

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Баламирзоев Назим Плиоризович  
Должность: И.о. ректора  
Дата подписания: 12.09.2023 16:34:53  
Уникальный программный ключ:  
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaadedebee3849

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ФГБОУ ВО «ДГТУ»**

**Кафедра: Защита в чрезвычайных ситуациях**

**Магомедова С.Г.**

**Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине  
«Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях»**

**Махачкала**

**2020**

ББК 65.9-98(я73)

УДК 685.3 502.3:33(075.8)

Печатается по решению Ученого Совета факультета Нефти, газа и природообустройства ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

***Рецензент:***

Сведения о рецензенте:

Дагестанского государственного технического университета

**Автор-составитель:**

Магомедова Серфият Гюльмирзеевна - к.т.н., ст. преп. кафедры «ЗвЧС».

Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях» - Махачкала: ДГТУ, 2020 г. – 58 с.

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях» для студентов направления подготовки 20.03.01 -Техносферная безопасность, профиль - «Защита в чрезвычайных ситуациях»

Методическая разработка написана в соответствии с требованиями программы обучения студентов вузов по дисциплине «Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях». В практикуме предлагается система практических занятий, направленных на углубленное освоение знаний данной дисциплины. Рассмотрены основные направления государственного регулирования рисками и безопасностью, а также дана характеристика комплекса мероприятий по предупреждению ЧС и повышению устойчивости работы ОЭ. Данная разработка призвана обеспечить формирование у студентов точных знаний методов оценки опасностей в техносфере, прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера. Позволяет познакомиться им с методикой расчетов и решением задач по защите отдельных поражающих факторов (ударной волны, светового излучения, проникающей радиации).

Рекомендовано к публикации Научно-методическим советом ФГБОУ ВО ДГТУ

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ мая 2020 г.

## Содержание

Введение-----	6
1. Мероприятия и способы повышения устойчивости работы объектов экономики и жизнеобеспечения населения-----	8
2 Практическая часть-----	14
2.1. Оценка устойчивости объекта экономики к воздействию механических поражающих факторов (воздушной ударной волны)----	14
2.2. Оценка противопожарной устойчивости объекта экономики-----	20
2.3. Оценка устойчивости работы объекта к воздействию проникающей радиации и радиоактивного заражения-----	22
3. Оценка состояния основных производственных фондов при воздействии ударной волны ядерного взрыва и обычных средств поражения-----	25
3.1.Определить ожидаемые производственные возможности механического цеха после воздействия воздушной ударной волны ядерного взрыва-----	26
3.2.определить ожидаемые производственные возможности механического цеха после авиационного удара-----	28
3.3.Определить производственные возможности объекта экономики в чрезвычайных ситуациях-----	31

3.4.Определить ожидаемые производственные возможности объекта экономики (производственных фондов) после воздействия воздушной ударной волны ядерного взрыва-----	35
3.5.Определить ожидаемые производственные возможности объекта экономики (производственных фондов) после воздействия обычных средств поражения-----	36
3.6.Определить производственные возможности объекта экономики в чрезвычайных ситуациях-----	38
Список использованной литературы-----	40
Справочные материалы-----	42
Приложение 1-----	51
Приложение 2-----	55
Приложение 3-----	56
Приложение 4-----	58

## **Введение**

Разработка и осуществление эффективных мер по минимизации неизбежных ущербов от ЧС мирного и военного времени, концентрация усилий по предотвращению ЧС природного и техногенного характера выдвигаются в число приоритетных государственных задач. От их успешного решения зависят перспективы экологически устойчивого развития экономики России, повышение благосостояния и здоровья её населения.

Из-за роста числа ЧС техногенного и природного характера и связанного с ними ущерба, усилия, направленные только на ликвидацию последствий ЧС становятся всё менее эффективными. В этот период в качестве приоритетных задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в РФ становятся задачи прогнозирования и предупреждения ЧС[1, 2]. При этом задача повышения устойчивости работы объектов экономики (ОЭ) в РФ рассматривается применительно к ЧС мирного, а также и военного времени. Важной целевой составляющей предупреждения ЧС (наряду с их предотвращением) является смягчение (ликвидация) последствий – снижение размеров возможных потерь и ущерба, уменьшение масштабов ЧС.

Безопасность населения и территорий в условиях ЧС, достигается путем управления рисками[1, 2]. Одним из видов техногенной безопасности является и промышленная безопасность. Меры по её обеспечению – это основная составная часть деятельности по поддержанию устойчивости функционирования ОЭ в ЧС[1]. В области управления рисками и безопасностью в условиях ЧС весьма важно применение методов государственного регулирования[2, 4]: создание нормативно-правовой базы; осуществление научно-технической политики в области ЗНиТ и ЧС; организационные принципы; экономические механизмы предупреждения ЧС и смягчения их последствий.

### **. Цели и задачи освоения дисциплины**

Под контролем и управлением МЧС РФ находятся практически все вопросы устойчивости и безопасности производства объектов экономики (ОЭ) в ЧС и др.

Федеральный закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» (от 21.12.1994г. №68-ФЗ) определяет, что одной из основных задач РСЧС является «осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на предупреждение ЧС и повышение устойчивости функционирования ОЭ в ЧС». На основании этого закона сущность устойчивости работы ОЭ в ЧС [1, 2, 10] была пересмотрена: на первый план поставлена задача защиты жизни людей, т.е. защита населения и территорий в ЧС (ЗНиТ).

Цели освоения дисциплины: - фундаментальная теоретическая и практическая подготовка студентов по решению организационных и управленческих задач по обеспечению промышленной безопасности, повышению устойчивости объектов производства и жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях, с учетом современных требований; - изучение опасности чрезвычайных ситуаций, их источники и причины возникновения, их уровни, характерные для наиболее энергоемких производств и процессов; - освоение основных направлений профилактических мероприятий по повышению устойчивости потенциально опасных производств, в чрезвычайных ситуациях.

Задачи освоения дисциплины: - формирование у студентов твердых знаний методов оценки опасностей в техносфере, прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера и моделирования сценария развития аварийных ситуаций в промышленности; - определение основных направлений и мероприятий по повышению устойчивости объектов производства и жизнеобеспечения населения при чрезвычайных ситуациях.

## **1. Мероприятия и способы повышения устойчивости работы объектов экономики и жизнеобеспечения населения**

- Главными направлениями в системе мер по сохранению и повышению устойчивости функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях являются:

- перевод потенциально опасных предприятий на современные, более безопасные, технологии и вывод их из населенных пунктов;

- внедрение автоматизированных систем контроля и управления за опасными технологическими процессами;

- разработка системы безаварийной остановки технологически сложных производств;

- внедрение систем оповещения и информирования о ЧС;

- защита людей от поражающих факторов в ЧС;

- снижение количества опасных веществ и материалов на производстве;

- наличие и готовность сил и средств для ликвидации ЧС;

- улучшение технологической дисциплины и охраны объектов.

- Для реализации каждого из этих направлений проводятся организационные, инженерно-технические и специальные мероприятия.

- Организационными мероприятиями обеспечиваются заблаговременная разработка и планирование действий органов управления, сил, средств, всего персонала объектов при угрозе возникновения и возникновении ЧС.

- Такие мероприятия включают:

- прогнозирование последствий возможных ЧС и разработку планов действий, учитывая весь комплекс работ в интересах повышения устойчивости функционирования объекта;

- создание и оснащение центра аварийного управления объекта и локальной системы оповещения;

- подготовку руководящего состава к работе в ЧС;



- создание специальной комиссии по устойчивости и организации ее работы;

- разработку инструкций по снижению опасности возникновения аварийных ситуаций, безаварийной остановке производства, локализации аварий и ликвидации последствий, а также по организации восстановления нарушенного производства;

- обучение персонала соблюдению мер безопасности, порядку действий при возникновении чрезвычайных ситуаций, локализации аварий и тушению пожаров, ликвидации последствий и восстановлению нарушенного производства;

- подготовку сил и средств локализации аварийных ситуаций и восстановления производства;

- подготовку эвакуации населения из опасных зон;

- определение размеров опасных зон вокруг потенциально опасных объектов;

- проверку готовности систем оповещения и управления в ЧС;

- организацию медицинского наблюдения и контроля за состоянием здоровья лиц, получивших дозы облучения.

- Инженерно-техническими мероприятиями осуществляется повышение физической устойчивости зданий, сооружений, технологического оборудования и производства в целом, а также создание условий для его быстреего восстановления, повышения степени защищенности людей от поражающих факторов ЧС.

- К ним относятся:

- создание на всех опасных объектах системы автоматизированного контроля за ходом технологических процессов, уровней загрязнения помещений и воздушной среды цехов опасными веществами и пылевыми частицами;

- создание локальной системы оповещения о возникновении ЧС персонала объекта, населения, проживающего в опасных зонах (радиационного,

химического и биологического заражения, катастрофического затопления и т.п.);

- накопление фонда защитных сооружений и повышение защитных свойств убежищ и ПРУ в зонах возможных разрушений и заражения;

- противопожарные мероприятия;

- сокращение запасов и сроков хранения взрыво-, газо- и пожароопасных веществ, обвалование емкостей для хранения, устройство заглубленных емкостей для слива особо опасных веществ из технологических установок;

- безаварийная остановка технологически сложных производств;

- локализация аварийной ситуации, тушение пожаров, ликвидация последствий аварии и восстановление нарушенного производства;

- дублирование источников энергоснабжения;

- защита водоисточников и контроль качества воды;

- герметизация складов и холодильников в опасных зонах;

- защита наиболее ценного уникального оборудования.

**В план-график наращивания мероприятий по повышению устойчивости функционирования при угрозе возникновения ЧС включаются работы, не требующие больших капитальных вложений, трудоемкости и длительного времени, которые заблаговременно осуществлять нецелесообразно.**

Среди них основными могут быть:

- строительство простейших укрытий;

- обвалование емкостей с легковоспламеняющимися жидкостями и химически опасными веществами;

- закрепление оттяжками высоких малоустойчивых сооружений (труб, вышек, колонн и т.п.);

- обсыпка грунтом полузаглубленных помещений;

- изготовление и установка защитных конструкций (кожухов, шатров, колпаков, зонтов) для предохранения оборудования от повреждения при

обрушении элементов зданий;

- укрытие запасов дефицитных запчастей и узлов;
- установка на коммунально-энергетических сетях дополнительной запорной арматуры;

- снижение давления в газовых сетях;
- приведение в готовность автономных электростанций;
- заполнение резервных емкостей водой;
- заглубление или обвалование коммунально-энергетических сетей;
- проведение противопожарных мероприятий.

Для регламентации деятельности комиссии по повышению устойчивости функционирования на объекте отрабатываются:

- приказ руководителя о создании комиссии;
- положение о комиссии и план ее работы на текущий год;
- материалы исследований устойчивости (проводят один раз в пять лет);
- перечень руководящих документов (рекомендации, указания министерств, ведомств и других вышестоящих организаций по ПУФ);
- протоколы заседаний комиссии.

Планируя и осуществляя мероприятия по повышению устойчивости, необходимо помнить, что для предприятий, организаций, учреждений установлены две оценки: «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо:

1) не реже одного раза в 5 лет проводить исследования по устойчивости. На основе проведенного исследования должны быть разработаны соответствующие мероприятия, определены сроки выполнения, исполнители, источники финансирования;

2) в перспективных и текущих планах экономического и социального развития должно быть реализовано не менее 75% запланированных мероприятий:

- разработка и внедрение системы оповещения персонала на всей

территории объекта;

- спланирована и осуществлена защита людей;
- выполняется работа по защите оборудования, аппаратуры, приборов;
- наличие не менее 2-х вводов электроэнергии и газопроводов,

источников водоснабжения;

- осуществлена подготовка производства к безаварийной остановке по сигналу «Внимание всем»;

- предусмотрены: централизованное отключение внутризаводских потребителей электроэнергии и наличие автономных источников электроснабжения;

- кольцевание и заглубление внутриобъектовых энергокоммуникаций;
- подготовка котельных к работе на резервных видах топлива;
- наличие системы оборотного водоснабжения;

- оборудование помещений автоматическими системами предупреждения и тушения пожаров;

- возможность снижения запасов АХОВ и ЛВЖ;
- наличие запасного ПУ;
- создание страхового фонда технической и технологической

документации.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 1 июля 1995 года №675 «О декларации безопасности промышленного объекта РФ» МЧС России совместно с Федеральным горным и промышленным надзором России издан приказ №222/59 от 4апреля 1996 года, которым определен «Порядок разработки декларации безопасности промышленного объекта РФ».

Декларация необходима для организации контроля за соблюдением мер безопасности, оценки достаточности и эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС на промышленном объекте. Она является документом, в котором отражаются характер и масштабы опасностей на промышленном объекте и мероприятия по обеспечению промышленной безопасности и готовности к действиям в техногенных ЧС.

Обязательному декларированию безопасности подлежат проектируемые и действующие промышленные объекты, имеющие в составе особо опасные производства, а также гидротехнические сооружения, хвостохранилища и шла-монакопители I, II, III классов, на которых возможны гидродинамические аварии.

Декларация безопасности самостоятельно разрабатывается организацией, подлежащей декларированию, или на основании договора с организацией, имеющей лицензию на производстве экспертизы безопасности промышленных производств.

Разработанная декларация действующего промышленного объекта утверждается его руководителем, а проектируемого - заказчиком.

Первый экземпляр утвержденной декларации хранится в организации, утвердившей декларацию. Другие экземпляры представляются в соответствующие органы управления по делам ГО и ЧС, региональный орган Госгортехнадзора, МЧС России, Госгортехнадзор России и орган местного самоуправления, на территории которого расположен декларируемый промышленный объект.

Декларация является одним из важнейших документов, содержащих сведения, необходимые для разработки и реализации мероприятий по повышению устойчивости работы объекта.

## **2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Оценка устойчивости объекта экономики к воздействию механических поражающих факторов (воздушной ударной волны)**

#### Задача 1

Оценить устойчивость машиностроительного завода к воздействию ударной волны и определить избыточное давление, степени разрушений зданий и сооружений завода. Нанести на карту (схему) размещения объекта границы зон очага взрыва газовой смеси и условными обозначениями отметить степени разрушений зданий и сооружений завода.

Потенциально взрывоопасным источником является склад топлива, в котором находится емкость сжиженным пропаном в 100т.

Характеристика элементов объекта:

- административное корпус - здание с железобетонным каркасом в три этажа;
- складские помещения - одноэтажные здания с металлическим каркасом, с крышей и стеновым заполнением из волокнистой стали;?
- вспомогательные сооружения - здания выполненные из кирпича,
- здание цеха - одноэтажное кирпичное здание без каркаса.

#### **Решение:**

В очаге взрыва газовой смеси принято выделить три круговые зоны: I - зона детонационной волны; II - зона действий продуктов взрыва; III - зона воздушной ударной волны.

1. Зона детонации волны (зона I) находится в пределах облака взрыва.

Радиус этой зоны R1 определяется по формуле:

$$R1 = 17,5 \sqrt[3]{Q} = 17,5 * \sqrt[3]{10} = 38 \text{ м} \quad (2.1)$$

где Q - количество сжиженного углеводородного газа, т.

В пределах зоны I действует избыточное давление P1 = 1700 кПа.

2. Зона действия продуктов взрыва (зона II) охватывающая всю площадь разлета продуктов газовой смеси в результате ее детонации.

Радиус этой зоны определяется по формуле

$$R_2 = 1,7 * R_1 = 1,7 * 38 = 65 \text{ м} \quad (2.2)$$

Избыточное давление в пределах зоны I P2 изменяется от 1350 кПа до 300 кПа и может быть определено по формуле:

$$P2 = 1300 \left[ \frac{R1}{R2} \right]^3 + 50 = 1300 \left[ \frac{38}{65} \right]^3 + 50 = 310 \text{ Кпа} \quad (2.3)$$

3. В зоне действия воздушной ударной волны (зоны III) формируется фронт ударной волны, распространяющийся по поверхности земли. Избыточное давление в зоне III PIII рассчитывается в зависимости от  $\psi$  - относительной величины

$$\psi = 0,24 \frac{R3}{r1} \quad (2.4)$$

где RIII - радиус зоны III или расстояние от центра взрыва до точки, в которой требуется определить избыточное давление воздушной ударной волны ( $r_{III} > r_{II}$ ), м.

При  $\psi < 2$

$$P_3 = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8\psi^3} - 1)} \quad (2.5)$$

При  $\psi > 2$

$$P_3 = 22/\psi(\sqrt{[(lg) - \psi + 0,158]}) \quad (2.6)$$

Сравнивая расстояние от центра взрыва до ближайшего сооружения (склад №1 R1= 120м) с найденными радиусами зоны I (38м) и зоны II (65м), делаем заключение, что здания и сооружения завода находятся за пределами этих зон и, следовательно, могут оказаться в зоне воздушной ударной волны (зоны III).

Определяем расстояние от центра взрыва до склада №1 R1=120м. Находим избыточное давление на расстоянии 120м, используя расчетные формулы для зоны III:

$$\psi = 0,24 * \frac{R_1}{r_1} = 0,24 * \frac{120}{38} = 0,76 \quad (2.7)$$

так как  $\psi < 2$ , то избыточное давление рассчитывается по формуле(2.5)

$$P_1 = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8 * 0,76^3} - 1)} = 84 \text{кПа} \quad (2.8)$$

Склад №1 окажется под действием воздушной ударной волны с избыточным



давлением порядка 84кПа. По приложению А степень разрушения здания склада №1 (одноэтажное с металлическим каркасом, с крышей и стеновым заполнением из волокнистой стали) получит полное разрушение.

Склад №2 от центра взрыва расположен на расстоянии  $R_2=156\text{м}$  используя формулу (2.4) получим

$$\psi = 0,24 * \frac{R_2}{r_1} = 0,24 * \frac{156}{38} = 0,99 \quad (2.9)$$

При  $\psi < 2$  избыточное давление рассчитывается по формуле (2.5)

$$P_2 = \frac{700}{3 \left( \sqrt{1 + 29,8 * 0,99^3} - 1 \right)} = 53\text{кПа} \quad (2.10)$$

Склад №2 окажется под действием воздушной ударной волны с избыточным давлением 53 кПа и по приложению А степень разрушения здания склада №2 (одноэтажное с металлическим каркасом, с крышей и стеновым заполнением из волокнистой стали) получит полное разрушение.

Водонапорная башня от центра взрыва расположена на расстоянии  $R_3 = 180\text{м}$  используя формулу (2.4) получим

$$\psi = 0,24 * \frac{R_3}{r_1} = 0,24 * \frac{180}{38} = 1,14 \quad (2.11)$$

При  $\psi < 2$  избыточное давление рассчитывается по формуле (2.5)

$$P_3 = \frac{700}{3 \left( \sqrt{1 + 29,8 * 1,14^3} - 1 \right)} = 41\text{кПа} \quad (2.12)$$

Под действием избыточного давления ударной волны 41 кПа водонапорная башня получит сильное разрушение по приложению А.

Административный корпус расположен на расстоянии от центра взрыва  $R_4= 324\text{м}$  используя формулу 2.4 получим

$$\psi = 0,24 * \frac{R_4}{r_1} = 0,24 * \frac{324}{38} = 1,5 \quad (2.13)$$

При  $\psi < 2$  избыточное давление рассчитывается по формуле (2.5)

$$P_4 = \frac{700}{3 \left( \sqrt{1 + 29,8 * 1,5^3} - 1 \right)} = 26\text{кПа} \quad (2.14)$$

Под действием избыточного давления ударной волны 26 кПа административное здание по приложению А (здание с железобетонным каркасом в 3 этажа) получит слабое разрушение. Расстояние от центра взрыва до цеха №2  $R_5 = 200\text{м}$  используя формулу 2.4. получим .

$$\psi = 0,24 * \frac{R_4}{r_1} = 0,24 * \frac{200}{38} = 1,3 \quad (2.15)$$

При  $\psi < 2$  избыточное давление рассчитывается по формуле (2.5)

$$P_4 = \frac{700}{3 \left( \sqrt{1 + 29,8 * 1,3^3} - 1 \right)} = 33\text{кПа} \quad (2.16)$$

Под действием избыточного давления ударной волны 33 кПа цех №2 по приложению А (одноэтажное кирпичное здание без каркаса) получит сильное разрушение.

Цех №1 расположен от центра взрыва на расстоянии  $R_6 = 268\text{м}$ , используя формулу (2.4) получим

$$\psi = 0,24 * \frac{R_6}{r_1} = 0,24 * \frac{268}{38} = 1,7 \quad (2.17)$$

При  $\psi < 2$  избыточное давление рассчитывается по формуле (2.5)

$$P_4 = \frac{700}{3 \left( \sqrt{1 + 29,8 * 1,7^3} - 1 \right)} = 21\text{кПа} \quad (2.18)$$

Под действием избыточного давления ударной волны 21 кПа цех №1 по приложению А (одноэтажное кирпичное здание без каркаса) получит среднее разрушение.

Склад ГСМ расположен на расстоянии  $R_7 = 324\text{м}$  от центра взрыва, используя формулу

$$(2.4) \text{ получим } \psi = 0,24 * \frac{R_7}{r_1} = 0,24 * \frac{324}{38} = 2 \quad (2.19)$$

При  $\psi < 2$  избыточное давление рассчитывается по формуле (2.5)

$$P_4 = 700 / (3 * (\sqrt{1 + 29,8 * 2^3} - 1)) = 16\text{кПа} \quad (2.20)$$

По приложению А склад ГСМ под действием избыточного давления ударной волны 16кПа получит слабое разрушение

.Склад готовых изделий расположен на расстоянии  $R_8 = 410$  м от центра взрыва, используя формулы (2.4) получим

$$\psi = 0,24 * \frac{R_8}{r_1} = 0,24 * \frac{419}{38} = 2,6 \quad (2.21)$$

При  $\psi > 2$  избыточное давление рассчитывается по формуле (2.5)

$$P_3 = \frac{22}{2,6(\sqrt{\lg 2,6 + 0,158})} = 11 \text{кПа} \quad (2.22)$$

Под действием избыточного давления ударной волны 11 кПа склад готовых изделий по приложению А получит слабое разрушение.

Трансформаторная подстанция находится на расстоянии  $R_9 = 392$  м от центра взрыва, используя формулы (2.4) получим

$$\psi = 0,24 * \frac{R_9}{r_1} = 0,24 * \frac{392}{38} = 2,5 \quad (2.23)$$

При  $\psi > 2$  избыточное давление рассчитывается по формуле (2.5)

$$P_3 = \frac{22}{2,5(\sqrt{\lg 2,5 + 0,158})} = 12 \text{кПа} \quad (2.24)$$

Трансформаторная подстанция под действием избыточного давления ударной волны 12 кПа по приложению А получит слабое разрушение.

Здание котельной расположено на расстоянии  $R_{10} = 314$  м от центра взрыва, используя формулу (2.4) получим

$$\psi = 0,24 * \frac{R_{10}}{r_1} = 0,24 * \frac{314}{38} = 1,98 \quad (2.25)$$

так как  $\psi < 2$ , то избыточное давление рассчитывается по формуле (2.26)

$$P_{10} = 700/3(\sqrt{(1+29,8 [\psi^{1,98}]^3 - 1)}) = 16 \text{кПа} \quad (2.26)$$

Здание котельной под действием избыточного давления ударной волны

16кПа по приложению А (здания выполненные из кирпича) получит среднее разрушение.

Компрессорная станция от центра взрыва расположена на расстоянии R11=324м, используя формулу (2.4) получим

$$\psi=0,24*R11/r1=0,24*324/38=2 \quad (2.27)$$

так как  $\psi < 2$ , то избыточное давление рассчитывается по формуле (2.5)

$$P_{11} = \frac{700}{3 \left( \sqrt{1 + 29,8 * 2^3} - 1 \right)} = 15,96 \text{кПа} \quad (2.28)$$

Здание компрессорной станции под действием избыточного давления ударной волны 15,96 кПа по приложению А получит слабое разрушение.

В приложении Б приведена характеристика разрушений элементов объекта (завода) ударной волной.

4. Определяем предел устойчивости каждого элемента завода, используя приложение А, к действию воздушной ударной волны - избыточное давление вызывающие слабые разрушения, при котором элемент еще сохраняется или возобновляет работу в короткие сроки. При чем, если элемент может получить данную степень разрушения в определенном диапазоне избыточных давлений, то за предел устойчивости берется нижняя граница диапазона.

Предел устойчивости к действию воздушной ударной волны имеют: здание склада №1, склада №2 и склада готовой продукции - 5кПа; водонапорная башня - 10кПа; здание административного корпуса - 20кПа; здание цеха №1и №2 – 10 кПа; склад ГСМ - 15кПа; трансформаторная подстанция – 30 кПа; здание котельной - 7кПа; здание компрессорной станции – 10 кПа.

Предел устойчивости завода в целом определяется по минимальному пределу устойчивости входящих в его состав все элементов завода и составляет - 5кПа.

5. Для полного представления обстановки на объекте необходимо нанести на план местности три круговые зоны: I - зона детонационной волны; II - зона действий продуктов взрыва; III - зона воздушной ударной волны и условными обозначениями отметить степени разрушений зданий и сооружений.

**Вывод:** при взрыве 100т сжиженного пропана механический завод окажется в зоне III действия воздушной ударной волны с максимальным избыточным давлением 84кПа. Машиностроительный завод к действию воздушной ударной волны неустойчив: полное разрушение получают здания: склад №1, склад №2; сильное разрушение здания: цех №1, цех №2, котельная; среднее разрушение здание: котельной. В целях повышения устойчивости завода к воздействию воздушной ударной волны необходимо: построить подземные хранилища для склада топлива; вынести за пределы территории завода емкость с сжиженным пропаном; сократить запасы газа до минимальной необходимой потребности; повысить устойчивость зданий завода устройствами контрфорсов, подкосов, дополнительных рамных конструкций.

## **2.1 Оценка противопожарной устойчивости объекта экономики**

### **Задача 2**

Выявить пожарную обстановку на территории машиностроительного завода, при взрыве емкости сжиженным пропаном в 100т, в зависимости от степени огнестойкости зданий, категорий пожарной опасности производства, плотности застройки территории и степени разрушений зданий и сооружений завода. А так же представить на карте (схеме) ожидаемую пожарную обстановку.

Характеристика элементов объекта:

- административное корпус -здание с железобетонным каркасом в три этажа предел огнестойкости несущих стен 2,5 ч, междуэтажные и чердачные перекрытия из железобетонных плит с пределом огнестойкости 1ч;

- складские помещения - одноэтажные здания с металлическим

каркасом, с крышей и стеновым заполнением из волокнистой стали, с пределом огнестойкости несущих стен и заполнения между стенами и чердачного перекрытия - 3ч;

- вспомогательные сооружения - здания выполненные из кирпича, предел огнестойкости стен - 2ч, чердачное перекрытие, трудногорюемое с пределом огнестойкости 45 мин;

- производственные цеха - кирпичные здания с пределом огнестойкости стен 2 ч, чердачные перекрытия деревянные оштукатуренные с пределом огнестойкости 0,75ч; в цехе №1 ведется холодный прокат металлов, обточка, фрезирование и штамповка деталей машин; в цехе №2 производится термическая обработка металла: горячая прокатка с использованием литейного, плавильного и сварочного оборудования.

#### **Решение:**

1 .Определение степени огнестойкости зданий и сооружений завода:

По приложению В устанавливается степень огнестойкости здания (I, II, III, IV или V) в зависимости от типа строительных материалов, из которых выполнены основные конструкции здания, и предела огнестойкости каждой из конструкций здания.

По приложению Г определяется категория производства по пожарной опасности (А, Б, В, Г или Д). Изучается характер технологического процесса в здании (сооружении) и виды используемых в производстве материалов и веществ, а также вид готовой продукции.

По указанным в исходных данных характеристикам зданий склада №1, склада №2 и склада готовых изделий относится к I степени огнестойкости. В соответствии с классификацией производства по пожарной опасности данные здания завода относятся к категории Д.

Здание склада ГСМ относится к I степени огнестойкости, к категории производства А по пожарной опасности.

Здание административного корпуса относится к II степени огнестойкости, к категории производства Д по пожарной опасности.

Здание цеха №1, цеха №2, трансформаторной подстанции, котельной и компрессорной станции относится к III степени огнестойкости. Цех №1 к категории Д, цех №2 к категории Г, трансформаторной подстанции к категории В, котельной к категории Г и компрессорной станции к категории производства Д по пожарной опасности.

## 2. Определение плотности застройки на заводе.

Плотность застройки определяется по формуле

$$\Pi = \frac{S_{\Pi}}{S_T} = \frac{1069,4}{8320} * 100\% = 13\%, \quad (2.29)$$

где  $S_T$  - площадь территории,  $m^2$ ;

$S_n$  - суммарная площадь, занимаемая всеми зданиями определяется по формуле

$$S_n = \sum_{i=1}^n S_i = 1069,4 \text{ м}^2 \quad (2.30)$$

где  $S_i$  - площадь, занимаемая  $i$ -м зданием или сооружением;

$n$  - количество зданий и сооружений.

## 3. Определение пожарной обстановки на заводе.

По приложению Д в зависимости от степени огнестойкости зданий и сооружений, степени разрушений, категории производства по пожарной опасности и плотности застройки, определяем границы зон пожаров. При слабых и средних разрушениях возможно образование отдельных и сплошных пожаров, при сильных и полных разрушениях образование отдельных очагов тления и горения в завалах. Для наглядного отображения обстановки в районе завода на план местности условными обозначениями наносим на каждое здание и сооружение степень огнестойкости, категорию пожарной опасности производства и отмечаем участки пожаров.

**Вывод:** Взрыв емкости 10т сжиженного пропана на территории завода вызовет сложную пожарную обстановку. Наиболее опасные в пожарном отношении элементы завода: цех №1, цех №2, административный корпус, склад ГСМ - образование сплошного пожара.

## 2.2 Оценка устойчивости работы объекта к воздействию проникающей радиации и радиоактивного заражения

### Задача 3

Потенциально радиационно опасным объектом является АЭС расположенного на северо-западной окраине области с координатами (1314в), координаты машиностроительного завода (1520г). После аварии на объекте замерен уровень радиации, который составляет 2 Р/ч. Требуется определить дозы, которые получают рабочие и служащие объекта на открытой местности и в производственных помещениях за 5 часов.

Характеристика элементов объекта:

- характеристику зданий и сооружений машиностроительного завода см. задача 1,2.

### Решение:

1. Для полного представления обстановки на объекте необходимо нанести на план местности зоны заражения:  $R_1 = 10$  км радиус зоны полного отчуждения,  $R_2 = 30$  км радиус зоны полного отселения,  $R_3 = 50$  км радиус зоны постоянного медицинского контроля. Машиностроительный завод окажется в зоне полного отселения.

2. Так как после аварии на АЭС мощность заражения в основном радионуклидами ( $Sr-90$ ,  $Cs-137$  и др.) с длительным периодом полураспада (около 30 лет), то гамма - излучение будет постоянным. Спада уровней радиации не будет как

при наземном ядерном взрыве. Следовательно, на открытой местности рабочие и служащие могут получить дозу облучения за 5 часов.

$$D_{п} = D_{о} * t = 2 * 5 = 10Р. \quad (2.31)$$

Для определения дозы  $D_{п}$ , которую получают рабочие и служащие за 5 часов пребывания в производственных помещениях, необходимо найденную дозу для открытой местности ( $D_{о}$ ) разделить на коэффициент ослабления радиации производственными помещениями ( $K_{осл}$ ). По приложению Е по



данным характеристиками зданий, находим  $K_{осл}$  для производственных зданий и административного корпуса.  $K_{осл.адм.корпус} = 6$ ,  $K_{осл.всп.зданий} = 7$  о

$$D_{п.адм.корп.} = D_0 / K_{осл.адм.зд.} = 10/7 = 1.42 \quad (2.32)$$

Тогда доза облучения, которую могут получить рабочие и служащие объекта, находясь в производственных зданиях и в административном корпусе:

$$D_{п} = D_0 / K_{осл.всп.зд.} = 10/7 = 1.42 \quad (2.33)$$

**Вывод:** рабочие и служащие, находясь в производственных зданиях и административном корпусе получают дозу облучения соответственно 1,67 Р и 1,42 Р, т.е. в 6 и 7 раз меньшую чем на открытой местности.

#### Задача 4

Определить дозу радиации, которую получит личный состав спасательного отряда при совершении марша из районного центра Ишим (1022) в село Сенное (1520). По пути следования в 5 точках замерены уровни радиации:  $P_1 = 2$  Р/ч;  $P_2 = 3$  Р/ч;  $P_3 = 5$  Р/ч;  $P_4 = 3$  Р/ч;  $P_5 = 2$  Р/ч. Преодоление следа будет осуществляться на автомобилях со скоростью движения 30 км/ч.

#### Решение:

1. Определяем путь, пройденный отрядом, который равняется  $S = 42$  км.

2. Определяем средний уровень радиации ( $P_{ср}$ ) путем деления суммы измерений уровней радиации на число замеров:

$$\frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5}{5} = 3 \text{ Р/ч} \quad (2.34)$$

3. Доза облучения за время преодоления зараженного участка определяется по зависимости:

$$D_{п} = \frac{P_{ср} * S}{K_{осл} * V} \quad (2.35)$$

где  $D_{п}$  - доза облучения личного состава спасательного отряда за время

преодоления зараженного участка, Р;

$P_{cp}$  - средний уровень радиации на зараженном участке по пути следования автоколонны, Р/ч;

$S$  - длина маршрута, преодолеваемого личным составом спасательного по зараженному участку, км;

$V$  - скорость перемещения, км/ч;

$K_{осл}$  - коэффициент ослабления доз радиации автомобилем.

$$D_{п} = \frac{3 \cdot 42}{2 \cdot 30} = 2 \text{ Р}$$

**Вывод:** личный состав спасательного отряда при совершении марша получит дозу радиации 2 Р

### **3. Оценка состояния основных производственных фондов при воздействии ударной волны ядерного взрыва и обычных средств поражения**

#### **3.1. Определить ожидаемые производственные возможности механического цеха после воздействия воздушной ударной волны ядерного взрыва**

*Исходные данные*

1. Избыточное давление в ВУВ - 0,4 кгс/см<sup>2</sup>.
2. Здание цеха - тяжелый каркас с крановым оборудованием 80 т.
3. Технологическое оборудование цеха - тяжелые станки.

*Решение*

1. Обобщенный показатель устойчивости здания цеха (формула 3.1):

$$\xi_{зд} = 1,25 \frac{\Delta P_{ф}}{\Delta P_{ф.зд}^*}$$

где  $\Delta P_{ф.зд}^* = 0,55 \text{ кгс/см}^2$  (табл. 3.1 для сильных разрушений).

2. Обобщенный показатель устойчивости технологического оборудования (формула 3.2):

$$\xi_{\text{ТО}} = 1,25 \frac{\Delta P_{\Phi}}{\Delta P_{\Phi, \text{ТО}}} K_1 K_2 = 1,25 \frac{0,4}{0,65} 1,58 \cdot 0,9 = 1,1,$$

где  $\Delta P_{\Phi, \text{ТО}}^* = 0,65 \text{ кгс/см}^2$  (табл. 3.1 для сильных разрушений);

$K_1$ - коэффициент, характеризующий воздействие на оборудование обломков здания при его разрушении;

$K_2$ - коэффициент, учитывающий изменение параметров ударной волны при затекании в здание;

$K_T$ - максимальное значение коэффициента  $K_1$ , зависящее от вида и конструкции здания, и принимаемое для зданий: с легким каркасом и легким стеновым заполнением (из волнистой стали, с большой площадью остекления)

$K_T = 1,2$ ; с легким каркасом и облегченным стеновым заполнением  $K_T = 1,6$ ; с тяжелым каркасом и стеновым заполнением из кирпича.  $K_T = 2$ ;

Величины коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$  находят по формулам 3.3 и 3.4:

$$K_1 = 1, \text{ если } \xi_{3\text{д}} < 0,5;$$

(3.3)

$$K_2 = 0,67 + 0,27 \xi_{3\text{д}}, \text{ если } \xi_{3\text{д}} < 1,25;$$

$$K_2 = 1, \text{ если } \xi_{3\text{д}} > 1,25.$$

$$K_1 = 1 + \frac{K_T - 1}{\Delta P_{\Phi, 3\text{д}}} (0,8 \xi_{3\text{д}} - 0,4), \text{ если } 0,5 < \xi_{3\text{д}} < (1,25 \Delta P_{\Phi, 3\text{д}} + 0,5);$$

$$K_T, \text{ если } \xi_{3\text{д}} > (1,25 \Delta P_{\Phi, 3\text{д}} + 0,5); \quad (3.4.)$$

Так как выполняется условие

$$0,5 < \xi_{3\text{д}} (0,9) < (1,25 \Delta P_{\Phi, 3\text{д}} + 0,5 = 1,25 \cdot 0,55 + 0,5 = 1,19) \text{ (формула 3.3),}$$

$$\text{то } K_1 = 1 + \frac{K_T - 1}{\Delta P_{\Phi, 3\text{д}}} (0,8 \xi_{3\text{д}} - 0,4) = 1 + \frac{2-1}{0,55} (0,8 \cdot 0,9 - 0,4) = 1,58$$

так как выполняется условие  $\xi_{3\text{д}} (0,9) < 1,25$  (формула 3.4),

$$\text{то } K_2 = 0,67 + 0,27 \xi_{3\text{д}} = 0,67 + 0,27 \cdot 0,9 = 0,9.$$

Вероятность выхода из строя здания (формула 3.5):

$$P_{\text{вых.зд}} = P_{\text{сил}} + P_{\text{пол}} = 0,23 + 0,2 = 0,43, \quad (3.5):$$

Где  $P_{\text{сил}} = 0,23$ ;  $P_{\text{пол}} = 0,2$  (рис. 3.1 при  $\xi_{\text{зд}} = 0,9$ ).

Вероятность выхода из строя технологического оборудования (формула 3.5)

где  $P_{\text{сил}} = 0,25$ ;  $P_{\text{пол}} = 0,32$  (рис. 3.1 при  $\xi_{\text{то}} = 1,1$ ).

Вероятность непоражения персонала определяется по формуле:

$$q_{\text{пер}} = 1 - (P_{\text{пол}} + 0,6 P_{\text{сил}} + 0,15 P_{\text{ср}}) = 1 - (0,2 + 0,6 \cdot 0,23 + 0,15 \cdot 0,42) = 0,6,$$

где  $P_{\text{ср}} = 0,42$ ;  $P_{\text{сил}} = 0,23$ ;  $P_{\text{пол}} = 0,2$  (рис. 3.1 при  $\xi_{\text{зд}} = 0,9$ ).

Вероятность непоражения технологического оборудования

$$q_{\text{то}} = 1 - P_{\text{вых.то}} = 1 - 0,57 = 0,43.$$

Производственные возможности цеха (формула 3.6):

$$Q_{\text{ц}} = q_{\text{пер}} q_{\text{то}} = 0,6 \cdot 0,43 = 0,26. \quad (3.6):$$

*Вывод:* производственные возможности цеха составляют 26 % от нормативных.

### **3.2. Определить ожидаемые производственные возможности механического цеха после авиационного удара**

#### *Исходные данные*

1. Тип боеприпаса - ФАБ-250 (тритонал).
2. Удаление взрыва от здания цеха - 15 м.
3. Здание цеха - тяжелый каркас с крановым оборудованием 60 - 100 т.
4. Технологическое оборудование цеха - тяжелые станки.
5. Длина здания - 100 м.
6. Вероятность непоражения рабочей смены цеха - 0,85.

#### *Решение*

1. Для средней части здания

1.1. Избыточное давление во фронте воздушной ударной волны (формула 3.7):

$$\Delta P_{\Phi} = \frac{1,06}{R} + \frac{4,3}{R^2} + \frac{14}{R^3} = \frac{1,06}{2,94} + \frac{4,3}{2,94^2} + \frac{14}{2,94^3} = 1,44 \text{ кгс/см}^2 \quad (3.7.)$$

$$\text{Где } \underline{R} = \frac{R}{1,12 \sqrt[3]{C}} = \frac{15}{1,12 \sqrt[3]{62 \cdot 1,53}} = \frac{15}{5,1} = 2,94 \text{ м/кг}^{1/3}$$

$C_{\Phi} = C \cdot K_{\Phi}$  (формула 15.2);  $C$  - 62 кг (табл. 15.2);  $K_{\Phi} = 1,53$  (табл. 10)

1.2. Эквивалентное избыточное давление во фронте воздушной ударной волны ядерного взрыва (формула 3.7):

$$\Delta P_{\text{ф.яв}} = \frac{\Delta P_{\Phi}}{1,6} = \frac{1,44}{1,6} = 0,9 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$$

1.3 Обобщенный показатель устойчивости здания цеха (формула 3.1):

$$\xi_{\text{зд}} = 1,25 \frac{\Delta P_{\text{ф.яв}}}{\Delta P_{\text{ф.зд}}} = 1,25 \frac{0,9}{0,55} = 2,04$$

где  $\Delta P_{\text{ф.зд}} = 0,55 \text{ кгс/см}^2$  (табл. 3.1 для сильных разрушений).

1.4 Обобщенный показатель устойчивости технологического оборудования (формула 3.2):

$$\xi_{\text{то}} = 1,25 \frac{\Delta P_{\text{ф.яв}}}{\Delta P_{\text{ф.то}}} K_1 * K_2 = 1,25 \frac{0,9}{0,65} 2 * 1 = 3,46$$

где  $\Delta P_{\text{ф.то}} = 0,65 \text{ кгс/см}^2$  (табл. 3.1 для сильных разрушений).

В случае воздействия воздушной ударной волны взрыва взрывчатого вещества или газозвушной смеси изменение ее параметров при затекании в

$$K_1 = \begin{cases} 1,15, & \xi_{\text{зд}} < 0,5; \\ K_{\text{т}}, & \text{если } \xi_{\text{зд}} = 0,5 - 1,25; \\ & \xi_{\text{зд}} > 1,25. \end{cases}$$

здание можно не учитывать, т. е.  $K_2 = 1,0$ , а величину  $K_1$  принимают из следующих выражений

Так как выполняется условие  $\xi_{зд} (2,04) > 1,25$ , то  $K1 = Kт = 2$ .

1.5. Вероятность выхода из строя здания (формула 3.5):

$$R_{вых.зд} = R_{сил} + R_{пол} = 0,1 + 0,9 = 1,$$

где  $R_{сил} = 0,1$ ,  $R_{пол} = 0,9$  (рис. 3.1 при  $\xi_{зд} = 2,04$ ).

1.6. Вероятность выхода из строя технологического оборудования (формула 3.5):

$$R_{вых.то} = R_{сил} + R_{пол} = 0 + 1 = 1$$

где  $R_{сил} = 0$ ,  $R_{пол} = 1$  (рис. 3.1 при  $\xi_{то} = 3,46$ ).

1.7. Проверка условия необходимости расчета для крайних участков здания (формула 3.9):  $L_{зд} < 0,8R$ .

Так как  $L_{зд} (100 \text{ м}) > 0,8 * 15 = 12 \text{ м}$  и условие не выполняется, то расчет для крайних участков здания нужен.

1. Для крайних участков здания

2.1. Избыточное давление во фронте ВУВ (формула 3.7):

$$\Delta P_{\phi 1} = \frac{1,06}{R} + \frac{4,3}{R^2} + \frac{14}{R^3} = \frac{1,06}{10,24} + \frac{4,3}{10,24^2} + \frac{14}{10,24^3} = 0,15 \text{ кгс/см}^2,$$

$$\text{Где } R = \frac{R1}{1,12^3 \sqrt{C_{\text{эф}}}} = \frac{52,2}{1,12^3 \sqrt{62 * 1,53}} = \frac{52,2}{5,1} = 10,24 \text{ м/кг}^{\frac{1}{3}} \text{ (формула 3.9)}$$

$C_{\text{эф}} = C \text{ Кэф}$  (формула 15.2);  $C = 62 \text{ кг}$  (табл. 15.2);  $\text{Кэф} = 1,53$  (табл. 10),

$$R1 = \sqrt{R^2 + \left[ 0,4R + \frac{1}{2}(L_{зд} - 0,8R) \right]^2} = \sqrt{15^2 + \left[ 0,4 * 15 + \frac{1}{2}(100 - 0,8 * 15) \right]^2} = 52,2 \text{ м} \text{ (формула 3.10).}$$

2.2. Эквивалентное избыточное давление во фронте воздушной ударной волны ядерного взрыва (формула 3.7):

$$\Delta P_{\phi \text{ яв}1} = \frac{\Delta P_{\phi 1}}{1,6} = \frac{0,15}{1,6} = 0,1 \text{ кгс/см}^2$$

2.3. Обобщенный показатель устойчивости здания цеха (формула 3.1):

$$\xi_{зд.1} = 1,25 \frac{\Delta P \text{ ф. яв1}}{\Delta P \text{ ф. зд}} = 1,25 \frac{0,1}{0,55} = 0,23$$

2.4. Обобщенный показатель устойчивости технологического оборудования (формула 3.2):

$$\xi_{то.1} = 1,25 \frac{\Delta P \text{ ф. яв1}}{\Delta P \text{ ф. то}} K1 * K2 = 1,25 \frac{0,1}{0,65} * 1 = 0,19$$

где  $K1=1$ , так как  $\xi_{зд.1} (0,23) < 0,5$  (формула 3.8);  $K2=1$ , так как затекание воздушной ударной волны в здание не учитывается.

2.5. Вероятность выхода из строя крайних участков здания (формула 3.5):

$$P_{\text{вых.зд1}} = P_{\text{сил}} + P_{\text{пол}} = 0$$

где  $P_{\text{сил}}=0$ ;  $P_{\text{пол}}=0$  (рис. 3.1 при  $\xi_{зд.1}=0,23$ ).

2.6. Вероятность выхода из строя технологического оборудования на крайних участках здания (формула 3.5):

$$P_{\text{вых.то1}} = P_{\text{сил}} + P_{\text{пол}} = 0$$

где  $P_{\text{сил}}=0$ ;  $P_{\text{пол}}=0$  (рис. 3.1 при  $\xi_{то.1}=0,19$ ). Место для уравнения.

Вероятность выхода из строя всего технологического оборудования:

$$\begin{aligned} P^*_{\text{вых. то}} &= \frac{0,8R}{l_{зд}} * P_{\text{вых. то}} + \frac{l_{зд} - 0,8R}{l_{зд}} P'_{\text{вых. то}} = \\ &= \frac{0,8 * 15}{100} * 1 + \frac{100 - 0,8 * 15}{100} * 0,5 = 0,56 \end{aligned}$$

где  $P'_{\text{вых. то}}$  - средняя арифметическая вероятность выхода из строя технологического оборудования:

$$P'_{\text{вых. то}} = (P_{\text{вых. то}} + P_{\text{вых. то1}}) / 2 = (1 + 0) / 2 = 0,5$$

Производственные возможности цеха (формула 3.11):

$$Q_{ц} = q_{\text{пер}} * q_{\text{то}} = 0,85 * 0,44 = 0,37$$

где  $q_{\text{то}}$  - вероятность непоражения технологического оборудования

$$q_{\text{то}} = 1 - P^*_{\text{вых. то}} = 1 - 0,56 = 0,44$$

*Вывод:* производственные возможности цеха составляют 37 % от нормативных.

### **3.3. Определить производственные возможности объекта экономики в чрезвычайных ситуациях**

Объект экономики включает пять производственных и четыре обеспечивающих цеха ( Таблица 1-3). Производственные цеха № 1, 2 и 3 и все обеспечивающие цеха работают независимо. Производственные цеха № 4 и 5 работают последовательно, т. е. продукцию цеха № 4 получает цех № 5 и доводит ее до готовой продукции.

Цех обеспечения электроэнергией имеет две равноценных трансформаторных подстанции, каждая из которых удовлетворяет потребности всего объекта.

Цех обеспечения объекта потребностями в газе включает газораспределительный пункт от городской газомогастрали и резервуар со сжиженным газом, который может удовлетворять минимальные потребности в газе.

Цех обеспечения водой ориентируется на две артезианские скважины, каждая из которых может удовлетворять минимальные нужды объекта в воде. Цех обеспечения сырьем и заготовками имеет запасы на 15 суток работы.

Таблица 1

Объем продукции, выпускаемой производственными цехами

Производственные цеха	№ 1	№2	№3	№4	№5
Объем продукции, %, выпускаемый цехом	20	15	30	15	20

Таблица 2

Вероятность функционирования производственных цехов



Наименование цехов	Производственные цеха				
	№ 1	№2	№3	№4	№5
Вероятность функционирования цеха	0,55	0,7	0,85	0,9	0,9

Таблица 3.

Вероятность функционирования элементов обеспечивающих цехов

Наименование	Обеспечивающие цеха						
	электро-		газом		ВОДОЙ		сырьем и заготовка
	ТП1	ТП2	ГРП	резерв	артезианская		
					№ 1	№ 2	
Вероятность функционирования	0,75	0,85	0,85	0,8	0,9	0,9	1,0

### Решение

1. Определение вероятности функционирования цехов.

1.1. Вероятность функционирования производственных цехов приведена в исходных данных.(таблица 1-2)

1.2.Вероятность функционирования обеспечивающих цехов.( таблица 3)

Функционирование элементов обеспечивающих цехов, как правило, независимое. При этом для функционирования объекта экономики достаточно, чтобы сохранился хотя бы один элемент обеспечивающего цеха.

Тогда вероятность функционирования:

- цеха обеспечения электроэнергией

$$Q_{э} = 1 - (1 - Q_{ТП1})(1 - Q_{ТП2}) = 1 - (1 - 0,75)(1 - 0,85) = 0,96;$$

- цеха обеспечения газом

$$Q_{\Gamma} = 1 - (1 - Q_{\Gamma\text{РП}})(1 - Q_{\text{рез}}) = 1 - (1 - 0,85)(1 - 0,8) = 0,97;$$

- цеха обеспечения водой

$$Q_{\text{В}} = 1 - (1 - Q_{\text{АС1}})(1 - Q_{\text{АС2}}) = 1 - (1 - 0,9)(1 - 0,9) = 0,99;$$

- цеха обеспечения сырьем и заготовками  $Q_{\text{с}} = 1,0$ , где  $Q_{\text{ТП1}}$ ,  $Q_{\text{ТП2}}$  - вероятности функционирования трансформаторных подстанций № 1 и № 2;

$Q_{\text{ГРП}}$ ,  $Q_{\text{рез}}$  - вероятности функционирования газораспределительного пункта и резервуара со сжиженным газом;

$Q_{\text{АС1}}$   $Q_{\text{АС2}}$  - вероятности функционирования артезианских скважин № 1 и 2.

1. Уточнение расчетной формулы для определения производственных возможностей ОЭ.

Производственные возможности объекта экономики можно определить по формуле 3.12

$$Q_{\text{ОЭ}} = Q_{\text{э}} Q_{\text{г}} Q_{\text{в}} Q_{\text{с}} \left[ \sum_{i=1}^3 \alpha_i Q_i + \beta \prod_{j=4}^5 Q_j \right] \quad (3.12)$$

где  $Q_{\text{э}}$ ,  $Q_{\text{г}}$ ,  $Q_{\text{в}}$  - вероятности функционирования цехов обеспечения объекта электроэнергией, газом и водой;

$Q_{\text{с}}$  - вероятность функционирования цеха обеспечения сырьем и заготовками;

$Q_i$  - вероятности функционирования цехов № 1, 2, 3;

$\alpha_i$  - доля продукции, выпускаемой цехами № 1, 2, 3;

$Q_i$  - вероятности функционирования цеха № 4 и 5;

$\beta$  - доля продукции, выпускаемой цехами № 4 и 5.

2. Определение относительных производственных возможностей объекта экономики

$$Q_m = 0,96 \cdot 0,97 \cdot 0,99 \cdot 1,0 \cdot (0,2 \cdot 0,55 + 0,15 \cdot 0,7 + 0,85 \cdot 0,3 + ((0,15+0,2) \cdot 0,9-0,9)) = 0,92 (0,11 + 0,105 + 0,255 + 0,28) = 0,69 \text{ или } 69\%$$

**3.4. Определить ожидаемые производственные возможности объекта экономики (производственных фондов) после воздействия воздушной ударной волны ядерного взрыва**

Таблица.4. Варианты исходных данных

№ вар.	Избыточное	Тип производственного здания	Тип технологического
1	0,70	Производственное здание с тяжелым каркасом и крановым оборудованием 60-100	Гидравлические прессы
2	0,25	Производственное здание с тяжелым каркасом и крановым оборудованием до 50	Краны и крановое оборудование
3	0,40	Производственное и жилое здание с тяжелым каркасом (металлическим или	Доменные печи
4	0,45	Производственное здание кирпичное бескаркасное	Станки средние
5	0,30	Производственное и жилое здание с тяжелым каркасом (металлическим или	Насосы системы охлаждения электро-

6	0,40	Производственное и жилое здание с тяжелым каркасом (металлическим или	Насосы системы охлаждения электро-
7	0,55	Производственное здание кирпичное бескаркасное	Станки средние
8	0,5	Производственное и жилое здание с тяжелым каркасом (металлическим или	Насосы системы охлаждения электро-
9	0,30	Производственное и жилое здание с тяжелым каркасом (металлическим или	Доменные печи
10	0,25	Производственное здание кирпичное бескаркасное	Станки средние
11	0,35	Производственное здание кирпичное бескаркасное	Станки средние
12	0,2	Производственное здание с тяжелым каркасом и крановым оборудованием 60-100	Гидравлические прессы
13	0,45	Производственное и жилое здание с тяжелым каркасом (металлическим или	Доменные печи

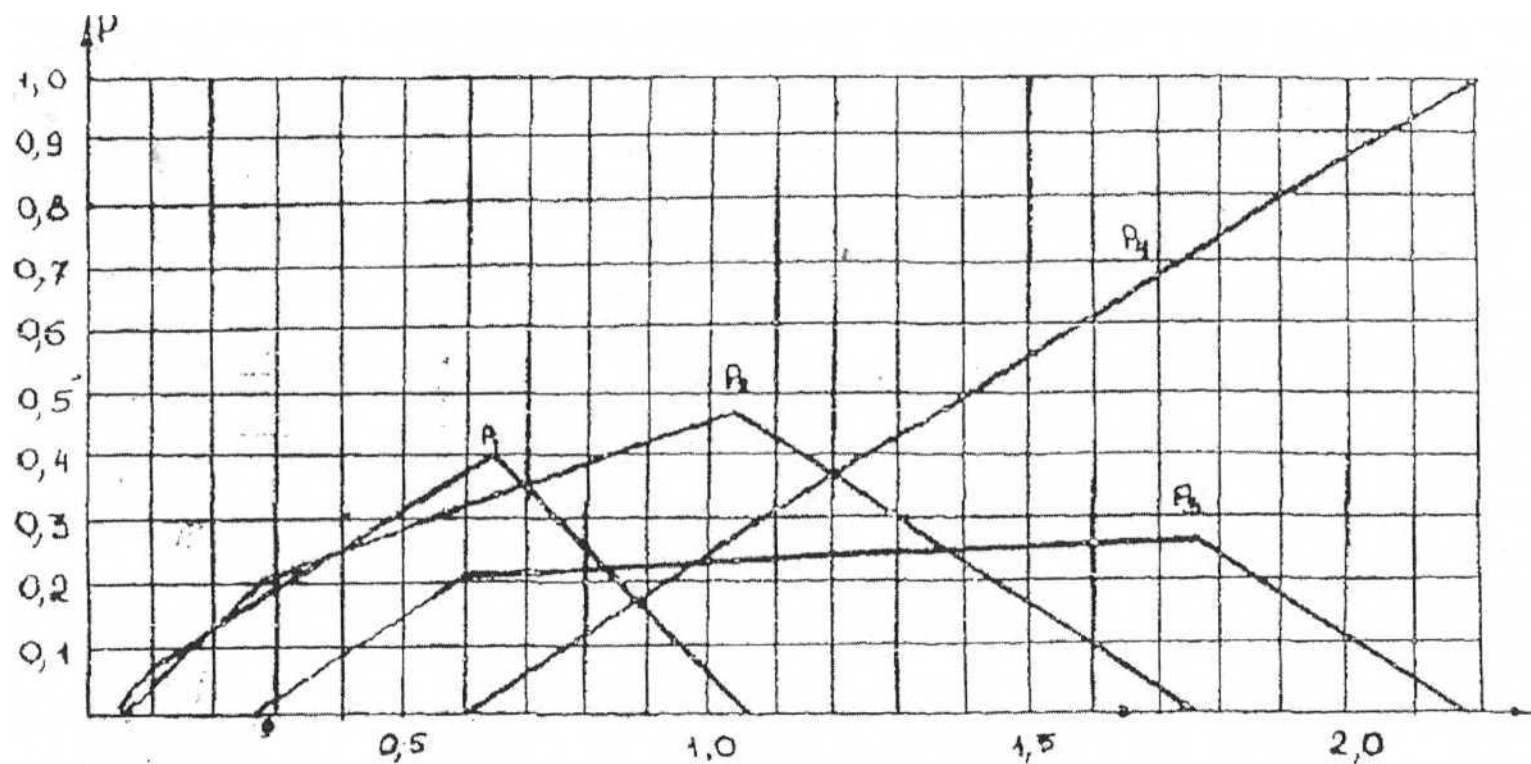


Рис. 1. Вероятности разрушения здания (сооружения) и повреждения технологического оборудования различной степени в зависимости от величины обобщенного показателя устойчивости  $\xi_{то}$  ( $\xi_{зд}$ )  
*P1* - слабая; *P2*- средняя; *P3* - сильная; *P4* - полная степень разрушения

**3.5. Определить ожидаемые производственные возможности объекта экономики (производственных фондов) после воздействия обычных средств поражения-**

Таблица 5 .Варианты исходных данных

№ вар.	Тип боеприпаса	Тип взрывчатого вещества	Удаление взрыва от здания, м	Тип производственного здания	Тип технологического оборудования	Длина здания, м	Вероятность непоражения персонала
1	УР «Мартел	тритонал	10	Кирпичное здание многоэтажное (три и более)	Станки легкие	40	0,70
2	УР «Мартел	тритонал	5	Производственное и жилое с тяжелым каркасом (металлическим или железобетонным)	Станки тяжелые	50	0,75
3	УР «Мартел	тритонал	10	Производственное здание кирпичное бескаркасное	Станки средние	60	0,80
4	ФАБ-100	тритонал	5	Кирпичное здание многоэтажное (три этажа и более)	Станки легкие	40	0,85
5	ФАБ-100	тритонал	10	Производственное здание с тяжёлым каркасом и крановым оборудованием 60-100 т.	Подъемно-транспортное	50	0,90
6	ФАБ-100	тритонал	5	Производственное здание с тяжёлым каркасом и крановым оборудованием до 50 т.	Краны и крановое	60	0,95
7	ФАБ-250	тритонал	20	Производственное здание с легким металлическим каркасом	Станки средние	40	0,70
8	ФАБ-250	тритонал	5	Производственное здание кирпичное бескаркасное	Станки легкие	50	0,75
9	ФАБ-250	тритонал	10	Производственное здание с тяжелым каркасом и крановым оборудованием до 50 т.	Трансформаторы от 100 до 1000 кВ	60	0,80

вар.	Тип боеприпаса	Тип взрывчатого	Удаление взрыва от здания, м	Тип производственного здания	Тип технологического оборудования	Длина здания, м	Вероятность непораж
10	ФАБ-250	тритонал	10	Производственное здание с тяжелым каркасом и крановым оборудованием до	Котлы электростанции	70	0,85
и	ФАБ-500	тритонал	15	Производственное и жилое здание с тяжелым каркасом (металлическим или железобетонным)	Котельные, регуляторные станции в	50	0,90
12	ФАБ-500	тритонал	5	Производственное здание с тяжелым каркасом и крановым оборудованием 60-100 т.	Краны и крановое оборудование	60	0,95
13	ФАБ-500	тритонал	10	Производственное здание с тяжелым каркасом и крановым оборудованием 60-100 т.	Станки тяжелые	70	0,7
14	ФАБ-500	тритонал	15	Производственное здание с тяжелым каркасом и крановым оборудованием до 50 т.	Гидравлические прессы	80	0,75
15	УР «Булапп»	тротил	10	Производственное здание с тяжелым каркасом и крановым оборудованием до 50 т.	Трансформаторы от 100 до 1000 кВ	60	0,8
16	УР «Булапп»	тротил	5	Производственное здание с тяжелым каркасом и крановым оборудованием до 60-100 т.	Турбины электростанций	70	0,85
17	УР «Булапп»	тротил	10	Кирпичное здание малоэтажное (один-два этажа)	Воздушные линии низкого	70	0,9
18	УР «Булапп»	тротил	15	Кирпичное многоэтажное здание (три этажа и более)	Станки легкие	80	0,95

### 3.6. Определить производственные возможности объекта экономики в чрезвычайных ситуациях

Объект экономики включает четыре производственных и четыре обеспечивающих цеха. (таблица 7-8) Производственные цеха № 1, 2 и все обеспечивающие цеха работают независимо. Производственные цеха № 3 и 4 работают последовательно, т. е. продукцию цеха № 3 получает цех № 4 и доводит ее до готовой продукции.

Цех обеспечения электроэнергией имеет две равноценных трансформаторных подстанции, каждая из которых удовлетворяет потребности всего объекта.

Цех обеспечения объекта потребностями в газе включает газораспределительный пункт от городской газомагистрали и резервуар со сжиженным газом, который может удовлетворять минимальные потребности в газе. Цех обеспечения водой ориентируется на две артезианские скважины, каждая из которых может удовлетворять минимальные нужды объекта в воде. Цех обеспечения сырьем и заготовками имеет запасы на 20 суток работы объекта экономики.

Таблица 6.

Объем продукции, выпускаемой производственными цехами

Производственные цеха	№ 1	№2	№3	№4
Объем продукции, %, выпускаемый цехом	35	20	15	30

Таблица 7.

Вероятность функционирования производственных цехов

Наименование цехов	Производственные цеха			
	№ 1	№2	№3	№4
Вероятность функционирования цеха	0,6	0,75	0,80	0,9



Таблица 8.

## Вероятность функционирования элементов обеспечивающих цехов

Наименование	Обеспечивающие цеха						
	эле эне	ктро- ргией	газом		ВОДОЙ		сырьем и заготовками
	ТП1	ТП2	ГРП	резерв газа	артезианская		
					№ 1 (АС1)	№ 2 (АС2)	
Вероятность функционирования	0,80	0,75	0,65	0,8	0,85	0,9	1,0

## Список использованной литературы:

1. Акимов, В.А. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учебное пособие/ В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.П. Фалеев и др. – М.: Высшая школа, 2007.
2. Белобородов, В.Н. Предупреждение ЧС и повышение устойчивости функционирования организаций / В.Н. Белобородов-М: Библио. «Военные знания», 2001, с.
3. Занько Н.Г., Малаян К.Р., Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности. - СПб.: Издательство „Лань“, 2012-672с.
4. Казиев З.К. Оценка радиационной и химической обстановки и действия населения при ЧС. Учебное пособие.-Махачкала:РИО ДГТУ, 2003г.,108с.
5. Мاستрюков, Б.С. Безопасность в ЧС/ Б.С. Мاستрюков. – М.: Изд. центр Академия, 2003.
6. Мерцалов В.М., Слепушкин С.Б., Рейхов Ю.Н., Саулин В.И. Основы устойчивости функционирования объектов экономики и территорий.- Новогорск, АГЗ МЧС России, 223с.

7. Стратегические риски России: оценка и прогноз. Монография/ под ред. Ю.Л. Воробьева, 2005.
8. Трухачев, С.Н. Обеспечение технической безопасности предприятий// «Гражданская защита» 2007, №11, с. 20 – 22

## Справочные материалы

Таблица 9

Степени разрушения сооружений, зданий и технологического оборудования объектов экономики при воздействии ударной волны ядерного взрыва

№ п/п	Сооружения, здания, технологическое оборудование	Избыточное давление во фронте ударной волны $p^*_{зд}$ , $P^*_{т0}$ , кгс/см <sup>2</sup> , вызывающее		
		слабое	среднее	сильное
1	Производственное здание с тяжелым каркасом и крановым оборудованием: до 50 т;	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5
2	50 т;	0,2-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6
3	Производственное и жилое здание с тяжелым каркасом (металлическим или	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5
4	Производственное здание: с легким металлическим	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4
5	каркасом; кирпичное бескаркасное.	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4
6	Кирпичные здания: малоэтажные (один-два	0,1-0,15	0,15-0,25	0,25-0,35
7	этажа); многоэтажные (три и	0,08-0,12	0,12-0,20	0,2-0,3
8	Остекление зданий	0,005-0,1	0,01-0,015	0,015-0,03
9	Деревянные дома	0,06-0,08	0,08-0,12	0,12-0,2
10	Доменные печи	0,2	0,4	0,8
11	Станки тяжелые	0,25-0,40	0,4-0,6	0,6-0,7
12	Станки средние	0,15-0,25	0,25-0,35	0,35-0,45
13	Станки легкие	0,06-0,12	—	0,15-0,25
14	Краны и крановое оборудование	0,2-0,3	0,3-0,5	0,5-0,7
15	Подъемно-транспортное оборудование	0,2	0,5-0,6	0,6-0,8
16	Гидравлические прессы	0,3-0,4	0,4-0,6	0,6-0,7
17	Трансформаторы от 100 до 1000 кВ	0,2-0,3	0,3-0,5	0,5-0,6
18	Турбины электростанций	0,4-0,5	0,5-0,8	0,8-0,9
19	Котлы электростанций	0,5-0,6	0,6-0,9	1

20	Насосы системы охлаждения электростанций	0,3-0,4	0,4-0,6	0,7
21	Наземные металлические	0,3-0,4	0,4-0,7	0,7-0,9
22	Подземные железобетонные и металлические резервуары	0,2-0,5	0,5-1	1-2
23	Водонапорные башни	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6
24	Котельные, регуляторные станции в кирпичных	0,07-0,13	0,13-0,25	0,25-0,35
25	Трубопроводы наземные	0,2	0,5	1,3
26	Трубопроводы на эстакадах (железобетонных,	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5
27	Подземные сварные трубопроводы	6-10	10-15	15-20
28	Кабельные наземные линии	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-0,6
29	Воздушные линии: высокого напряжения; низкого напряжения; низкого напряжения на деревянных опорах	0,25-0,3	0,3-0,5	0,5-0,7
30		0,2-0,6	0,6-1	1-1,6
31		0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1
33	Отдельно стоящие убежища, рассчитанные на избыточное давление воздушной ударной волны: 5 кгс/см <sup>2</sup> ; 3 кгс/см <sup>2</sup> ; 2 кгс/см <sup>2</sup> ; 1 кгс/см <sup>2</sup> .	5-6	6-7	7-9
34		3-4	4-5,5	5,5-6,5
35		2-3	3-3,7	3,7-4,5
36		1-2	2-2,5	2,5-3
37	Ленточные конвейеры в галерее на железобетонной эстакаде	0,05-0,06	0,06-0,1	0,1-0,2

Таблица 10

Коэффициент эффективности ВВ по отношению к тротилу

Вид ВВ	Тротил	Тригонал	Гремучая смесь	ТНРС	ГЕКСОГ ЕН	тЭН	Тетрил	Амматол	Аммонитовая селитра	Дымный порох
Кэф	1,0	1,53	0,41	0,39	1,3	1,39	1,12	0,99	0,34	0,66

Таблица 11

Вес заряда взрывчатого вещества в боеприпасах  $C$  и число разрушаемых перекрытий  $N$  пер

Калибр авиабомбы (фунтов). Индекс ракеты	Вес ВВ, кг (тротил)	Число разрушаемых перекрытий Мер, ед.
100	28	1-2
250	62	1-2
500	128	2-3
750	177	3-4
1000	270	4-5
2000	536	4-5
3000	896	7-8
УР «Булапш»	170 (тротил)	4-5
УР «Мейверик»	—	1-2
УР «Мартель»	55	2-3

Значения нижеприведенных таблиц 1 и 2 используются для прогнозирования состояния потенциально опасных объектов, объектов обороны и безопасности в условиях воздействия поражающих факторов обычных средств поражения и избыточного давления во фронте воздушной ударной волны ядерного взрыва.

Значения таблиц могут быть использованы при отсутствии данных по величинам избыточных давлений, вызывающих разрушения, для соответствующих сооружений, зданий и технологического оборудования.

Степени разрушения составных частей объекта при различных значениях избыточного давления во фронте воздушной ударной волны взрыва боеприпаса, кПа

Наименование составных частей объекта	Степени разрушения составных частей объекта при различных значениях		
	слабая	средняя	сильная
<b>Здания</b>			
Промышленное с металлическим или железобетонным каркасом	32-65	65-80	80-95
Многоэтажное административное с металлическим или железобетонным каркасом	32—48	48-65	65-80
Кирпичное многоэтажное (3 этажа и более)	12-20	20-32	32-48
Кирпичное одно и двухэтажное	12-24	24-40	40-56
Деревянное	9-12	12-20	20-32
Остекление промышленного и жилого здания	1-2	2-4	4-5
Остекление из армированного стекла	1,5-3	3-5	5-10
Промышленное с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25-50 т	32-48	48-65	65-80
<b>Мосты, дороги</b>			
Мост металлический, конструкции с пролетом 30-45 м	160-240	240-320	320—400
Мост железобетонный с пролетом 25 м	80-160	160-240	240-320
Мост деревянный	32-80	80-130	160
Шоссейная дорога с асфальтовым и бетонным покрытием	480	1600	4800
Железобетонное полотно	160-240	240-480	480
Взлетно-посадочная полоса аэродрома	640	2400	4800
<b>Транспорт</b>			
Тепловоз, электровоз	80-110	110-160	160-240
Железнодорожный вагон и цистерна	32-65	65-95	95-145
Самолет транспортный	14-16	16-25	25-40
Железнодорожный вагон и цистерна	32-65	65-95	95-145
Самолет транспортный	14-16	16-25	25-40
Гусеничный тягач и трактор	48-65	65-95	95

Грузовая автомашина и автоцистерна	32-65	65-80	80
Транспортное судно	48-95	95-30	130-160
<b>Защитные сооружения</b>			
Убежище отдельно стоящее, рассчитанное на: 350 кПа (3,5 кгс/см <sup>2</sup> ); 100 кПа (1 кгс/см <sup>2</sup> ).	640-960	960-1200	1200
	160-240	240-320	320
Убежище встроенное, рассчитанное на: 100 кПа (1 кгс/см <sup>2</sup> ); 50 кПа (0,5 кгс/см <sup>2</sup> ).	110-160	160-240	240
	48-65	65-160	160
Подвал (без усиления несущих конструкций)	32-48	48-160	160
Деревоземляное противорадиационное укрытие, рассчитанное на 30 кПа (0,3 кгс/см <sup>2</sup> )	48-80	80-130	130
<b>Оборудование</b>			
Станочное оборудование	40-64	64-95	95-110
Крановое оборудование	32—48	48-80	80-110
Токарно-карусельный, токарно-расточной станок	16-48	48-80	80-110
<b>Линии электропередач</b>			
Воздушные высоковольтные	40-48	48-80	80-110
Воздушные низковольтные	32-95	95-160	160-260
Кабель подземный	320-480	480-960	960-1600
Кабель надземный	16-48	48-80	80-95
Антенные устройства	16-32	32-65	65
<b>Линии связи</b>			
Стационарные воздушные	32-80	80-110	130-190
Шестовые воздушные	32-48	48-160	160
<b>Трубопроводы</b>			
Наземные	32	80	210
<b>Наименование составных частей объекта</b>	<b>Степени разрушения составных частей объекта при различных</b>		
	<b>слабая</b>	<b>средняя</b>	<b>сильная</b>
Подземные чугунные трубопроводы на раструбах, асбоцементные на муфтах, керамические на раструбах	320-960	960-1600	1600-3200
Подземные водо-, газо-, канализационные сети	160-320	640-1600	1600-2400
Трубопроводы на эстакаде	32-48	48-65	65-80
Смотровые колодцы и задвижки	320-640	640-960	960-1600
<b>Резервуары</b>			

Наземные для ГСМ (пустые)	24-32	32-48	48-65
Наземные для ГСМ (заполненные)	—	110	—
Частично заглубленные (пустые)	64-80	80-130	130-160
Подземные	32-80	80-160	160-320
Газгольдеры	24-32	32—48	48-65
<b>Сооружения</b>			
Тепловая электростанция	16-24	24-32	32-40
Здание фидерных и трансформаторных подстанций из кирпича или блоков	16-32	32-65	65-95
Галереи энергетических коммуникаций на металлических (железобетонных) эстакадах	16-25	25-32	32-40
Водонапорная башня	16-32	32-65	65-95
Вышка металлическая	32-48	48-80	80-110
Открытые склады с железобетонным перекрытием	32-55	55-110	130-160



Таблица 13

Степени разрушения составных частей объекта при различных значениях избыточного давления во фронте воздушной ударной волны ядерного взрыва

Наименование составных частей объекта	Степени разрушения составных частей объекта при различных значениях избыточного давления во фронте воздушной ударной волны ядерного взрыва		
	слабое	среднее	сильное
<b>Здания</b>			
Промышленное с металлическим или железобетонным каркасом	20-40	40-50	50-60
Многоэтажное административное с металлическим или железобетонным каркасом	20-30	30-40	40-50
Кирпичное многоэтажное (3 этажа и более)	8-12	12-20	20-30
Кирпичное одно и двухэтажное	8-15	15-25	25-35
Деревянное	6-8	8-12	12-20
Остекление промышленного и жилого здания	0,5-1	1-1,5	1,5-3
Остекление из армированного стекла	1-1,5	1,5-2	2-5
Промышленное с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25-50 т	20-30	30-40	40-50
<b>Мосты, дороги</b>			
Мост металлический, конструкции с пролетом 30-45 м	100-150	150-200	200-250
Мост железобетонный с пролетом 25 м	50-100	100-150	150-200
Мост деревянный	50-20	80-50	100
Шоссейная дорога с асфальтовым и бетонным покрытием	300	1000	3000
Железобетонное полотно	100-150	150-300	300
Взлетно-посадочная полоса аэродрома	400	1500	3000
<b>Транспорт</b>			
Тепловоз, электровоз	50-70	70-100	100-150
Железнодорожный вагон и цистерна	20-40	40-60	60-90
Самолет транспортный	9-10	10-15	15-25

Гусеничный тягач и трактор	30-40	40-60	60
Грузовая автомашина и автоцистерна	20-40	40-50	50
Транспортное судно	30-60	60-80	80-100
<b>Защитные сооружения</b>			
Убежище отдельно стоящее, рассчитанное на: 350 кПа (3,5 кгс/см <sup>2</sup> ).	400-600	600-750	750
	100-150	150-200	200
Убежище встроенное, рассчитанное на: 100 кПа (1 кгс/см <sup>2</sup> ); 50 кПа (0,5 кгс/см <sup>2</sup> ).	70-100	100-150	150
	30-40	40-100	100
Подвал (без усиления несущих конструкций)	20-30	30-100	100
Деревоземляное противорадиационное укрытие, рассчитанное на 30 кПа (0,3 кгс/см <sup>2</sup> )	30-50	50-80	80
<b>Оборудование</b>			
Станочное оборудование	25-40	40-60	60-70
Крановое оборудование	20-30	30-50	50-70
Токарно-карусельный, токарно-расточной станки	10-30	30-50	50-70
<b>Линии электропередач</b>			
Воздушные высоковольтные	25-30	30-50	50-70
Воздушные низковольтные	20-60	60-100	100-160
Кабель подземный	200-300	300-600	600-1000
Кабель надземный	10-30	30-50	50-60
Антенные устройства	10-20	20-40	40
<b>Линии связи</b>			
Стационарные воздушные	20-50	50-70	80-120
Шестовые воздушные	20-30	30-100	100

<b>Трубопроводы</b>			
Наземные	20	50	130
Подземные стальные (диаметр более 350 мм)	200-350	350-600	600-1000
Подземные стальные (диаметр менее 350 мм)	600-1000	1000-1500	1500-2000
Подземные чугунные трубопроводы на раструбах, асбоцементные на муфтах, керамические на раструбах	200-600	600-1000	1000-2000
Подземные водо-, газо-, канализационные сети	400-600	600-1000	1000-1500
Трубопроводы на эстакаде	20-30	30-40	40-50
Смотровые колодцы и задвижки	200-400	400-600	600-1000
<b>Резервуары</b>			
Наземные для ГСМ (пустые)	15-20	20-30	30-40
Наземные для ГСМ (заполненные)	-	70	
Частично заглубленные (пустые)	10-30	30-50	50-100
Подземные	30-50	50-100	100-200
Газгольдеры	15-20	20-30	30-40
<b>Сооружения</b>			
Тепловая электростанция	10-15	15-20	20-25
Здание фидерных и трансформаторных подстанций из кирпича или блоков	10-20	20-40	40-60
Галереи энергетических коммуникаций на металлических (железобетонных) эстакадах	10-15	15-20	20-25
Водонапорная башня	10-20	20-40	40-60
Вышка металлическая	20-30	30-50	50-70
Открытые склады с железобетонным перекрытием	20-35	35-70	80-100

## Приложение 1

Таблица А.1 - Степени разрушения элементов объектов при различных избыточных давлениях ударной волны, кПа

Элементы объекта	Разрушение			
	слабое	среднее	сильное	полное
1	2	3	4	5
1. Производственные, административные и жилые здания				
Массивные промышленные здания с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25...50 т	20...30	30...40	40...50	50...70
То же, с крановым оборудованием грузоподъемностью 60... 100 т	20...40	40...50	50...60	60...80
Бетонные и железобетонные здания и здания антисейсмической конструкции	25...35	80...120	150...200	200
Здания с легким металлическим каркасом и бескаркасной конструкции	10...20	20...30	30...50	50...70
Промышленные здания с металлическим каркасом и бетонным заполнением с площадью остекления около 30 %	10...20	20...30	30...40	40...50
Промышленные здания с металлическим каркасом и сплошным хрупким заполнением стен и крыши	10...20	20...30	30...40	40...50
Многоэтажные железобетонные здания с большой площадью остекления Здания из сборного железобетона	8...20	20...40	40...90	90...100
Одноэтажные здания с металлическим каркасом и стеновым заполнением из волнистой стали	10...20	20...30		30...60
То же, с крышей и стеновым заполнением из волнистой стали	5...7	7...10	10...15	15
Кирпичные бескаркасные производственно-вспомогательные здания с перекрытием (покрытием) из железобетонных сборных элементов одно- и многоэтажные	7...10	10...15	15...25	25...30
	10...20	20...35	35...45	45...60

1	2	3	4	5
То, же с перекрытием из деревянных элементов	8...15	15...25	25...35	35
Здание фидерной или трансформаторной подстанции из кирпича или блоков	10...20	20...40	40...60	60...80
Складские кирпичные здания	10...20	20...30	30...40	40...50
Легкие склады-навесы с металлическим каркасом и шиферной кровлей	10...25	25...35	35...50	50
Склады-навесы из железобетонных элементов	20...35	35...70	80... 100	100
Административные многоэтажные здания с металлическим или железобетонным каркасом	20...30	30...40	40...50	50...60
Кирпичные малоэтажные здания (один-два этажа)	8...15	15...25	25...35	35...45
Кирпичные многоэтажные здания (три этажа и более)	8...12	12...20 8...12	20...30 12...20	30...40 20...30
Деревянные дома	6...8			
Разрушение обычного остекления зданий	0,5...1	Г..1,5	1,5...3	-
То же, из армированного стекла	Г..1,5	1,5...2	2...5	-
Доменные печи	20	40	80	100 300
Здания ГЭС	50... 100	100...200	200...300	-
Затворы плотин	20...70	70... 100	100	

Некоторые виды оборудования

Станки тяжелые	25...40	40...60	60...70	-
Станки средние	15...25	25...35	35...45	-
Станки легкие	6...12	-	15...25	-
Краны и крановое оборудование	20...30	30...50	50...70	70
Подъемно-транспортное оборудование	20	50...60	60...80	80
Кузнечно-прессовое оборудование	50	100...110	150...200	-
Ленточные конвейеры в галерее на железобетонной эстакаде	5...6	6...10	10...20	20...40
Ковшовые конвейеры в галерее на железобетонной эстакаде	8...10	10...20	20...30	30...50
Гибкие шланги для транспортировки сыпучих материалов	7...15	15...25	25...35	35...45
Электродвигатели мощностью до 2 кВт, открытые	20...40	40...50		50...8С

1	2	3	4	5
То же, герметические	30...50	50...70	-	80...100
Электродвигатели мощностью от 2 до 10 кВт, открытые	30...50	50...70	-	80...90
То же, герметические	40...60	60...75		75...110
Электродвигатели мощностью 10 кВт и более, открытые	50...60	60...80	*	80...120
То же, герметические	60...70	70...80	-	80...120

Трансформаторы от 100 до 1000 кВ	20...30	30...50	50...60	60
Трансформаторы блочные	30...40	50...60	-	-
Генераторы на 100...300 кВт	30...40	50...60	-	-
Открытое распределительное устройство	15...25	25...35	-	-
Масляные выключатели	10...20	20...30	-	-
Контрольно-измерительная аппаратура	5...10	10...20	20...30	30
Магнитные пускатели	20...30	30...40	40...60	-
Электролампы в плафонах	-	-	-	10...20
Электролампы открытые	-	-	-	5...7
Стеллажи	10...25	25...35	35...50	50...70
<b>3. Коммунально-энергетические сооружения и сети</b>				
Газгольдеры и наземные резервуары для ГСМ и химических веществ	15...20	20...30	30...40	40
Подземные металлические и железобетонные резервуары	20...50	50...100	100..200	200
Частично заглубленные резервуары	40...50	50...80	80...100	100
Наземные металлические резервуары и емкости	30...40	40...70	70...90	90
Деревянные заглубленные хранилища слойчатой конструкции	20...40	40...60	60...100	100
Открыто расположенное оборудование артезианских скважин Водонапорные башни	70...110	110..130	130..170	170
Котельные, регуляторные станции и другие сооружения и кирпичные здания	10...20	20...40	40...60	60
Металлические вышки сплошной конструкции	7...13	13...25	25...35	35...45
Трансформаторные подстанции закрытого типа	20...30	30...50	50...70	70
	30...40	40...60	60...70	70...80
1	2	3	4	5
Распределительные устройства и вспомогательные сооружения электростанций	30...40	40...60	60...80	120
Кабельные подземные линии	200... 300	300..600	600.. 1000	1500
Кабельные наземные линии	10...30	30...50	50...60	60
Воздушные линии высокого напряжения	25...30	30...50	50...70	70
Воздушные линии низкого напряжения	20...60	60...100	100...160	160
Воздушные линии низкого напряжения на деревянных опорах Силовые линии электрифицированных железных дорог	20...40	40...60	60...100	100
Подземные стальные трубопроводы на сварке диаметром до 350 мм	30...50	50... 70	70...120	120
	600..1000	1000.1500	1500.2000	2000

То же, диаметром свыше 350 мм	200...350	350.-.600	600..1000	1000
Подземные чугунные и керамические трубопроводы на раструбках, асбоцементные на муфтах	200...600	600..1000	1000.2000	2000
Трубопроводы, на глубине 20см	150...200	250...350	500	-
Трубопроводы наземные	20	50	130	-
Трубопроводы на металлических или железобетонных эстакадах	20...30	30...40	40...50	-
Смотровые колодцы и задвижки на	200...400	400...600	600..1000	1000
сетях коммунального хозяйства Сети коммунального хозяйства (водопровод, канализация, газопровод) заглубленные	100...200	400..1000	1000.1500	1500
Сети коммунального хозяйства без ограждающих конструкций	50...150	150...250	250...300	300
<b>4. Средства связи</b>				
Радиорелейные линии и стационарные воздушные линии связи	30...50	50...70	70... 120	120
Воздушные линии телефонно телеграфной связи	20...40	40...60	60...100	100
Шестовые воздушные линии связи	20...30	30...60	60...100	100
Кабельные наземные линии связи	10...30	30...50	50...60	60
Кабельные подземные линии связи	20...30	-	50...100	>100
Телефонно-телеграфная аппаратура вне укрытий	10...30	30...50	50...60	60
Антенное устройство	10...20	20...30	30...40	40
1	2	3	4	5
<b>5. Защитные сооружения</b>				
Отдельно стоящие убежища, рассчитанные на избыточное давление ударной волны 500 кПа	500...600	600...700	700... 900	900
Отдельно стоящие и встроенные убежища, рассчитанные на 300 кПа	300...400	400...550	550...650	650
<b>6. Средства транспорта, строительная техника, мосты, плотины, аэродромы</b>				
Гусеничные тягачи и тракторы	30...40	40...80	80...100	НО...130
Шоссейные дороги с асфальтовым и бетонным покрытием	120...300	300...1000	1000.2000	4000
Железнодорожные пути	100...150	150...200	200...300	300...500
Подвижной железнодорожный состав	30...40	40...80	80...100	100...200
Землеройные дорожно строительные машины	50... НО	110...140	170...250	
Металлические мосты с длиной пролета 30...45 м	50... 100	100...150	150...200	200...300
То же, с пролетом 100 м и более	40...80	80...100	100...150	150...200
Мосты железнодорожные с пролетами 20 м	50...60	60...110	110...130	200...300

То же, с пролетами до 10 м	50... 100	100...350	350...380	380...400
	40...60	60... 110	НО...130	200...250
Бетонные плотины	1000...2000	2000.500	5000	10000
Земляные плотины шириной 80... 100 м	150...700	700..1000	1000	>1000
Взлетно-посадочные полосы	300...400	400...1500	1500.2000	4000
Транспортные самолеты на стоянке	7...8	8...10	10...15	15
Вертолеты на стоянке	3...5	8...10	10...21	-
Торговые суда	80...100	100...130	130...180	

## Приложение 2

Таблица Б.1 - Характеристика степеней разрушений ударной волной элементов объектов

Элементы объекта	Разрушение		
	слабое	среднее	сильное
Производственные, административные и жилые здания	Разрушения наименее прочных конструкций зданий, сооружений и агрегатов: заполнения дверных и оконных проемов, срыв кровли. Основное оборудование повреждено незначительно. Восстановительные работы сводятся к среднему восстановительному ремонту	Разрушение кровли, перегородок, а также части оборудования, повреждение подъемно-транспортных механизмов. Восстановление возможно в порядке капитального восстановительного ремонта с использованием сохранившихся основных конструкций и оборудования	Значительные деформации несущих конструкций, разрушений большей части перекрытий, стен и оборудования. Восстановление элемента возможно, но сводится по существу к новому строительству с использованием не сохранившихся конструкций и оборудования
Промышленное оборудование (станки, прессы, транспортеры, насосы, компрессоры, генераторы)	Повреждение шестерен и передаточных механизмов, обрыв маховиков и рычагов управления. Разрыв приводных ремней. Восстановление возможно без полной разборки, с заменой поврежденных частей	Повреждение и деформация основных деталей, повреждение электропроводки, приборов автоматики. Использование оборудования возможно после капитального ремонта	Смещение с фундаментов, деформация станин, трещины в деталях, изгиб валов и осей, повреждение электропроводки. Ремонт и восстановление, как правило, нецелесообразны



Продолжение таблицы Б.1

<p>Газгольдеры, резервуары и емкости для нефтепродуктов и сжиженных газов</p>	<p>Небольшие вмятины на оболочке, деформация трубопроводов, повреждение запорной арматуры. Использование возможно после среднего (текущего) ремонта и, замены поврежденных деталей</p>	<p>Смещение на опорах, деформация оболочек, подводящих трубопроводов, повреждение запорной арматуры. Использование возможно после капитального ремонта</p>	<p>Срыв с опор, опрокидывание, разрушение и деформация оболочек, обрыв трубопроводов и запорной арматуры. Использование и восстановление невозможно</p>
<p>Мосты и эстакады</p>	<p>Небольшая деформация в то-ростепенных элементах, грунтоподъемность практически не уменьшается. Использование возможно после проведения среднего ремонта</p>	<p>Разрушение и значительная деформация отдельных элементов, повреждение промежуточных опор. Частичное разрушение поперечных связей, снижение грузоподъемности на 50%. Движение по мосту и использование эстакад невозможно без восстановительных работ</p>	<p>Смещение с опор и сильная деформация пролетного строения, повреждение верхней части промежуточных опор. Разрушение поперечных связей. Восстановление практически сводится к новому строительству</p>
<p>Подвижной железнодорожный состав, авто транспорт, инженерная техника, подъем-нотранспортные механизмы, крановое оборудование</p>	<p>Частичное разрушение и деформация обшивки и крыши, повреждение стекол кабин, фар и приборов. Требуется текущий (средний) ремонт</p>	<p>Разрушение кузовов, крытых вагонов, повреждение кабин (кузовов), срыв дверей и повреждение наружного оборудования, разрыв трубопроводов систем питания, охлаждения и смазки. Использование возможно после ремонта с заменой поврежденных узлов</p>	<p>Опрокидывание, срыв, общая деформация отдельных частей, разрушение кабины (грузовой платформы), повреждение радиаторов, крыльев, наружного оборудования двигателя. Использование невозможно, требуется капитальный ремонт в заводских условиях</p>

### Приложение 3

Таблица В.1 - Характеристика огнестойкости зданий и сооружений

Степень огнестойкости зданий	Части зданий и сооружений					
	Несущие и самонесущие стены, стены лестничных клеток	Заполнения между стенами	Совмещенные перекрытия	Междуэтажные и чердачные перекрытия	Перегородки (ненесущие)	Противопожарные стены (брандмауэры)
I	Несгораемые, 3ч	Несгораемые, 3ч	Несгораемые, 1ч	Несгораемые, 1,5 ч	Несгораемые, 1ч	Несгораемые, 4ч
II	То же, 2,5ч	То же, 0,25ч	То же, 0,25ч	То же, 1ч	То же, 0,25ч	То же, 4ч
III	То же, 2ч	То же, 0,25ч	Сгораемые	Трудногораемые, 0,75ч	Трудногораемые, 0,25ч	То же, 4ч
IV	Трудногораемые, 0,5ч	Трудногораемые, 0,25ч	То же	То же, 0,25ч	То же, 0,25ч	То же, 4ч
V	Сгораемые	Сгораемые	То же	Сгораемые	Сгораемые	То же, 4ч

Примечание - Цифрами указаны пределы огнестойкости строительных конструкций — период времени, ч, от начала воздействия огня на конструкцию до образования в ней сквозных трещин или до достижения температуры 200 °С на поверхности, противоположной воздействию огня, или до потери конструкцией несущей способности (обрушения)

## Приложение 4

Таблица Г.1 - Категории производств по пожарной опасности

Категория	Характеристика пожарной опасности технологического процесса	Наименование производства
А	<p>Применение веществ, воспламенение или взрыв которых может последовать в результате воздействия: воды или кислорода воздуха; жидкостей с температурой вспышки паров 28 °С и ниже; горючих газов, которые взрываются при их содержании в воздухе 10% и менее к объему воздуха (нижний предел взрываемости); применение этих газов и жидкостей в количествах, которые могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси</p>	<p>Цехи обработки и применения металлического натрия и калия; баратные и кабантантные цехи фабрик искусственного волокна; цехи стержневой полимеризации синтетического каучука; водородные станции, химические цехи фабрик ацетатного шелка; бензиноэкстракционные цехи; цехи гидрирования, дисцилляции и газофракционирования производства искусственного жидкого топлива, рекуперации и ректификации органических растворителей с температурой вспышки паров 28 °С и ниже; склады баллонов для горючих газов; склады бензина; помещения стационарных кислотных и щелочных аккумуляторных установок; насосные станции по перекачке жидкостей с температурой вспышки паров 28 °С и ниже и т. п.</p>
Б	<p>Применение жидкостей с температурой вспышки паров от 28 до 120 °С, горючих газов, нижний предел взрываемости которых более 10 % к объему воздуха; применение этих газов и жидкостей, которые могут образовать</p>	<p>Цехи приготовления и транспортирования угольной пыли и древесной муки; промывочно-пропарочные станции тары от мазута и других жидкостей с температурой вспышки паров от 28 до 120 °С; выбойные и размольные отделения мельниц; цехи обработки синтетического каучука; цехи изготовления сахарной пудры; дробильные</p>