100,0	Циклогексан	1,0	9,0
Дихлорэтан	6,2	15,9	Этан	3,2	12,5
Керосин	1,0	7,0	Этилен	2,8	28,6
Ксилол	3,0	7,6	Этиловый спирт	19,0	67,0
Метан	5,0	15,0	Этиловый эфир	1,85	40,0
Метиловый спирт	5,5	37,0	Этил броми-стый	7,0	11,0
Метил хло-ристый	8,0	20,0	Этил хлори-стый	3,5	14,8

При взрыве газовой смеси образуется очаг взрыва, в котором принято выделять три круговые зоны (рис. 2).

Первая зона – зона детонационной волны в пределах облака взрыва (зона полного разрушения). Поражающее действие характеризуется избыточным давлением во фронте детонационной волны ( $\Delta P_1$ ) в пределах ГВС, которое составляет около 1700 кПа. Радиус зоны ( $r_1$ ) может быть определен по формуле

$$r_1 = 17,5\sqrt[3]{Q}, \quad (1)$$

где  $Q$  – количество сжиженных углеводородных газов, т.

Вторая зона – зона действия продуктов взрыва охватывает всю площадь разлета продуктов газовой смеси в результате ее детонации. Радиус ( $r_2$ ) действия второй зоны определяется по формуле

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1. \quad (2)$$

Избыточное давление ( $\Delta P_2$ ) во второй зоне по мере удаления уменьшается до 300 кПа.

Третья зона – зона действия воздушной ударной волны. В этой зоне формируется фронт ударной волны, который распространяется по поверхности земли. Величина избыточного давления во фронте ударной волны ( $\Delta P_3$ ) и расстояния, на которых эти давления действуют ( $R_3$ ), определяются по графику (рис. 3) в зависимости от количества углеводородной смеси  $Q$ .

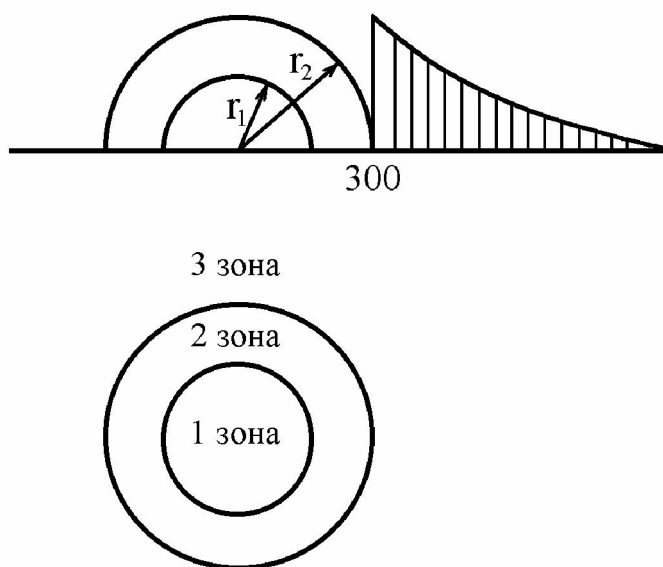


Рис. 2. Схема взрыва газовой смеси

Поражающим фактором при взрывах является воздушная ударная волна (ВУВ) – резкое сжатие воздуха, движущегося со сверхзвуковой скоростью. ВУВ характеризуется избыточным давлением ( $\Delta P_\phi$ ) и скоростным напором ( $\Delta P_{ск}$ ).



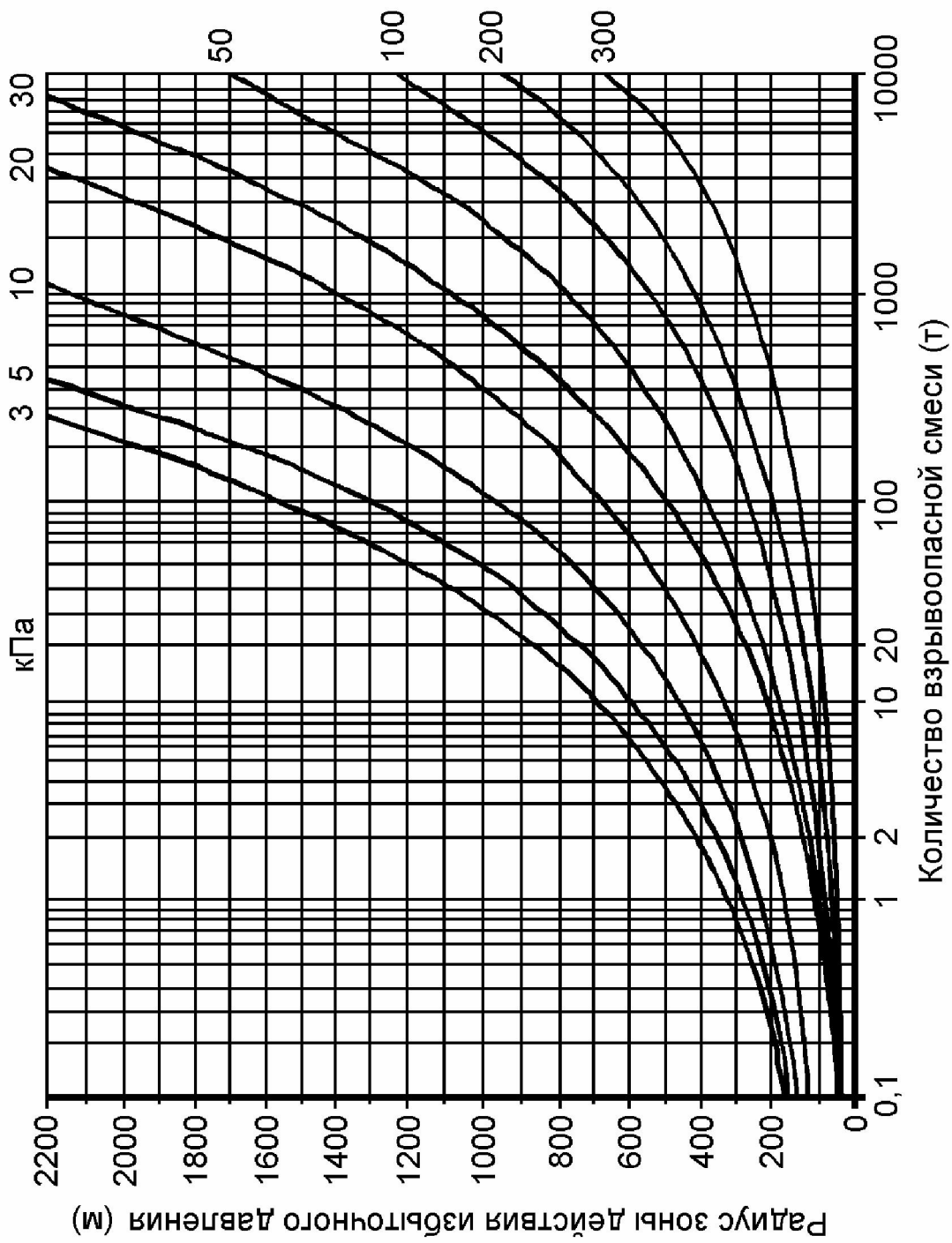


Рис. 3. Зависимость радиуса зоны действия избыточного давления от количества взрывоопасной смеси

Избыточное давление ( $\Delta P_{\phi}$ ) определяет разрушающее, а скоростной напор метательное ( $\Delta P_{ск}$ ), опрокидывающее действие ударной волны.

Характер разрушений зданий, сооружений и технологического оборудования, которые вызваны воздействием избыточного давления, оценивается по приложению 1.

Дальность разлета обломков и высота завалов при разрушении зданий воздушной волной оцениваются по приложению 2.

В зависимости от пожаровзрывоопасности веществ и материалов, которые имеются на предприятии, а также с учетом особенностей технологических процессов производства «Общими нормами технологического проектирования» (ОНТП-24–86) установлена методика определения категорий помещений и зданий производственного и складского назначения по взрывопожарной безопасности (приложение 3).

Степень и характеристика огнестойчивости зданий и сооружений приведена в приложениях 4 и 5.

Большую опасность представляют разрушения и повреждения емкостей и установок с аварийно химически опасными веществами (АХОВ) на химически опасном объекте (ХОО), где в технологическом процессе используются кислоты, хлор, аммиак и др.

В результате аварии на ХОО происходит разлив и испарение АХОВ, образуются очаги химического загрязнения как на территории объекта, так и за его пределами при распространении газового облака по ветру.

Для оценки последствий аварии на ХОО используются справочные материалы по оценке химической обстановки: (приложения 7, 8, 9).

## **5.2. Оценка инженерной защиты рабочих и служащих промышленного объекта**

Инженерная защита рабочих и служащих – это комплекс мероприятий, направленных на создание фонда сооружений, обеспечивающих защиту населения и работающих на производстве от поражающих факторов ЧС. При этом необходимо оценить возможность укрытия наибольшей работающей смены в имеющихся защитных сооружениях.

Оценка инженерной защиты рабочих и служащих промышленного объекта производится в следующей последовательности.

### 5.2.1. Оценка защитных сооружений по вместимости

Вместимость защитных сооружений (убежищ, противорадиационных укрытий) определяется в соответствии с нормами объемно-планировочных решений. По количеству мест в защитных сооружениях оценивается возможность укрытия наиболее многочисленной рабочей смены.

Рассчитываем количество мест для укрываемых ( $M$ ) на имеющейся площади основного помещения исходя из установленных норм на одного человека:

$$M_i = \frac{S_n}{S_1}, \quad M_{\text{общ.}} = \sum_{i=1}^n M_i, \quad (3)$$

где  $S_n$  – площадь основного помещения для укрываемых в защитных сооружениях,  $\text{м}^2$ ;  $S_1$  – норма площади основного помещения на одного укрываемого,  $\text{м}^2$ .

Проверяем соответствие объема помещений в зоне герметизации установленной норме на одного укрываемого (не менее  $1,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$ )

$$V_1 = \frac{S_0 \cdot h}{M}, \quad (4)$$

где  $V_1$  – объем помещения, приходящийся на одного укрываемого,  $\text{м}^3$ ;  $S_0$  – площадь всех помещений,  $\text{м}^2$ ;  $h$  – высота помещения,  $\text{м}$ ;  $M$  – количество мест для укрываемых в убежище.

Проверяем соответствие площади вспомогательных помещений установленным нормам.

$$S_{\text{всп.}} = M \cdot S_2, \quad (5)$$

где  $S_{\text{всп.}}$  – площадь вспомогательных помещений,  $\text{м}^2$ ;  $M$  – количество мест для укрываемых;  $S_2$  – норма площади вспомогательного помещения на одного укрываемого,  $\text{м}^2$  (см. табл. 3).

Определяем необходимое количество нар для размещения укрываемых:

$$H = M \cdot D, \quad (6)$$

где  $M$  – количество мест для укрываемых в защитном сооружении;  $D$  – установленная норма (0,2 – при 2-ярусном расположении нар, 0,3 – при 3-ярусном расположении нар).

Определяем коэффициент вместимости, который характеризует возможности защитного сооружения по укрытию людей.

$$K_{вм.} = \frac{M_{общ.}}{N}, \quad (7)$$

где  $M_{общ.}$  – количество мест для укрываемых;  $N$  – численность персонала, подлежащего укрытию (численность рабочей смены).

**Табл. 3. Требования к защитным сооружениям гражданской обороны**

Основные требования	Норма
1. Площадь пола основного помещения на одного человека, м <sup>2</sup> , при высоте помещения:	
2,15 м	0,6
2,15–2,9 м	0,5
2,9 м	0,4
2. Внутренний объем помещения на одного человека, м <sup>3</sup>	1,5
3. Место для сидения на одного человека, м	0,45×0,45
4. Место для лежания на одного человека, м	1,8×0,55
5. Площадь вспомогательных помещений на одного человека, м <sup>2</sup> :	
без автономных систем водо-, электрообеспечения	0,12
с автономными системами водо-, электрообеспечения при вместимости:	
до 600 чел.	0,23
600–1200 чел.	0,22
более 1200 чел.	0,2
6. Площадь медпункта при вместимости 900–1200 чел., м <sup>2</sup>	9
7. Санпост на каждые 500 чел., м <sup>2</sup>	2
8. Площадь помещения на 1 комплект ФВК-1 (ФВК-2), м <sup>2</sup>	9–12
9. Площадь помещения для ДЭС, м <sup>2</sup>	16–20
10. Концентрация углекислого газа не более, %	1
11. Относительная влажность воздуха не более, %	70
12. Температура воздуха в убежище не более, °С	23

### 5.2.2. Оценка защитных свойств сооружений

Определяем защитные свойства по ионизирующим излучениям – коэффициент ослабления радиации:

$$K_{осл.} = K_{зас.} \cdot 2^{\frac{h}{d_{пол.}}}, \quad (8)$$

где  $K_{зас.}$  – коэффициент, учитывающий условия расположения защитного сооружения (характер окружающей застройки), (см. табл. 3);  $h$  – толщина слоя материала конструкции защитного сооружения, см;  $d_{пол.}$  – толщина слоя половинного ослабления, см (приложение 11).

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

$$K_{осл.} = K_{зас.} \cdot 2^{\frac{h}{d_{пол.}}} \cdot 2^{\frac{h_1}{d_1}}. \quad (9)$$

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

$$h = d_{пол.} \cdot \ln K_{осл.} / 0,693. \quad (10)$$

### 5.2.3. Оценка систем жизнеобеспечения защитных сооружений

Для обеспечения жизнедеятельности укрываемых защитные сооружения оборудуются системами воздухообмена, водоснабжения, электроснабжения, связи и санитарно-технической.

#### 5.2.3.1. Оценка системы воздухообмена

Выбирается тип, состав и параметры фильтровентиляционных комплектов (ФВК), определяется количество подаваемого воздуха системой в режиме I – чистой вентиляции и в режиме II – фильтровентиляции (приложение 12).

Определяем количество укрываемых, которое может обеспечить система очищенным воздухом:

$$N_{жсо} = \frac{W_o}{W_n}, \quad (11)$$

где  $W_o$  – общая производительность системы воздухообеспечения, м<sup>3</sup>/ч;  $W_n$  – норма подачи воздуха на 1 чел. в час, м<sup>3</sup>/ч: в режиме чистой вентиляции – 8 м<sup>3</sup>/ч на чел., в режиме фильтровентиляции – 2 м<sup>3</sup>/ч на чел.

### 5.2.3.2. Оценка системы водоснабжения

$$N_{вод.} = \frac{W_{o.вод.}}{W_{1н} \cdot C}, \quad (12)$$

где  $W_{o.вод.}$  – общий запас воды в защитном сооружении;  $W_{1н}$  – норма обеспечения водой одного укрываемого в сутки (норма – 3 л в сутки).

### 5.2.3.3. Оценка санитарно-технических систем

Определяется количество укрываемых, которое может обеспечить система, исходя из существующих норм: один писсуар и унитаз на 150 мужчин, один унитаз на 75 женщин, умывальник из расчета на 200 чел., но не менее одного на санузел. В помещении санузла должен быть аварийный резервуар для сбора стоков.

Потребная вместимость резервуара определяется из расчета 2 л сточных вод в сутки на одного укрываемого.

На основании расчетов определяется количество обслуживаемых системой укрываемых:

$$N_{ост.} = \frac{W_{o.ст.}}{W_n \cdot C}, \quad (13)$$

где  $W_{o.ст.}$  – общая вместимость санитарно-технической системы;  $W_n$  – норма сточных вод на одного укрываемого в сутки;  $C$  – заданный срок пребывания укрываемых в защитном сооружении, сутки.

На основании расчетов оценивается возможность системы жизнеобеспечения по минимальному показателю. При этом учитывается, что определяющим показателем является система воздухообеспечения.

#### **5.2.3.4. Оценка защитных сооружений по своевременному укрытию людей**

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

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

На основании расчетов делаются общие выводы (вариант).

1. На объекте инженерной защитой обеспечивается 63% рабочих и служащих – 450 чел.

2. Возможности имеющегося убежища используются не полностью из-за ограниченной подачи системы воздухообеспечения. Повышение ее подачи на 1/3 позволит увеличить численность защищаемых на 120 чел. (до полной вместимости).

3. Для обеспечения инженерной защиты всего состава рабочих необходимо:

– дооборудовать систему воздухообеспечения убежища одним комплектом ФВК-1;

– построить дополнительно одно убежище вместимостью 150 чел. с пунктом управления и защищенной дизельной станцией для аварийного обеспечения двух убежищ на объекте.

До завершения строительства убежища нужно предусмотреть защиту неукрываемой части персонала в подвальных помещениях, оборудовав их фильтровентиляционными системами.

### **5.3. Требования к защитным сооружениям гражданской обороны**

#### **5.3.1. Общие сведения о нормах проектирования защитных сооружений гражданской обороны**

При проектировании и строительстве защитных сооружений гражданской обороны (ЗС ГО) руководствуются СНиП П-П-77\*

(Строительные нормы и правила, часть II. Нормы проектирования. Глава II. Защитные сооружения гражданской обороны) и другими нормативными документами. Требования СНиП П-И-77\* должны соблюдаться при проектировании вновь строящихся и реконструируемых ЗС ГО (убежищ и противорадиационных укрытий).

Защитные сооружения ГО предназначаются для защиты в военное время укрываемых людей от воздействия оружия массового поражения, но могут использоваться и в мирное время для нужд народного хозяйства.

При проектировании помещений, приспособляемых под ЗС, следует предусматривать наиболее экономичные объемно-планировочные и конструктивные решения.

Габариты помещений следует принимать минимальными, обеспечивающими эффективное использование их в мирное время.

### **5.3.2. Размещение защитных сооружений ГО**

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

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

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

ПРУ следует размещать в подвальных, цокольных и первых



этажах сооружений и вновь строящихся зданий и в отдельно стоящих сооружениях.

### **5.3.3. Объемно-планировочные решения защитных сооружений**

В убежищах предусматриваются:

- основные помещения (помещения для укрываемых, пункт управления, медицинские пункты);
- вспомогательные помещения (фильтровентиляционные помещения, санитарные узлы, защищенные дизельные электростанции, электрощитовая, помещения для хранения продовольствия, станции перекачки, баллонная, тамбур-шлюз, тамбуры и др.).

Пример планировки убежищ показан на рис. 4.

Норма площади пола основного помещения на одного укрываемого принимается равной  $0,5 \text{ м}^2$  при двухъярусном и  $0,4 \text{ м}^2$  при трехъярусном расположении нар. Внутренний объем помещения должен быть не менее  $1,5 \text{ м}^3$  на одного укрываемого.

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

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

Количество мест для лежания принимается при двухъярусном расположении нар 20%, при трехъярусном – 30% вместимости убежища. Ширину прохода на уровне скамей для сидения следует принимать:

- между поперечными рядами – 0,7 м (при количестве мест в ряду не более 12);
- между продольными рядами и торцами поперечных рядов – 0,75 м;
- между продольными рядами – 0,85 м (при количестве мест в ряду не более 20 и одностороннем выходе).

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

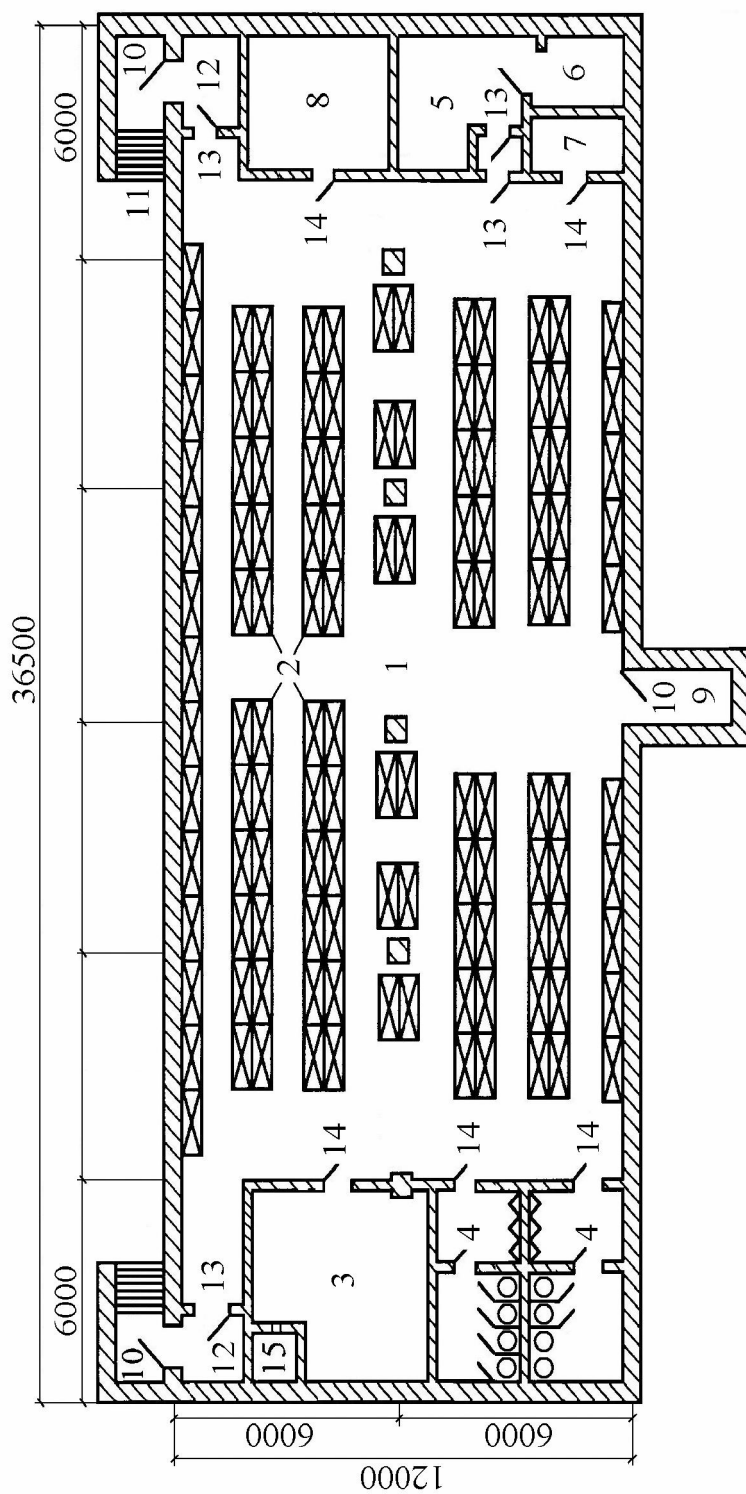


Рис. 4. Планировочное решение встроенного убежища на 600 человек:

1 – помещение для укрываемых; 2 – двухъярусные нары; 3 – фильтровентиляционное помещение; 4 – санитарные узлы; 5 – дизельная электростанция (ДЭС); 6 – склад; 7 – электрощитовая; 8 – помещение для продуктов питания; 9 – галерея и оголовок аварийного выхода; 10 – защитно-герметические двери; 11 – туликовые входы; 12 – тамбуры; 13 – герметичные двери; 14 – обычные двери; 15 – расширительная камера

Пункт управления (ПУ) предусматривается при одном из убежищ на предприятиях с числом работающих в наибольшей смене 600 чел. и более. Располагается он вблизи одного из выходов. Общее число работающих в ПУ принимается до 10 чел., норма площади на одного работающего – 2 м<sup>2</sup>.

Медпункт в убежищах при их вместимости 900–1200 чел. предусматривается площадью 9 м<sup>2</sup>. Если вместимость убежища более 1200 чел., то на каждые 100 чел. сверх этого площадь медпункта увеличивается дополнительно на 1 м<sup>2</sup>.

На каждые 500 чел. укрываемых предусматривается один санитарный пост площадью 2 м<sup>2</sup>, но не менее одного поста на убежище.

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

без автономных (защищенных) систем водоснабжения, электроснабжения, без регенерации воздуха при вместимости 150–450 чел. – 0,12 м<sup>2</sup>/чел.;

при наличии дизельной электростанции (ДЭС), но без автономного источника водоснабжения при вместимости:

до 600 чел. – 0,13 м<sup>2</sup>/чел.;

600–1200 чел. – 0,12 м<sup>2</sup>/чел.;

1200 чел. и более – 0,11 м<sup>2</sup>/чел.;

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

до 600 чел. – 0,23 м<sup>2</sup>/чел.;

600–1200 чел. – 0,22 м<sup>2</sup>/чел.;

1200 чел. и более – 0,2 м<sup>2</sup>/чел.

Для фильтровентиляционного оборудования предусматриваются фильтровентиляционные помещения, располагаемые у стен.

Размеры определяются габаритами оборудования и площадью, необходимой для его обслуживания. В современных убежищах применяют фильтровентиляционные комплекты ФВК-1 или ФВК-2; один такой комплект рассчитан на 150 чел. и устанавливается в помещении площадью 9–12 м<sup>2</sup>.

Санитарные узлы устраиваются отдельно для мужчин и женщин. Помещения санузлов должны примыкать к наружным стенам убежища и располагаться на возможно большем удалении

от автономных источников водоснабжения. Входы и выходы должны устанавливаться через тамбуры. Напольные чаши (унитазы) должны размещаться в отдельных кабинках с дверями. Размеры кабин при открывании дверей наружу –  $1,2 \times 0,9$  м.

Количество санитарных приборов принимается из расчета:  
напольная чаша (унитаз) для женщин – на 75 чел.;  
напольная чаша (унитаз) и писсуар (два прибора) для мужчин – на 150 чел.;  
умывальник – на 200 чел. (не менее одного на санузел).

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

Помещения для ДЭС располагаются у наружной стены здания и отделяются от других помещений герметичной несгораемой стеной (перегородкой) с пределом огнестойкости 1 ч. Входы в ДЭС из убежища должны быть оборудованы тамбуром с двумя герметичными дверями, открывающимися в сторону убежища. Площадь помещения для ДЭС определяется габаритами оборудования и выбирается в пределах  $16\text{--}20$  м<sup>2</sup>.

Помещение для хранения продовольствия при численности укрываемых до 150 чел. следует принимать площадью  $5$  м<sup>2</sup>, затем на каждые последующие 150 чел. площадь помещения увеличивается на  $3$  м<sup>2</sup>. Количество помещений принимается из расчета одно на 600 укрываемых.

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

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

Для убежищ вместимостью 300 чел. и более следует предусматривать устройство при одном из входов тамбура-шлюза площадью  $8$  м<sup>2</sup> при ширине дверного проема  $0,8$  м и площадью  $10$  м<sup>2</sup> при ширине дверного проема  $1,2$  м.

Для убежищ вместимостью от 300 до 600 чел. устраивается однокамерный, а с большей вместимостью – двухкамерный тамбур-шлюз (рис. 5).

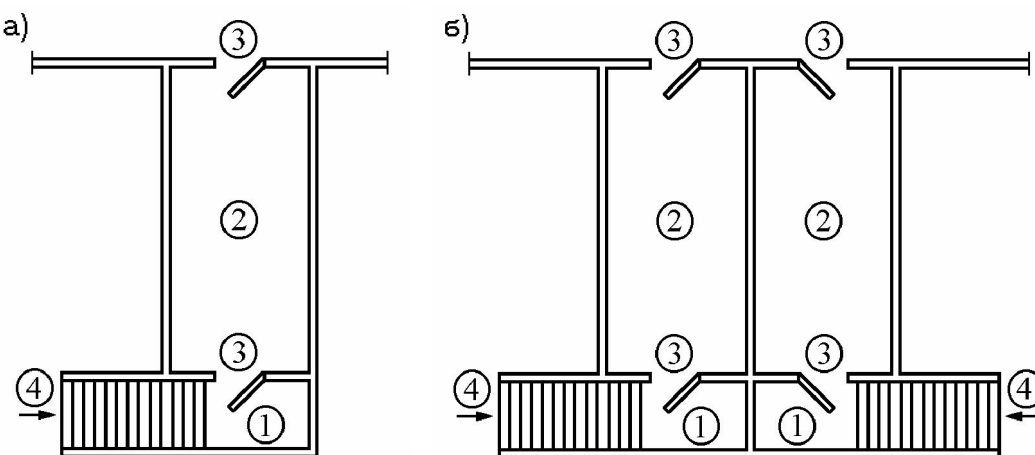


Рис. 5. Тамбур-шлюзы:

а) – однокамерный тамбур-шлюз; б) – двухкамерный тамбур-шлюз; 1 – предтамбур; 2 – камера шлюза; 3 – защитно-герметические двери; 4 – лестничный спуск

Помещения, приспособляемые под убежища, должны иметь аварийный выход.

В убежищах вместимостью 600 чел. и более аварийный выход должен быть совмещен с одним из выходов и иметь лестничный спуск, тоннель, внутренним размером которого 1,2×2 м, и выход из убежища в тоннель осуществляется через тамбур.

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

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

Количество входов в убежище определяется расчетом. Ориентировочно можно принимать на дверной проем размером 0,8×1,8 м – 200 чел., размером 1,2×2 м – 300 чел.

При планировании убежищ применяется сетка колонн 6×6 м, 4,5×6 м и 3×6 м.

## 6. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОБЪЕКТА ЭКОНОМИКИ (ВАРИАНТ РАСЧЕТА)

### 6.1. Исходные данные (характеристика объекта)

ОАО «Азофос» выпускает разные виды минеральных удобрений, имеет прямоугольную планировку 1100×800 м. Плотность застройки территории 40%. Численность наибольшей работающей смены 1100 человек. Для укрытия персонала в чрезвычайных ситуациях на объекте имеются 1 встроенное и 2 отдельно стоящих убежища. Обеспеченность персонала средствами защиты органов дыхания (противогазами) 80%. На территории объекта (X = 300 м, Y = 200 м) установлен газгольдер (объект № 16) емкостью 10 т сжиженного пропана. На складе (15) в емкостях хранится 5 т сероводорода (рис. 6). Метеорологические условия: ветер юго-западный, скорость ветра 1 м/с, инверсия, температура воздуха 20°С.

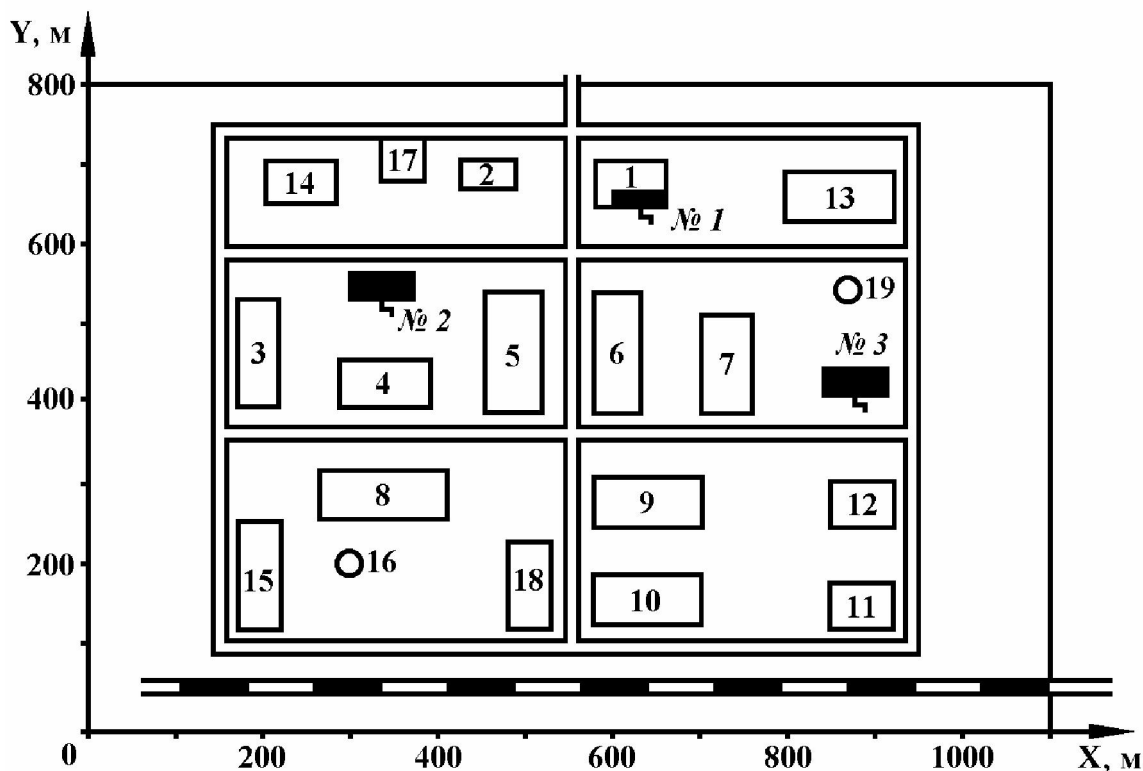


Рис. 6. План ОАО «Азофос»

## 6.2. Характеристика зданий и сооружений

Заводоуправление (1) – кирпичное 5-этажное здание. В подвале размещено убежище № 1 с оборудованным пунктом управления. Оборудование: компьютеры, линии связи (радиорелейная, телефонно-телеграфная, телетайп), антенные устройства.

Химическая лаборатория (2) – кирпичное 2-этажное здание. Оборудование: контрольно-измерительные приборы, запас химикатов в пересчете на хлор до 200 кг.

Цех фосфорной кислоты (3), цех азотной кислоты (4), цех серной кислоты (7) – промышленные здания с металлическим каркасом. Оборудование цехов: реакционные башни, электрофильтры.

Цех двойного суперфосфата (5), цех комплексных удобрений (8) – промышленные здания с железобетонным каркасом. Оборудование: теплообменники, контактные аппараты.

Ремонтно-механический цех (6) – кирпичное 2-этажное здание. Оборудование: станки с числовым программным управлением, токарные станки, крановое оборудование грузоподъемностью 40 т, компрессорная подстанция.

Электроцех (9) – промышленное здание с металлическим каркасом. Оборудование: трансформаторная подстанция, распределительный щит с приборами контроля, дизельная электростанция мощностью 2000 кВт (три комплекта) – общая мощность 6000 кВт.

Склады сырья (10; 15), склад готовой продукции (11) – здания с легким металлическим каркасом; подъемно-транспортное оборудование грузоподъемностью до 50 т, электротельферы, ленточный транспортер.

Котельная (12) – здание с железобетонным каркасом. Оборудование: паровые котлы с приборами контроля, насосы, газовое оборудование. Рядом находится заглубленная емкость с мазутом (60 т).

Гараж (13) – кирпичное 1-этажное здание, перекрытия – железобетонные плиты; 40 грузовых, 10 легковых автомобилей, 5 автобусов, 6 бульдозеров, 2 автокрана.

Пожарное депо (14) – 3-этажное кирпичное здание; 8 единиц пожарной техники, линии связи (радиорелейная, телефонная), антенна.

Склад ГСМ (17) – две емкости с бензином по 10 т, две ем-

кости с дизельным топливом по 10 т, все емкости подземные.

Тарный цех (18) – кирпичное 2-этажное здание. Оборудование: лесопильные и деревообрабатывающие станки. Общее количество древесины в цехе до 30 м<sup>3</sup>.

Производственный объект имеет железнодорожный путь для обеспечения хозяйственной деятельности. Запасы сырья, топлива, комплектующих изделий рассчитаны на 5 рабочих дней.

### **6.3. Характеристика коммунально-энергетических сетей**

Котельная (12), ремонтно-механический цех (6) работают на газе, подключены к газгольдеру и к городской газовой сети. Трубы водопровода и газопровода стальные, проложены на глубине 2 м. Артезианская скважина (19) производительностью 60 м<sup>3</sup> воды в час обеспечивает 70% потребности предприятия.

Теплопроводы проложены в тоннелях из железобетонных плит толщиной 15 см в заглубленном исполнении от котельной ко всем потребителям.

Канализационная сеть проложена железобетонными трубами диаметром 50 см.

Электрокабель от понижающей трансформаторной подстанции к цеховым трансформаторам проложены на глубине 80 см.

Телефонная сеть систем управления, оповещения и связи от пункта управления проложена на глубине 75 см в асбоцементных трубах.

### **6.4. Характеристика убежищ (■)**

Убежище № 1 встроенное, имеет бетонные стены и железобетонные перекрытия толщиной 0,7 м, высота помещений 2,6 м, площадь основного помещения 165 м<sup>2</sup>, площадь вспомогательных помещений 74 м<sup>2</sup>, емкости для запаса воды на 3000 л, емкости для сбора фекальных вод на 2000 л.

Убежища № 2 и 3 отдельно стоящие заглубленного типа, имеют железобетонные перекрытия толщиной 0,6 м, грунтовую засыпку толщиной 0,5 м, высота их помещений 2,5 м, площадь основного помещения 203 м<sup>2</sup>, площади вспомогательных помещений 93 м<sup>2</sup>, емкости для запаса воды на 3700 л, емкости для сбора фекальных вод на 2500 л (в каждом убежище). Расчетное время укрытия в убежищах 3 сут.



В каждом убежище для воздухообеспечения используются фильтровентиляционные комплекты и вентиляторы (подбор по приложению 12).

**Задание:**

1. Провести оценку устойчивости объекта к взрыву газовой-воздушной смеси.
2. Оценить инженерную защиту персонала рабочей смены.
3. Провести расчеты и выполнить в масштабе план убежища вместимостью на 600 чел.

**6.5. Оценка устойчивости объекта к взрыву газовой-воздушной смеси.**

Распределение персонала предприятия по объектам приведено в табл. 4.

**Табл. 4. Распределение персонала ОАО «Азофос»**

Наименование подразделений	Количество персонала в смене, чел.	Количество персонала, подлежащего укрытию в убежищах, чел.		
		№ 1	№ 2	№ 3
1. Заводоуправление	50	50	–	–
2. Химическая лаборатория	25	25	–	–
3. Цех фосфорной кислоты	85	–	85	–
4. Цех азотной кислоты	85	–	85	–
5. Цех двойного суперфосфата	100	100	–	–
6. Ремонтно-механический цех	100	45	–	55
7. Цех серной кислоты	160	–	–	160
8. Цех комплексных удобрений	80	–	80	–
9. Электроцех	100	–	–	100
10. Склад сырья № 1	40	–	–	40
11. Склад готовой продукции	40	–	–	40
12. Котельная	5	–	–	5
13. Гараж	80	80	–	–
14. Пожарное депо	25	25	–	–
15. Склад сырья № 2	10	–	10	–
16. Склад ГСМ	5	5	–	–
17. Тарный цех	110	–	110	–
Всего:	1100	330	370	400

Определяем наиболее пожаровзрывоопасный элемент инженерно-технического комплекса предприятия. Это содержащий 10 т сжиженного пропана газгольдер, при аварии на нем возможны выброс газа и образование газозвушной смеси, при взрыве которой возможны разрушения зданий, сооружений, технологического оборудования, поражение и гибель людей.

Определяем радиус зоны действия детонационной волны по формуле (1):

$$r_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{10} = 37,7 \text{ м.}$$

Радиус зоны действия продуктов взрыва по формуле (2):

$$r_2 = 1,7 \cdot 37,7 = 64,1 \text{ м.}$$

По графику, приведенному на рис. 3, определяем величины избыточного давления  $\Delta P_{\phi}$  во фронте воздушной ударной волны и радиусы, на которых наблюдаются избыточные давления.

На оси графика (рис. 3) находим  $Q = 10$  т точка пересечения перпендикуляра к оси абсцисс с кривыми:

- $\Delta P_{\phi} = 300$  кПа соответствует расстоянию  $r_3 = 80$  м;
- $\Delta P_{\phi} = 200$  кПа соответствует расстоянию  $r_3 = 110$  м;
- $\Delta P_{\phi} = 100$  кПа соответствует расстоянию  $r_3 = 150$  м;
- $\Delta P_{\phi} = 50$  кПа соответствует расстоянию  $r_3 = 180$  м;
- $\Delta P_{\phi} = 30$  кПа соответствует расстоянию  $r_3 = 210$  м;
- $\Delta P_{\phi} = 20$  кПа соответствует расстоянию  $r_3 = 340$  м;
- $\Delta P_{\phi} = 10$  кПа соответствует расстоянию  $r_3 = 450$  м;
- $\Delta P_{\phi} = 3$  кПа соответствует расстоянию  $r_3 = 690$  м.

На план объекта (рис. 7) в масштабе 1 см : 100 м наносим зоны воздушной ударной волны с указанием величин избыточного давления и проводим оценку последствий взрыва (необходимо оценить степень разрушения зданий, сооружений, технологического оборудования, инженерных коммуникаций и степень поражения персонала), используя приложение 1.

Характеристика устойчивости инженерно-технического комплекса предприятия и степень поражения персонала избыточным давлением воздушной ударной волны приведена в табл. 5 и 6.

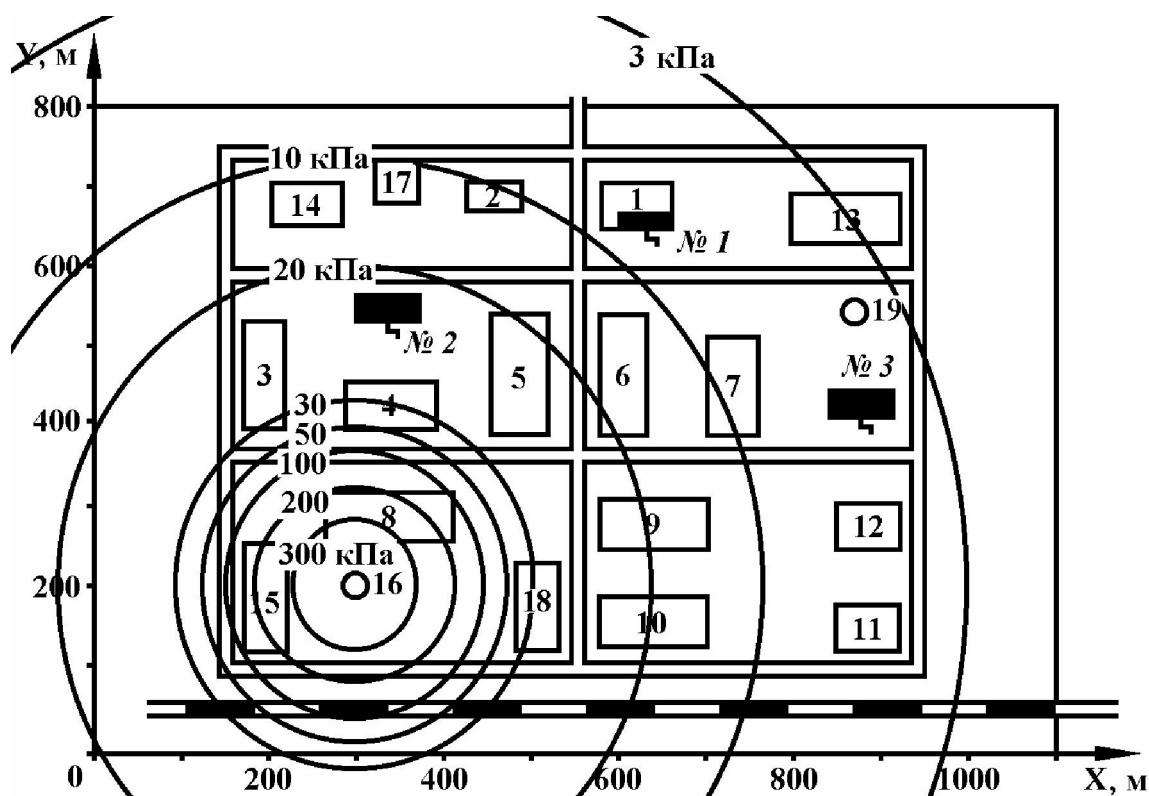


Рис. 7. Зоны воздушной ударной волны

Табл. 5. Характеристика и степень поражения персонала предприятия избыточным давлением воздушной ударной волны (ВУВ)

Величина избыточного давления ВУВ, кПа	Степень тяжести травм	Персонал объектов предприятия
10–20	Косвенные травмы осколками стекла, мелкими обломками	Объекты № 2, 6, 7, 9, 10, 14
20–30	Легкие травмы, ушибы	Объекты № 3, 5, 9, 10
30–50	Средние травмы: вывихи, контузии	Объект № 4
50–80	Тяжелые травмы: сильные контузии, переломы	Объект № 18
80–100 и более	Крайне тяжелые травмы	Объекты № 8, 15

**Табл. 6. Характеристика устойчивости инженерно-технического комплекса предприятия**

Название объекта	Характеристика	Степень разрушения при $\Delta P_{\phi}$ , кПа						
		0	10	20	40	60	80	100
1	2	3						
1. Заводо-управление	Кирпичное 5-этажное здание							
2. Центральная химическая лаборатория	Кирпичное 2-этажное здание							
3. Цех фосфорной кислоты	Здание с металлическим каркасом							
4. Цех азотной кислоты	Здание с железобетонным каркасом							
5. Цех двойного суперфосфата	Здание с металлическим каркасом							
6. Ремонтно-механический цех	Кирпичное 1-этажное здание							
7. Цех серной кислоты	Здание с металлическим каркасом							
8. Цех комплексных удобрений	Здание с металлическим каркасом							
9. Электроцех	Здание с железобетонным каркасом							
10. Склад сырья	Кирпичное 1-этажное здание							
11. Цех готовой продукции	Кирпичное 1-этажное здание							
12. Цех поливинилхлорида	Здание с металлическим каркасом							
13. Гараж	Кирпичное 1-этажное здание							
14. Пожарное депо	Кирпичное 3-этажное здание							
18. Тарный цех	Кирпичное 2-этажное здание							

1	2	3					
Оборудование							
3. Цех фосфорной кислоты	Реакционные колонны Контрольная аппаратура Теплообменники						
4. Цех азотной кислоты	Реакционные колонны						
5. Цех двойного суперфосфата	Реакционные колонны Контрольная аппаратура Теплообменники						
6. Ремонтно-механический цех	Станочное оборудование						
8. Цех комплексных удобрений	Реакционные колонны Контрольная аппаратура Теплообменники						
9. Электроцех	Трансформаторные подстанции						
10 Склад сырья	Станочное оборудование						
15 Склад сероводорода	Обвалованные емкости						

Условные обозначения:

– разрушение остекления

– средние разрушения

– слабые разрушения

– сильные разрушения

– полные разрушения

### 6.5.1. Общая оценка результатов взрыва

Анализ данных (табл. 6) показывает, что полные разрушения при взрыве пропана возможны в цехе комплексных удобрений (8), на складе сырья № 2 (15) и частично в тарном цехе (18),

сильные разрушения частично в цехе азотной кислоты (4), что потребует проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ. На этих же объектах возможна гибель персонала: соответственно 80, 10 и 110 чел. Дальность разлета обломков (приложение 2) составит 20–40 м и высота завалов 1,5–2 м.

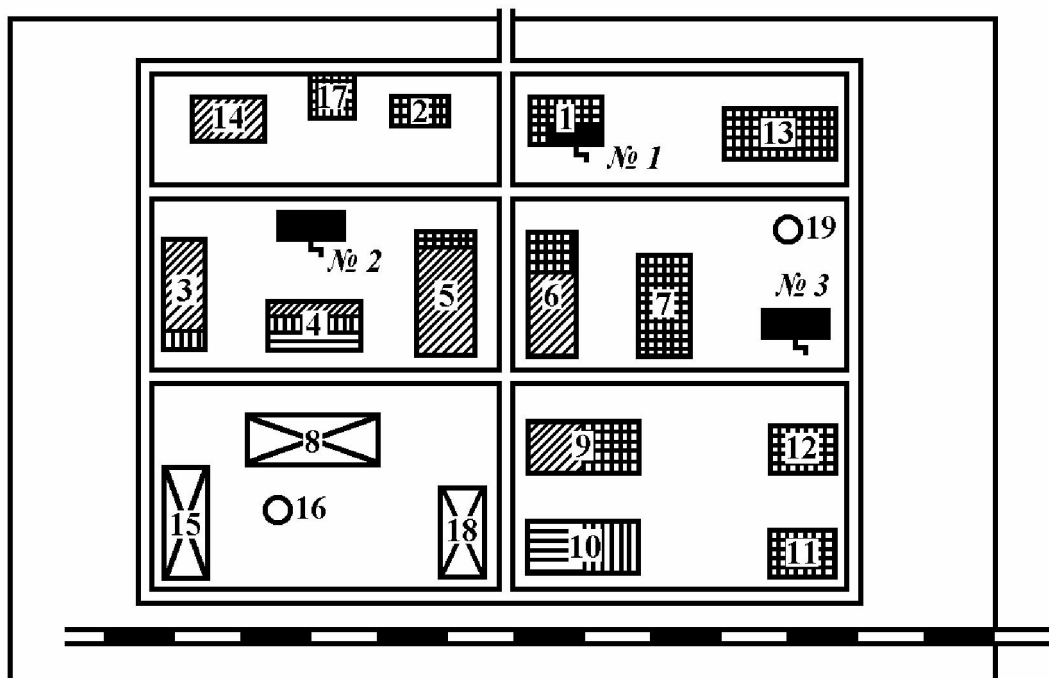


Рис. 8. Комплексная оценка степени разрушения зданий и сооружений хозяйственного объекта

В результате взрыва на объектах № 1, 2, 7, 11, 12, 13, 17 (рис. 8) будет разрушено остекление. Объекты № 3, 5, 6, 9, 10, 14 получат слабые и средние разрушения и потребуют проведения восстановительных работ. На объектах № 3, 4, 5 из-за разрушений технологического оборудования возможно возникновение пожаров, поэтому необходимо организовать пожаротушение.

В результате разрушения емкости на складе № 2 возможен выброс 5 т сероводорода. Глубина распространения облака (приложение 7) может составить  $\Gamma = 1,1 \times 5 = 5,5$  км, ширина (приложение 9)  $\Pi = 0,03 \times \Gamma = 0,165$  км. Возможно поражение 50 чел. от воздействия сероводорода в очаге (приложение 8). Для исключения поражения необходимо провести срочную эвакуацию людей из зоны химического загрязнения. Для повышения устойчивости

работы хозяйственного объекта необходимо хранить сероводород в подземных емкостях.

## **6.6. Оценка инженерной защиты персонала ОАО «Азофос»**

### **6.6.1. Оценка защитных сооружений по вместимости**

Рассчитываем вместимость убежищ по формуле (3) с использованием справочных данных, приведенных в табл. 3

а) для встроенного убежища

$$M_{встр.} = \frac{165}{0,5} = 330 \text{ чел.};$$

б) для отдельно стоящих убежищ

$$M_{o.c.} = \frac{203}{0,5} = 406 \text{ чел.}$$

Рассчитаем общую вместимость всех убежищ:

$$M_{об.} = 330 + 406 \cdot 2 = 1142 \text{ чел.}$$

Проверяем соответствие объема помещений в зоне герметизации установленной норме на одного человека в каждом убежище (не менее  $1,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$ ) по формуле (4):

а) для встроенного убежища

$$V_1 = \frac{(165 + 74) \cdot 2,6}{330} = 1,88 > 1,5 \text{ м}^3/\text{чел.};$$

б) для отдельно стоящего убежища

$$V_1 = \frac{(203 + 93) \cdot 2,5}{406} = 1,82 > 1,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$$

Вывод: Объем помещений в зоне герметизации для всех убежищ отвечает установленной норме на одного человека.

Проверяем соответствие площади вспомогательных помещений установленным нормам по формуле (5):

а) для встроенного убежища

$$S_{всп.} = 330 \cdot 0,23 = 75,9 \text{ м}^2 - \text{ по норме, имеем } 74 \text{ м}^2;$$

б) для отдельно стоящего убежища

$$S_{всп.} = 406 \cdot 0,23 = 93,4 \text{ м}^2 - \text{ по норме, имеем } 93 \text{ м}^2.$$

Вывод: Имеющаяся площадь вспомогательных помещений не соответствует установленным нормам.

Рассчитываем необходимое количество мест для отдыха персонала по формуле (6):

а) для встроенного убежища

$$H = 330 \cdot 0,2 = 66 \text{ мест};$$

б) для отдельно стоящего убежища

$$H = 406 \cdot 0,2 = 82 \text{ места.}$$

Рассчитываем коэффициент вместимости по формуле (7):

$$K_{\text{вм.}} = \frac{1142}{1100} = 1,04.$$

Вывод: Общая вместимость убежищ позволяет разместить всю рабочую смену.

#### **6.6.2. Оценка убежищ по защитным свойствам**

Для расчета принимаем, что убежища относятся к классу А–IV, имеют коэффициент ослабления 1000, рассчитаны на избыточное давление 100 кПа.

По формулам (8) и (9) проверяем защитные свойства по гамма-излучению – коэффициент ослабления радиации:

а) для встроенного убежища

$$K_{\text{осл.}} = 1,8 \cdot 2^{\frac{70}{5,6}} = 10427;$$

б) для отдельно стоящего убежища

$$K_{\text{осл.}} = 1,0 \cdot 2^{\frac{60}{5,6}} \cdot 2^{\frac{50}{7,2}} = 212043.$$

Вывод: Коэффициент ослабления соответствует классу убежища А–IV.

Из рис. 7 видно, что все убежища попадают в зоны воздушной ударной волны с избыточным давлением от 25 кПа и меньше.

Вывод: Все убежища выдержат воздействие ударной волны с таким избыточным давлением (см. приложение 1).



### 6.6.3. Оценка систем жизнеобеспечения.

**Система воздухообеспечения.** Для воздухообеспечения убежищ используются фильтровентиляционные комплекты (ФВК) и вентиляторы, производительность которых приведена в приложении 12.

Рассчитываем необходимую производительность системы вентиляции по формуле (11):

а) для встроенного убежища

- в режиме чистой вентиляции (I режим)

$$W_0 = M_{вс} \cdot W_H = 330 \cdot 8 = 2640 \text{ м}^3/\text{ч};$$

- в режиме фильтровентиляции (II режим)

$$W_0 = M_{ос} \cdot W_H = 330 \cdot 2 = 660 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

**Вывод:** Для воздухообеспечения всех людей необходимо установить во встроенное убежище (приложение 12) два комплекта ФВК-1 и один комплект ФВА-49 с одним фильтром ФП-100У.

Проверка:

$$\text{для I режима } W_0 = 2 \cdot 1200 + 450 = 2850 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\text{для II режима } W_0 = 2 \cdot 300 + 100 = 700 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

б) для отдельно стоящего убежища

$$\text{для I режима } W_0 = M_{ос} \cdot W_H = 406 \cdot 8 = 3248 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\text{для II режима } W_0 = M_{ос} \cdot W_H = 406 \cdot 2 = 812 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

**Вывод:** Для воздухообеспечения всех людей в отдельно стоящем убежище (в каждое) установить три комплекта ФВК-1.

Проверка:

$$\text{для I режима } W_0 = 3 \cdot 1200 = 3600 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\text{для II режима } W_0 = 3 \cdot 300 = 900 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

**Система водообеспечения.** По формуле (12) определяем количество людей, которые будут обеспечены водой:

а) для встроенного убежища

$$N_{вод.} = \frac{3000}{3 \cdot 3} = 333 \text{ чел.};$$

б) для отдельно стоящего убежища

$$N_{вод.} = \frac{3700}{3 \cdot 3} = 411 \text{ чел.}$$

Вывод: Запасом воды в убежищах будут обеспечены все люди, находящиеся в убежищах.

**Санитарно-техническая система.** По формуле (13) определяем количество людей которых обеспечит санитарно-техническая система:

а) для встроенного убежища

$$N_{ст.} = \frac{2000}{2 \cdot 3} = 333 \text{ чел.};$$

б) для отдельно стоящего убежища

$$N_{ст.} = \frac{2500}{2 \cdot 3} = 416 \text{ чел.}$$

Вывод: Общая вместимость сборника сточных вод санитарно-технической системы обеспечит бытовые потребности всех укрываемых.

Определяем необходимое количество санитарных приборов для жизнеобеспечения укрываемых в каждом из убежищ, принимаем, что на ОАО «Азофос» работают 50% мужчин и 50% женщин.

а) для встроенного убежища

– для женщин:

умывальники –  $165/200 = 1$  шт.;

унитазы –  $165/75 = 3$  шт.;

– для мужчин:

умывальники –  $165/200 = 1$  шт.;

комплекты (унитазы и писсуары) –  $165/150 = 2$  шт.;

б) для отдельно стоящего убежища

– для женщин:

умывальники –  $203/200 = 2$  шт.;

унитазы –  $203/75 = 3$  шт.;

– для мужчин:

умывальники –  $203/200 = 2$  шт.;

комплекты (унитазы и писсуары) –  $203/150 = 2$  шт.

Выводы:

1. Вместимость убежищ позволяет полностью укрыть рабочую смену.
2. Защитные свойства, системы жизнеобеспечения всех убежищ

отвечают требованиям норм.

3. В связи с реконструкцией и расширением предприятия необходимо предусмотреть строительство убежища вместимостью на 600 чел.

### 6.7. Проектирование убежища на 600 человек

1. Принимаем высоту убежища  $h=2,4$  м.

2. Рассчитываем площадь пола основного помещения:

$$S_{осн} = S_1 \cdot M = 0,5 \cdot 600 = 300 \text{ м}^2,$$

где  $S_1$  – норма площади пола основного помещения для 1-го человека (см. табл. 3);  $M$  – вместимость убежища, чел.

3. Рассчитываем площадь пола вспомогательных помещений:

$$S_{всп} = S_2 \cdot M = 0,23 \cdot 300 = 138 \text{ м}^2,$$

где  $S_2$  – норма площади пола вспомогательного помещения на 1-го человека (см. табл. 3).

4. Общая площадь убежища:

$$S_{общ} = S_{осн} + S_{всп} = 300 + 138 = 438 \text{ м}^2.$$

5. Проверяем соответствие объема помещения требованиям норм:

$$V_1 = \frac{S_{общ} \cdot h}{M} = \frac{438 \cdot 2,4}{600} = 1,75 \text{ м}^3/\text{чел}$$

(по норме не менее  $1,5 \text{ м}^3/\text{чел}$ ).

Выбираем ширину убежища, которая кратна 6 (12 м, 18 м, 24 м и т. д.):

$$B=12 \text{ м.}$$

6. Рассчитываем длину убежища:

$$L = S_{общ} / B = 438 / 12 = 36,5 \text{ м.}$$

7. Находим необходимое количество ФВК-2 в убежище:

$$n = 600 / 150 = 4 \text{ комплекта.}$$

8. Определяем объем емкости для аварийного запаса воды на 3 сут.

$$N_{вод} = M \cdot W_1 \cdot C = 600 \cdot 3 \cdot 3 = 5400 \text{ л.}$$

9. Рассчитываем объем емкости для сбора фекальных вод

$$N_{с.м.} = M \cdot W_n \cdot C = 600 \cdot 2 \cdot 3 = 3600 \text{ л.}$$

10. Устанавливаем необходимое количество умывальников

$$N_{ум} = 600 / 200 = 3 \text{ шт.}$$

Принимаем, что в убежище 50% женщин и 50% мужчин.

11. Определяем необходимое количество унитазов для женщин:

$$N_{\text{ун}} = 300/75 = 4 \text{ шт.}$$

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

$$N_{\text{комп}} = 300/150 = 2 \text{ к-та.}$$

13. Находим необходимое количество входов в убежище (размер входа принимаем  $1,2 \times 2$  м – 300 чел):

$$600/300 = 2 \text{ входа.}$$

14. Толщину стен убежища с коэффициентом ослабления (защиты)  $K_{\text{осл.}} = 1000$  определяем по формуле (10):

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

Вывод: толщина стен из бетона с требуемой защитой должна быть не менее 56 см.

15. На листах формата А3 (А4) в масштабе вычерчиваем план убежища (см. рис. 4), где предусматриваются 2 входа и аварийный выход, санитарный пост и все вспомогательные помещения в соответствии с требованиями норм (см. п. 1.3).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Табл. 1. Степени разрушений элементов объекта при различном избыточном давлении ударной волны (кПа)**

Наименование элементов объекта	Степень разрушения		
	слабое	среднее	сильное
1	2	3	4
<b>Здания и сооружения</b>			
1. Здания с металлическим или железобетонным каркасом	20–30	30–40	40–50
2. Многоэтажные железобетонные здания с большой площадью остекления	8–20	20–40	40–90
3. Бетонные и железобетонные здания и сооружения	28–80	80–150	150–200
4. Здания с легким металлическим каркасом и бескаркасной конструкции	10–20	20–30	30–50
5. Тепловые электростанции	15–25	25–35	35–45
6. Складские кирпичные здания	10–20	20–30	30–40
7. Кирпичные одно- и двухэтажные здания	10–15	15–25	25–35
8. Многоэтажные кирпичные здания (трехэтажные и выше)	8–15	15–25	25–35
9. Деревянные дома	6–8	8–12	12–20
10. Остекление промышленных и жилых зданий	1–1,5	1,5–2	2–3
11. Здания фидерных и трансформаторных подстанций	10–20	20–40	40–50
12. Водонапорная башня	10–20	20–40	40–60
13. Металлическая вышка	15–20	20–50	50–60
14. Грозозащитная мачта	14–22	22–30	30–50
<b>Защитные сооружения</b>			
1. Подвалы без усиления несущих конструкций	20–30	30–100	100
2. Противорадиационное деревоземляное укрытие (ПРУ)	30–50	50–80	80
3. Убежища подвальные, рассчитанные на 50 кПа	30–50	50–60	60–100

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
4. Убежища подвальные расчитанные на 100 кПа	70–100	100–150	150–200
5. Отдельно стоящее убежище, расчитанное на 100 кПа	100–150	150–200	200–300
6. Отдельно стоящее убежище, расчитанное на 350 кПа	350–500	500–600	600–750
<b>Оборудование</b>			
1. Крановое оборудование	20–30	30–40	40–60
2. Станочное оборудование	10–20	20–60	60–70
3. Отливные машины	10–20	20–30	30–40
4. Токарно-карусельные токарно- расточные станки	10–30	30–50	50–70
5. Контрольная и измерительная аппаратура	5–10	10–20	20
6. Станочное оборудование деревообрабатывающей промышленности	30–40	40–50	50–60
7. Прессовое и транспортное оборудование	20–40	40–60	60–70
8. Газгольдеры, реакционные башни, электрофильтры	15–20	20–30	30–40
9. Печи, котлы, утилизаторы	20–30	30–40	40–60
10. Контактные аппараты, теплообменники	20–30	30–40	40–50
11. Трансформаторные подстанции	10–20	20–30	30–50
12. Резервуары подземные	30–50	50–100	100–200
13. Резервуары частично заглубленные	10–30	30–50	50–100
<b>Мосты, дороги</b>			
1. Мосты металлические с пролетом 30–40 м	100–150	150–200	200–250
2. Мосты железобетонные с пролетом до 25 м	50–100	100–150	150–200
3. Мосты деревянные	50–100	100–150	150–200
4. Дороги шоссейные	300–1000	1000–3000	3000
5. Железнодорожное полотно	100–150	150–300	300

## Окончание табл. 1

1	2	3	4
6. Дамбы земляные (шириной 20–100 м)	150–700	800	1000
7. Плотины бетонные	1000–2000	2000–5000	5000
Транспорт			
1. Автомашины грузовые	20–40	40–50	50–60
2. Автомашины легковые	10–20	20–30	30–50
3. Автобусы	15–20	20–40	40–50
4. Гусеничные тягачи и тракторы	30–40	40–60	60
5. Тепловозы, электровозы	50–70	70–100	100–150
6. Железнодорожные вагоны, цистерны	20–40	40–60	60–90
Линии электропередач и связи			
1. Воздушные высоковольтные	20–50	50–80	80–120
2. Воздушные низковольтные на деревянных опорах	20–60	60–100	100–160
3. Кабель наземный	10–30	30–50	70–100
4. Кабель подземный	700–800	800–1000	1000–1500
5. Энергетические коммуникации на металлических или железобетонных опорах	10–20	20–30	30–50
6. Стационарные воздушные линии	20–50	50–70	70–120
7. Антенные устройства	10–20	20–40	40–50
Трубопроводы			
1. Наземные на металлических или железобетонных опорах	20–30	30–50	50–60
2. Подземные стальные:			
– диаметр более 350 мм	200–350	350–600	600–1000
– диаметр менее 350 мм	600–1000	1000–1500	1500–2000
3. Подземные водо-, газо-, канализационные сети	100–600	600–1000	1000–1500
Лес и лесопосадки			
1. Деревья	10–30	30–50	более 50

**Табл. 2. Степень тяжести травм персонала и населения избыточным давлением воздушной ударной волны (ВУВ)**

Величина избыточного давления ВУВ, кПа	Степень тяжести травм и последствия
10–20	Косвенные травмы осколками стекла, летящими обломками
20–30	Легкие травмы – ушибы и скоро проходящие функциональные нарушения
30–50	Средние травмы – вывихи конечностей, контузия головного мозга, повреждение органов слуха
50–80	Тяжелые травмы – сильная контузия, потеря сознания, сложные переломы костей
80–100 и более	Крайне тяжелые травмы – заканчиваются летальным исходом

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Дальность разлета обломков и высота завалов при разрушении строений ударной волной

Этажность зданий	Дальность разлета обломков (числитель) и высота завала (знаменатель), м, при давлении, кПа									
	40	60	80	100	140	40	60	80	100	140
	кирпичные здания					крупнопанельные здания				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Фронтальный разлет обломков по направлению действия ударной волны										
2–3	$\frac{7}{3}$	$\frac{10}{2}$	$\frac{13,5}{2}$	$\frac{18}{2}$	$\frac{32}{1,5}$	–	–	–	–	–
4–6	$\frac{10}{5}$	$\frac{15}{4}$	$\frac{21}{3}$	$\frac{28}{3}$	$\frac{51,5}{2,5}$	$\frac{13,5}{4}$	$\frac{21,5}{3}$	$\frac{28}{3}$	$\frac{40}{2,5}$	$\frac{70}{2}$
8–10	$\frac{14}{7}$	$\frac{22}{5}$	$\frac{30}{4}$	$\frac{41}{4}$	$\frac{73,5}{3,5}$	$\frac{21}{5}$	$\frac{31}{4}$	$\frac{41}{4}$	$\frac{56}{3,5}$	$\frac{101}{3,5}$
Боковой разлет обломков (перпендикулярный к направлению действия ударной волны)										
2–3	$\frac{6,5}{3}$	$\frac{9}{2,5}$	$\frac{10,8}{2}$	$\frac{12,5}{2}$	$\frac{16,5}{2}$	–	–	–	–	–
4–6	$\frac{8,5}{5}$	$\frac{11,5}{4,5}$	$\frac{14}{4}$	$\frac{16}{4}$	$\frac{20}{3}$	$\frac{11}{5}$	$\frac{14}{4}$	$\frac{16}{4}$	$\frac{18}{3}$	$\frac{23}{3}$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8–10	$\frac{11}{8}$	$\frac{14}{7}$	$\frac{16}{8}$	$\frac{18}{6}$	$\frac{23}{5}$	$\frac{13,7}{7}$	$\frac{16,5}{6}$	$\frac{18}{6}$	$\frac{21}{3}$	$\frac{27}{4}$

**Примечания:**

1. Дальность разлета обломков и высота завала для промежуточных значений давления ударной волны и этажности зданий необходимо определять интерполированием.
2. Высота завала от разрушения промышленных зданий при одинаковой высоте с жилыми домами меньше в 1,5–2,0 раза.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3****Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности**

Категория зданий	Условия отнесения к категории	
	Относятся, если	Не относятся, если
А	суммарная площадь помещений категории А превышает 5% площади всех помещений или 200 м <sup>2</sup>	суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в них помещений (но не более 1000 м <sup>2</sup> ), и помещения оборудованы установками автоматического пожаротушения
Б	здания не относятся к категории А; суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5% суммарной площади всех помещений или 200 м <sup>2</sup>	суммарная площадь помещений категории А и Б не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в здании помещений (но не более 1000 м <sup>2</sup> ), и эти помещения оборудованы установками автоматического пожаротушения
В (В1-В4)	здания не относят к категории А или Б; суммарная площадь помещений категорий А, Б и В не превышает 5% (10%, если в здании отсутствуют помещения категории А и Б) суммарной площади всех помещений	суммарная площадь помещений категорий А, Б и В не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в здании помещений (но не более 3500 м <sup>2</sup> ), и эти помещения оборудованы установками автоматического пожаротушения

Категория зданий	Условия отнесения к категории	
	Относятся, если	Не относятся, если
Г (Г1-Г2)	здания не относятся к категориям А, Б, или В; суммарная площадь помещений категории А, Б, В и Г не превышает 5% суммарной площади всех помещений	суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м <sup>2</sup> )
Д	здания не относятся к категориям А, Б, В или Г	

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 4

##### Характеристика огнестойкости зданий и сооружений

Степень огнестойкости зданий и сооружений	Части зданий и сооружений					
	Несущие стены, стены лестничных клеток	Заполнения между стенами	Совмещенные перекрытия	Межэтажные и подкрышные перекрытия	Перегородки (несущие)	Противопожарные стены
I	негорючие, 3 ч	негорючие, 3 ч	негорючие, 1 ч	негорючие, 1,5 ч	негорючие, 1 ч	негорючие, 4 ч
II	также; 2,5 ч	также; 0,25 ч	также; 0,25 ч	также; 1 ч	также; 0,25 ч	негорючие, 4 ч
III	также; 2 ч	также; 0,25 ч	горючие	трудногорючие, 0,75 ч	трудногорючие, 0,25 ч	также; 4 ч
IV	трудногорючие, 0,5 ч	трудногорючие, 0,25 ч	также	также; 0,25 ч	также; 0,25 ч	также; 4 ч
V	горючие	горючие	также	горючие	горючие	также; 4 ч

Примечание. Цифрами показаны границы огнестойкости строительных материалов – промежуток времени (часы) от начала воздействия огня на конструкции до образования в них сквозных трещин или до утери несущей способности (обрушения).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### Степени сопротивления строительных конструкций к воздействию огня (огнестойкость)

Степень огнестойкости	Название конструкций и материала приготовления
I	Здания и сооружения из негорючих материалов с повышенным сопротивлением конструкций к огню
II	Здания и сооружения из негорючих материалов
III	Здания с каменными (кирпичными) стенами и деревянным оштукатуренным перекрытием
IV	Деревянные здания с оштукатуренными стенами
V	Деревянные здания

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

### Влияние расстояний между зданиями на развитие пожара

Расстояние между зданиями, м	0	5	10	15	20	30	40	50	70	90
Вероятность распространения пожара, %	100	87	65	47	27	23	9	3	2	0

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

### Табл. 1. Глубина (Г) распространения облака (км), зараженного СДЯВ (АХОВ), на открытой местности

СДЯВ (АХОВ)	Количество АХОВ в емкости (на объекте), т					
	5	10	25	50	75	100
Хлор	4,6	7	11,5	16	19	21
Аммиак	0,7	0,9	1,3	1,9	2,4	3
Сернистый ангидрид	0,8	0,9	1,4	2	2,5	3,5
Сероводород	1,1	1,5	2,5	4	5	8,8

#### Примечания:

1. Емкость не обвалована, скорость ветра – 1 м/с, изотермия. Глубина (Г) при инверсии в 5 раз больше, а при конвенции – в 5 раз меньше, чем при изотермии.
2. Глубина (Г) на закрытой местности (в населенных пунктах, в лесных массивах) в 3,5 раза меньше, чем на открытой местности при соответствующей устойчивости воздуха и скорости ветра.
3. Для обвалованной емкости глубина (Г) уменьшается в 5 раз.
4. При скорости ветра более 1 м/с вводятся поправочные коэффициенты (табл. 2).

Табл. 2. Поправочные коэффициенты

Степень вертикальной устойчивости атмосферы	Скорость ветра, м/с					
	1	2	3	4	5	6
Инверсия	1	0,6	0,45	0,38	–	–
Изотермия	1	0,71	0,55	0,5	0,45	0,44
Конвекция	1	0,7	0,62	0,55	–	–

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Табл. 1. Ширина (Ш) зоны химического заражения (км)

Степень вертикальной устойчивости атмосферы	Ширина
Инверсия	0,03×Г
Изотермия	0,15×Г
Конвенция	0,8×Г

Табл. 2. График оценки степени вертикальной устойчивости атмосферы по состоянию погоды

Скорость ветра, м/с	Ночь			День		
	ясно	полуясно	пасмурно	ясно	полуясно	пасмурно
0,5	инверсия			конвекция		
0,6–2,0						
2,1–4,0	изотермия			изотермия		
Более 4,0	изотермия			изотермия		

Табл. 3. Время испарения СДЯВ (АХОВ), часов (скорость ветра 1 м/с)

СДЯВ (АХОВ)	Вид убежища	
	необвалованное	обвалованное
Аммиак	1,2	20
Сернистый ангидрид	1,2	20
Сероводород	1	19
Хлор	1,3	22

Примечание. При скорости ветра более 1 м/с вводятся следующие поправочные коэффициенты (табл. 4).

Табл. 4. Поправочные коэффициенты

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6
Поправочный коэффициент	1	0,7	0,55	0,43	0,37	0,32

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

### Возможные потери людей, %, от воздействия АХОВ в очаге поражения

Условия размещения людей	Обеспеченность людей противогазами, %					
	0	20	40	60	80	100
На открытой местности	90–100	75	58	40	25	10
В простейших защитных сооружениях, зданиях	50	40	30	22	14	4

## ПРИЛОЖЕНИЕ 10

### Величина коэффициента застройки ( $K_{зас.}$ ), учитывающая снижение дозы проникающей радиации в застройке (характер окружающей застройки)

Характер застройки	Количество зданий	Высота зданий, м	Плотность застройки, %	$K_{зас.}$
Промышленная	4–6	10–20	40	1,8
			30	1,5
			20	1,2
			10	1,0
	1–2	8–12	40	1,5
			30	1,3
			20	1,2
			10	1,0
Жилая и административная	9	30–32	50	2,5
			30	2,0
			20	1,5
			10	1,0
	5	12–20	50	2,0
			30	1,8
			20	1,3
			10	1,0
	2	8–10	50	1,6
			30	1,4
			20	1,2
			10	1,0

Примечание. При плотности застройки менее 10% коэффициент  $K_{зас.}$  принимается равным 1,0.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 11

### Величина слоев половинного ослабления ( $d_{пол}$ ) ионизирующих излучений для некоторых материалов

Материал	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Слой половинного ослабления $d_{пол}$ , см	
		для гамма-излучения на следе облака	для нейтронов
Свинец	11,3	1,3	12,0
Железо, броня	7,8	1,8	11,5
Бетон	2,3	5,6	12,0
Кирпич	1,6	8,4	10,0
Грунт	1,8	7,2	12,0
Древесина	0,7	19,0	9,7
Вода	1,0	13,0	2,7
Полиэтилен	0,95	14,0	2,7

## ПРИЛОЖЕНИЕ 12

### Технические характеристики фильтровентиляционных комплектов (ФВК) и вентиляторов

Название ФВК и вентиляторов	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	
	в режиме вентиляции	в режиме фильтровентиляции
1	2	
Фильтровентиляционный комплект ФВА-100/50	–	100
Фильтровентиляционный комплект ФВА-50/25	–	50
Фильтровентиляционный комплект ФВК-75	–	75
Комплект ФВК-200	–	200
Комплект ФВК-1, ФВК-2	1200	300
Фильтровентиляционный агрегат ФВА-49:		
с одним фильтром ФП-100у	450	100
с двумя фильтрами ФП-100у	450	200
с тремя фильтрами ФП-100у	450	300
Вентилятор ЭРВ-72	900	

1	2	3
Вентилятор ЭРВ-72-2	1000	
Вентилятор ЭРВ-72-3	1750	
Вентилятор ЭРВ 600/300	600	

Примечание. При выборе фильтровентиляционных комплектов брать основной – ФВК-1 (ФВК-2) из расчета 1 комплект на 150 чел., а в случае недостатка их производительности – другие комплекты совместно с вентиляторами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В. Белов. – М.: Высшая школа, 1999. – 448 с.
2. Постник М.И., Сидоренко Д.У. и др. Повышение устойчивости объектов народного хозяйства. – Мн.: БПИ, 1990.
3. Шубин Е.П. Гражданская оборона. – М.: Просвещение, 1991.
4. Ператрухін В.В., Чарнушэвіч Р.А. Ацэнка ўстойлівасці работы аб'ектаў народнай гаспадаркі. – Мн.: БДТУ, 1995.
5. Чарнушэвіч Р.А., Ператрухін В.В., Цярэшка У.У., Гармаза А.К. Даведнік па ацэнцы надзвычайных сітуацый. – Мн.: БДТУ, 1998.
6. Дорожко С.В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность. – Мн.: УП «Технопринт», 2001.
7. Закон Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» // Ведомости Национального собрания Республики Беларусь. – 1988. № 19.
8. Закон Республики Беларусь «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2000. № 8.
9. Защита населения и объектов народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях / Под ред. М.И. Постника. – Мн.: Універсітэцкае, 1997.
10. Общие правила пожарной безопасности Республики Беларусь для промышленных предприятий. ППБ РБ 1.01-94. – Мн.: ГУВПС МВД РБ, 1994.
11. НПБ 5-2000. Нормы пожарной безопасности Республики Бе-

- ларусь. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Мн.: МЧС РБ, 2001.
12. Охрана труда в химической промышленности / Г.В. Макаров, А.Я. Васин, Л.К. Маринина, П.И. Софинский, В.А. Старобинский, Н.И. Торопов. – М.: Химия, 1989. 496 с.
  13. Пожаровзрываемость веществ и материалов и средств их тушения: Справ. изд.: В 2 кн. Кн. 1 / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. – М.: Химия, 1990; Кн. 2 / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. – М.: Химия, 1990.
  14. Русак О.Н., Малоян К.Р., Зенько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности. – СПб.: Лань, 2000.
  15. Хван Т.А., Хван П.А. Безопасность жизнедеятельности. – Ростов на Дону: Феникс, 2000.
  16. Экология / Под ред. В.В. Денисова. – Ростов на Дону: Изд. центр «МарТ», 2002.



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
1. Программа курса . . . . .	5
2. Варианты контрольных работ . . . . .	9
3. Контрольные вопросы . . . . .	10
4. Задание для выполнения контрольной работы по оценке устойчивости работы хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях . . . . .	12
5. Общие сведения . . . . .	19
5.1. Оценка устойчивости инженерно-технического комплекса к воздействию взрыва газозвдушной смеси . . . . .	21
5.2. Оценка инженерной защиты рабочих и служащих промышленного объекта . . . . .	25
5.2.1. Оценка защитных сооружений по вместимости . . . . .	26
5.2.2. Оценка защитных свойств сооружений . . . . .	28
5.2.3. Оценка систем жизнеобеспечения защитных сооружений . . . . .	28
5.2.3.1. Оценка систем воздухообмена . . . . .	28
5.2.3.2. Оценка системы водоснабжения . . . . .	29
5.2.3.3. Оценка санитарно-технических систем . . . . .	29
5.2.3.4. Оценка защитных сооружений по своевременному укрытию людей . . . . .	30
5.3. Требования к защитным сооружениям гражданской обороны . . . . .	30
5.3.1. Общие сведения о нормах проектирования защитных сооружений гражданской обороны . . . . .	30
5.3.2. Размещение защитных сооружений ГО . . . . .	31
5.3.3. Объемно-планировочные решения защитных сооружений . . . . .	32
6. Оценка устойчивости объекта экономики (вариант расчета) . . . . .	37
6.1. Исходные данные (характеристика объекта) . . . . .	37
6.2. Характеристика зданий и сооружений . . . . .	38
6.3. Характеристика коммунально-энергетических сетей . . . . .	39
6.4. Характеристика убежищ . . . . .	39
6.5. Оценка устойчивости объекта к взрыву газозвдушной смеси . . . . .	40
6.5.1. Общая оценка результатов взрыва . . . . .	44

6.6. Оценка инженерной защиты персонала ОАО «Азофос» . . .	46
6.6.1. Оценка защитных сооружений по вместимости . . . . .	46
6.6.2. Оценка убежищ по защитным свойствам . . . . .	47
6.6.3. Оценка систем жизнеобеспечения . . . . .	48
6.7. Проектирование убежища на 600 человек . . . . .	50
Приложение 1. . . . .	52
Приложение 2. . . . .	55
Приложение 3. . . . .	56
Приложение 4. . . . .	57
Приложение 5. . . . .	58
Приложение 6. . . . .	58
Приложение 7. . . . .	58
Приложение 8. . . . .	59
Приложение 9. . . . .	60
Приложение 10. . . . .	59
Приложение 11. . . . .	61
Приложение 12. . . . .	61
Литература . . . . .	62

Учебное издание

**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Учебно-методическое пособие

Составители:

**Чернушевич Григорий Алексеевич**  
**Перетрухин Виктор Васильевич**  
**Терешко Владимир Владимирович**  
**Гармаза Андрей Константинович**

Редактор Р.М. Рябая

Подписано в печать 16.04.04. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,6.  
Уч.-изд. л. 3,9. Тираж 350 экз. Заказ 215.

Учреждение образования

«Белорусский государственный технологический университет».  
220050. Минск, Свердлова, 13а. Лицензия ЛВ № 276 от 15.04.03.

Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования  
«Белорусский государственный технологический университет».  
220050. Минск, Свердлова, 13.