

Кафедра Техносферной безопасности

**Тема: “Оценка инженерной
обстановки.”**

Учебные вопросы :

- I. Оценка инженерной обстановки при взрыве газо-воздушной смеси.**
- II. Определение количества вещества, участвующего во взрыве.**
- III. Определение характера разрушений зданий и сооружений, характеристика завалов.**

Рекомендуемая литература:

1. С.В. Ефремов, В.В.Цаплин Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. СПГАСУ. 2011. – 295 с.
2. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров/ В.О. Евсеев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2014.— 453 с.
3. Архитектурно-строительное проектирование. Обеспечение доступной среды жизнедеятельности для инвалидов и других маломобильных групп населения [Электронный ресурс]: сборник нормативных актов и документов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2015.— 487 сМельников А.А.
4. Безопасность жизнедеятельности. Топографо-геодезические и землеустроительные работы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Мельников А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академический Проект, Трикста, 2015.— 336 с.—

Нормативный правовые акты

1. [Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»](#)
2. [Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»](#)
3. [Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»](#)

Инженерная обстановка –

это совокупность последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и результатов применения современных средств поражения, оказывающих влияние на жизнедеятельность населения и устойчивую работу объектов экономики.

A photograph showing a scene of destruction and recovery. In the foreground, there is a large pile of rubble, including twisted metal and debris. A large blue truck is partially visible, with a person standing on its roof. To the left, a yellow crane is positioned. Several people in blue uniforms are standing around the site, observing the damage. In the background, there are multi-story residential buildings and a hilly landscape under a clear sky.

Под **инженерной обстановкой**, сложившейся в результате ЧС мирного времени, понимают характер и степень разрушений зданий, сооружений, коммунально-энергетических систем (КЭС) и других устройств, обуславливающих объемы и последовательность ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АС и ДНР), ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Основными **задачами оценки инженерной обстановки методом прогнозирования** являются определение:

- .источника возникновения ЧС: взрывы на реакторах АЭС, взрывы газо- и нефтепроводов (углеводородных смесей), аварии на транспорте, стихийные бедствия;
- .интенсивности воздействия возмущающих сил, вызывающих критическое изменение инженерной обстановки;
- .характера разрушений зданий, сооружений, «сторонность» и объем образующихся завалов в зависимости от конструкции и этажности зданий, ширины улиц;
- .характера разрушений мостов, КЭС;
- .характера «заваливаемости» защитных сооружений ГО и других₅ подземных устройств.

Оценка инженерной обстановки

это:

- 8** определение масштабов и степени разрушения элементов и объекта в целом;
- 8** определение возможности выхода поражающего фактора за пределы границ объекта и его влияния на население и окружающую среду;
- 8** анализ влияния разрушений и других негативных факторов на жизнеспособность населения и устойчивость функционирования экономики;
- 8** определение объема и трудоемкости инженерных работ, возможностей сил РСЧС и ГО по проведению АСДНР.

При определении масштабов и степени разрушений объектов рассматриваются:

- состояние отдельных производственных зданий и сооружений;**
- состояние коммунально-энергетических сетей;**
- характер и размеры завалов;**
- состояние инженерной защиты персонала (населения);**
- состояние средств связи и транспорта.**

Исходные данные для оценки инженерной обстановки:

- 4 сведения о наиболее вероятных стихийных бедствиях, авариях и намерениях и возможностях противника по применению ССП;**
- 4 характеристики (параметры) первичных и вторичных факторов поражения;**
- 4 характеристики зданий, сооружений и элементов инфраструктуры;**
- 4 характеристики защитных сооружений для укрытия персонала;**
- 4 и другие данные.**

Основные характеристики ВВ

Все продукты, способные взрываться, делят:

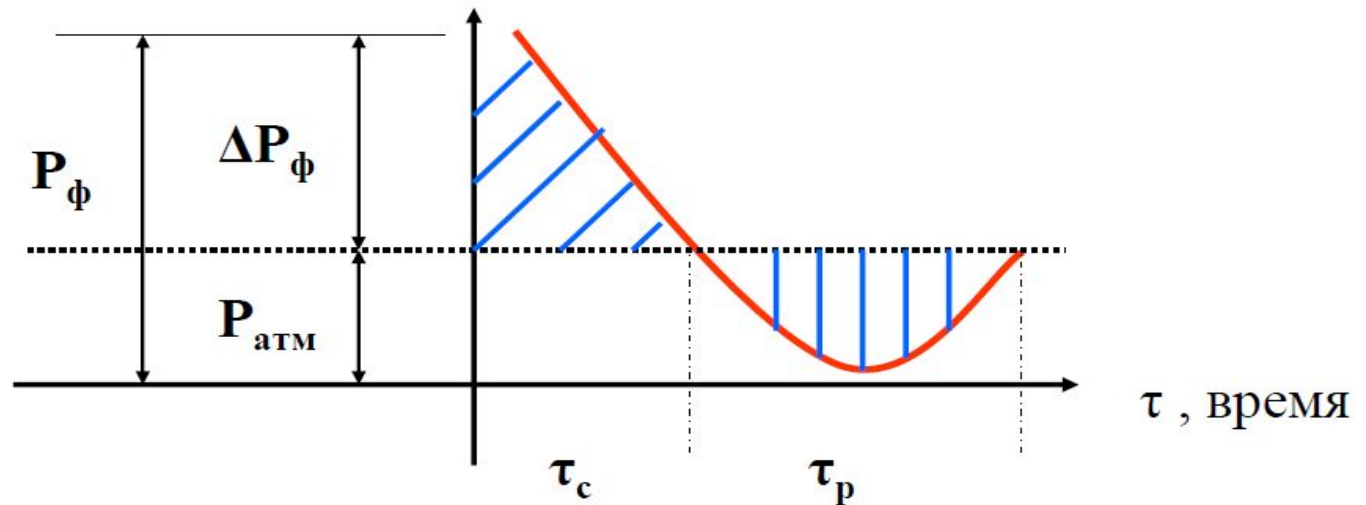
1. Взрывчатые вещества - **ВВ** (тринитротолуол, гексоген, динамит)
2. Взрывоопасные вещества (**ВОВ**) - это газо-топливно-воздушные смеси, газы, пыли).

Поражающие факторы при взрывах **ВВ** - воздушная ударная волна, осколки взрыва и тепловое поле, а при взрывах **ВОВ**, представляющих собой объёмные взрывы, ещё и токсическое задымление.

Воздушная ударная волна - это область сжатия среды, которая в виде сферического слоя распространяется во все стороны от места взрыва.

Ударная волна характеризуется избыточным давлением и давлением скоростного напора.

Понятие избыточного давления



τ_c - фаза сжатия; τ_p - фаза разряжения.

Разность между максимальным давлением P_{ϕ} во фронте ударной волны и атмосферным $P_{атм.}$ называется избыточным давлением ΔP_{ϕ} ударной волны.

$$\Delta P_{\phi} = P_{\phi} - P_{атм.}$$

Воздействие факторов взрыва на человека

Резкое повышение давления воспринимается как сильный удар, а скоростной напор создаёт лобовое давление, которое приводит к перемещению тела в пространстве. Степень поражения ударной волной зависит от избыточного давления.

Избыточное давление, кПа	→	Последствия
--------------------------	---	-------------

10		Повреждений не наблюдается.
20 - 100		Контузии, травмы разной степени тяжести.
Более 100		Летальный исход.

При взрывах в зоне **ЧС** происходит поражение людей и повреждение зданий и сооружений.

Различают зоны: слабых, средних, сильных и полных разрушений. Бризантность - способность ВВ производить при взрыве местное дробление твёрдых веществ.

Поражающие факторы взрывчатых веществ

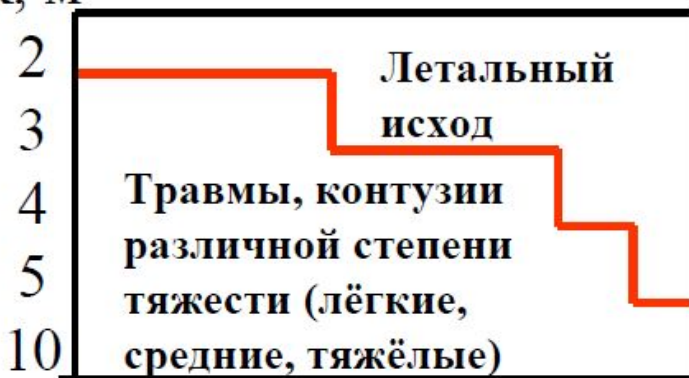
Избыточное давление ΔP_{ϕ} (кПа) при взрыве заряда массой G (кг), расположенного на расстоянии R (м), определяется:

$$\Delta P_{\phi} = 95 \frac{\sqrt[3]{G}}{R} + 390 \frac{\sqrt[3]{G^2}}{R^2} + 1300 \frac{G}{R^3}.$$

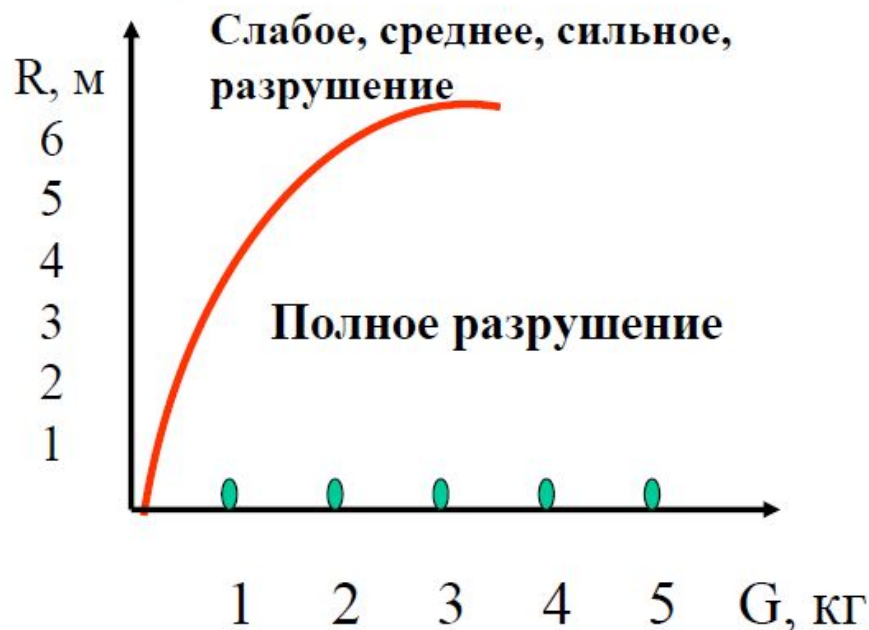
Поражение людей

G , кг - 0,2 0,5 1 2 3 5

R , м



Разрушение объектов



Справка

1974 г - взрыв на заводе в Англии; завод полностью разрушен; обрушилось 100 домов; погибло **130** человек; ранено **70** чел.

1979 г - взрыв на фабрике в Германии; фабрика полностью разрушена; погибло **24** человека; тяжело ранено **27** человек.

1988 г - взрыв вагонов со взрывчаткой в г. Арзамасе; разрушено 190 домов; погибло **92** человека; ранено **25** чел.

1989 г - взрыв на продуктопроводе в Башкирии; разрушен участок железной дороги; погибло **703** человека; тяжёлые ранения и ожоги получили **677** человек.

Взрывоопасные вещества и смеси

Взрывоопасными считаются смеси с воздухом углеводородных газов: метана, этана, пропана, бутана, этилена, пропилена, бутилена, ацетилен, пары бензинов, пыли, пары красок. Такие взрывы относятся к объёмным.

Взрыв может произойти, когда концентрация газообразного вещества лежит в пределах нижнего и верхнего порогов взрываемости, а для пылей - нижнего порога.

Зоны **ЧС** при объёмных взрывах

1. Детонационная (бризантная) зона, в которой скорость распространения волны составляет $n \cdot 1000$ м/с, максимальное давление **1700** кПа, а радиус зоны R_1 (м) зависит от количества взрывоопасной смеси G (т):

$$R_1 = 17,5 \sqrt[3]{G}$$

2. Зона действия продуктов взрыва, осколков (зона «огненного» шара), максимальное давление 315 кПа, радиус зоны R_2 (м):

$$R_2 = 1,7 \cdot R_1$$

3. Зона действия воздушной ударной волны; радиус зоны R_3 (м):

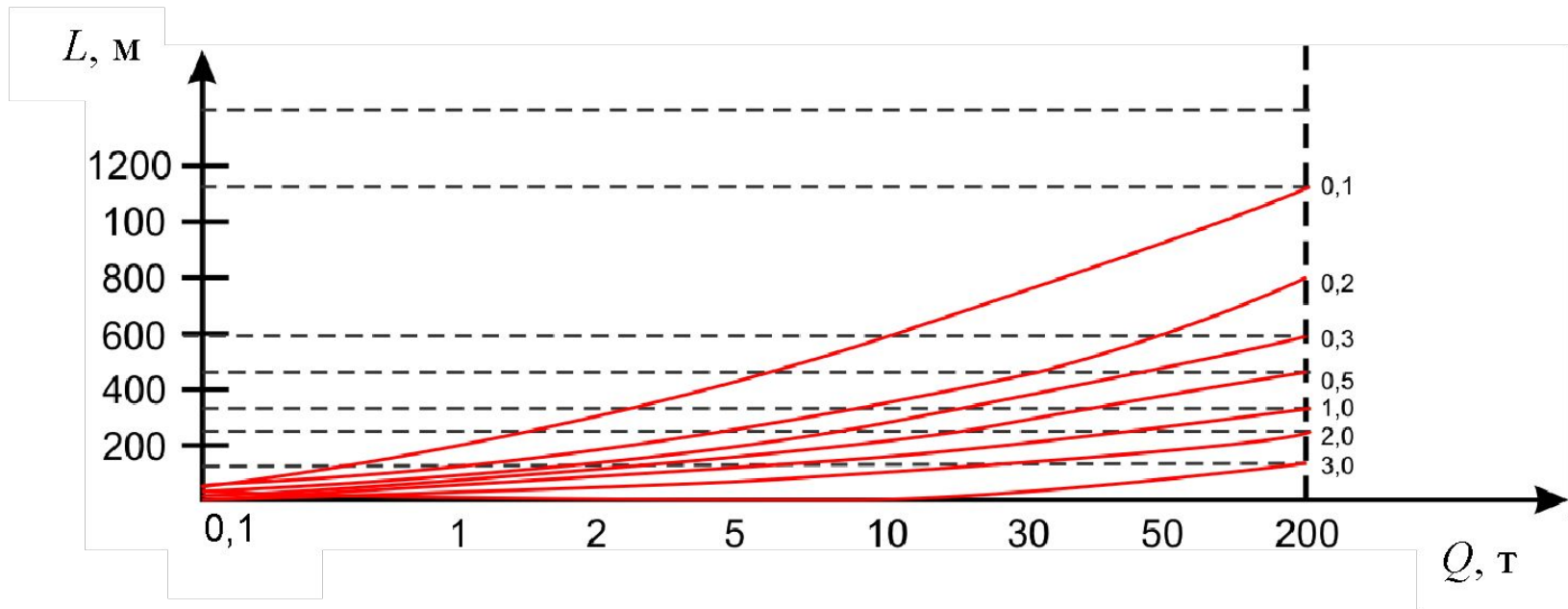
$$R_3 > R_2$$

4. Зона действия теплового поля; радиус зоны R_4 (м):

$$R_4 \approx 3,3 \cdot R_2$$

Тропиловый эквивалент взрыва парогазовой среды отражает долю энергии взрыва, затрачиваемую на формирование ударной волны, по сравнению с этой характеристикой для тринитротолуола.

Номограмма для определения избыточного давления (с.23)

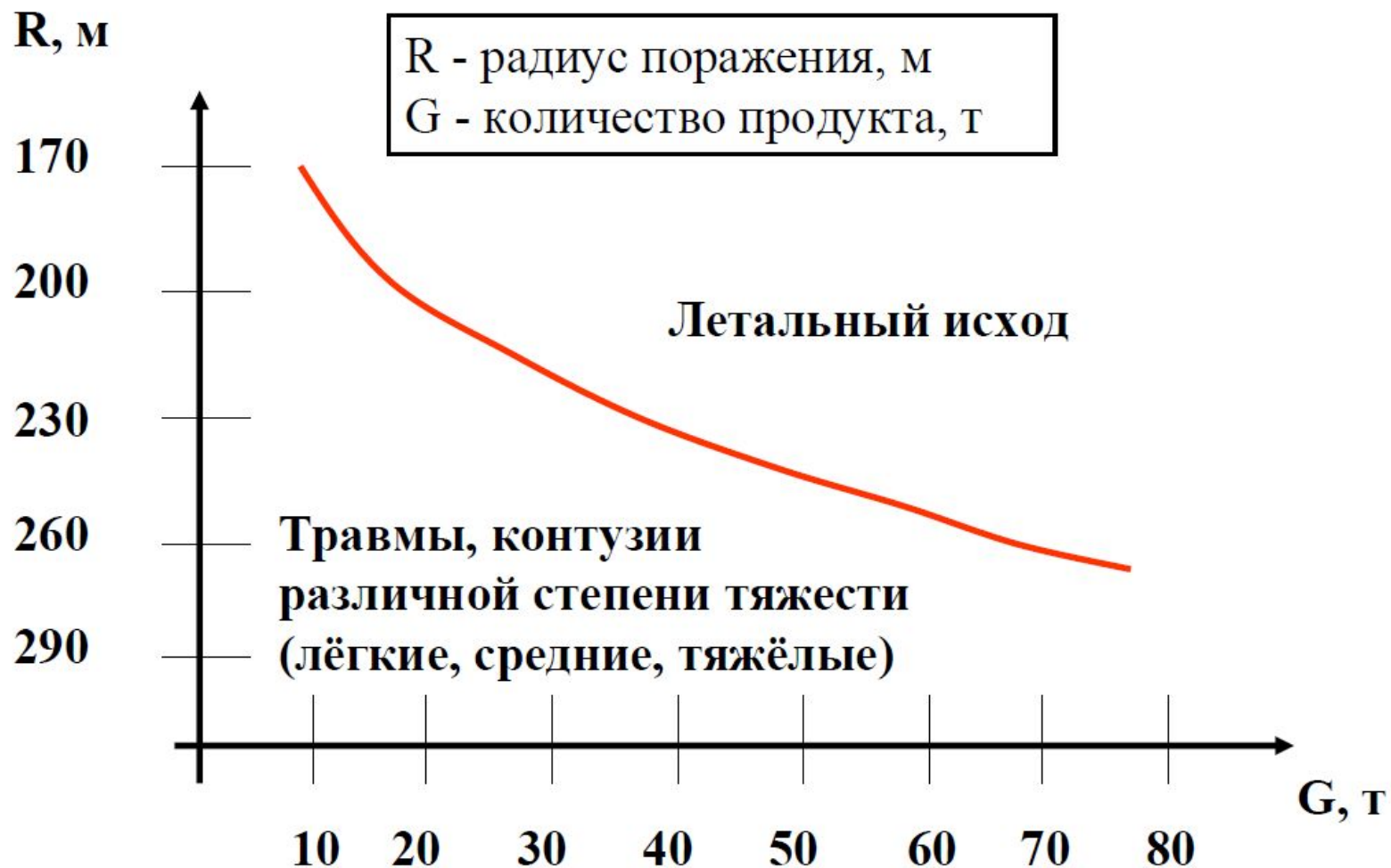


$L, \text{м}$	150	200	300	420	600	680	1200
$\Delta P, \text{МПа}$	0,3	0,2	0,1	0,05	0,03	0,02	0,01

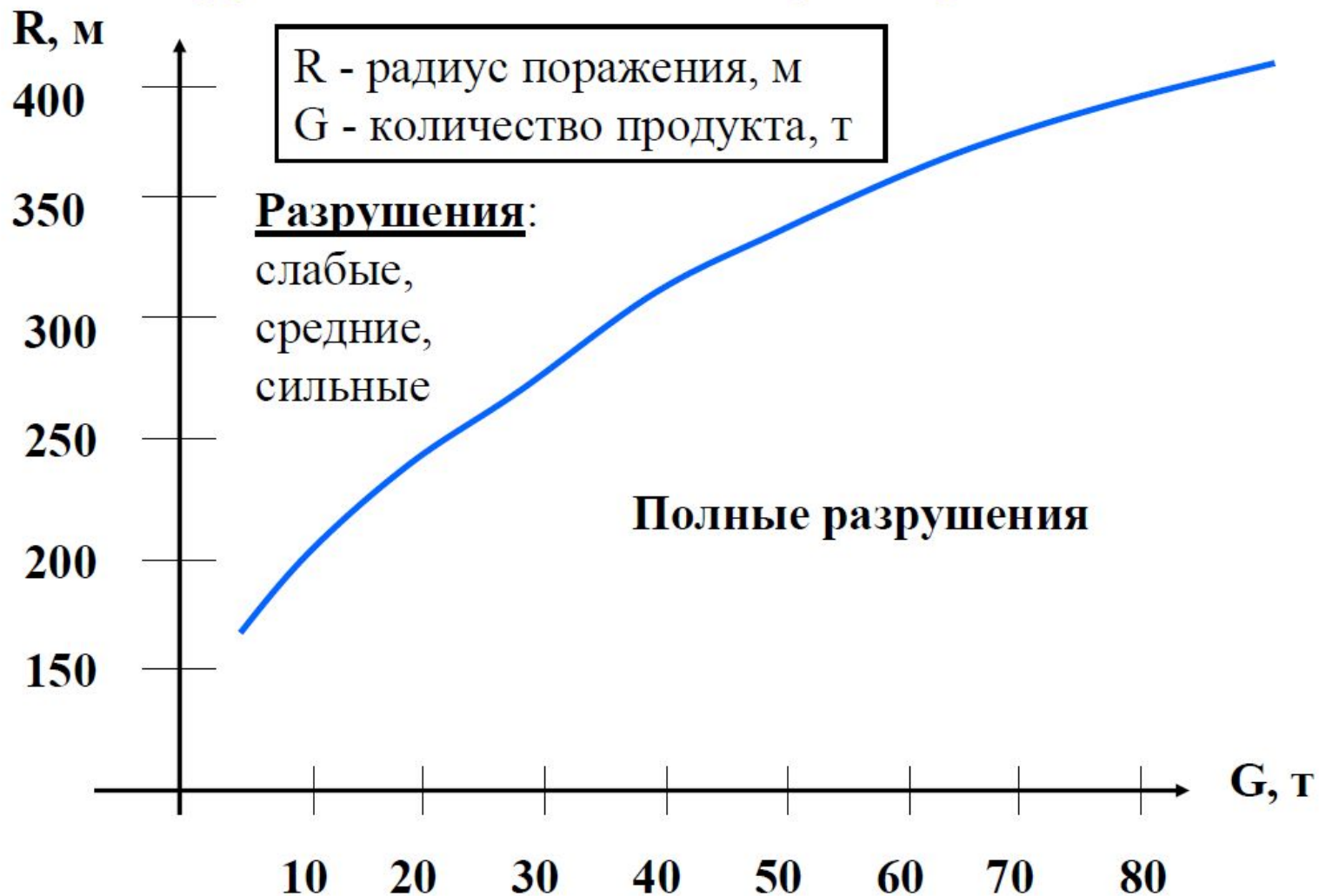
L – удаление центра взрыва от центра воздействия взрывной волны;

ΔP – интенсивность избыточного давления во фронте ударной волны.

Поражение людей при взрыве ВОВ



Разрушение объектов при взрыве ВОВ



Механическая устойчивость объектов

Устойчивость объекта - это его способность противостоять поражающим факторам **ЧС**, сохраняя эксплуатационные функции и обеспечивая защиту персонала и населения.

Рассматривают устойчивость к механическим параметрам, тепловому (световому) излучению, химическому заражению (поражению), радиоактивному заражению (облучению).

Исследования устойчивости объектов

1 этап. Анализ структуры объекта и оценка его наиболее слабых неустойчивых элементов.

2 этап. Разработка основных мероприятий по повышению устойчивости работы объекта в условиях действия характерных поражающих факторов.

Устойчивость объекта от взрыва

Разрушение объектов ударной волной делят на четыре степени: **слабые, средние, сильные и полные.** При сильных и полных разрушениях объекты восстановлению не подлежат.

В первой и второй зонах взрыва объекты разрушаются полностью.

Радиус поражения - это расстояние от центра взрыва до зон, в пределах которых объект подвергается избыточным давлениям во фронте ударной волны, соответствующим слабым, средним, сильным и полным разрушениям.

Оценка устойчивости заключается в определении степени устойчивости элементов и объекта в целом, посредством построения номограммы устойчивости.

Номограмма устойчивости объекта

Объект и его элементы

Степени разрушений при $\Delta P_{изб}$, кПа

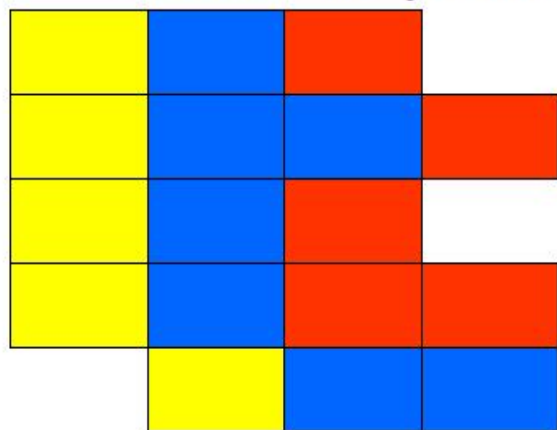
Предел устойчивости элементов

10 20 30 40 50 60

Механический цех

Объект не устойчив

- Здание
- Станки
- Агрегаты
- Краны
- Стенды



30 Предел устойчивости объекта
 30 30 кПа

40

$\Delta P_{изб} = 50$ кПа

-слабые
 -средние
 -сильные разрушения

Предел устойчивости элемента выбирается по минимальному значению средних разрушений, а предел устойчивости объекта как минимальное значение из пределов устойчивости элементов. Эта величина сравнивается с избыточным давлением.

Мероприятия по повышению устойчивости объекта

Если значение опасного фактора **ЧС** превышает предельную величину, то разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости объекта.

1. Предотвращение причин возникновения **ЧС** (отказ от потенциально опасного оборудования, внедрение новых технологий).

2. Предотвращение **ЧС** (блокирующие устройства, системы автоматики).

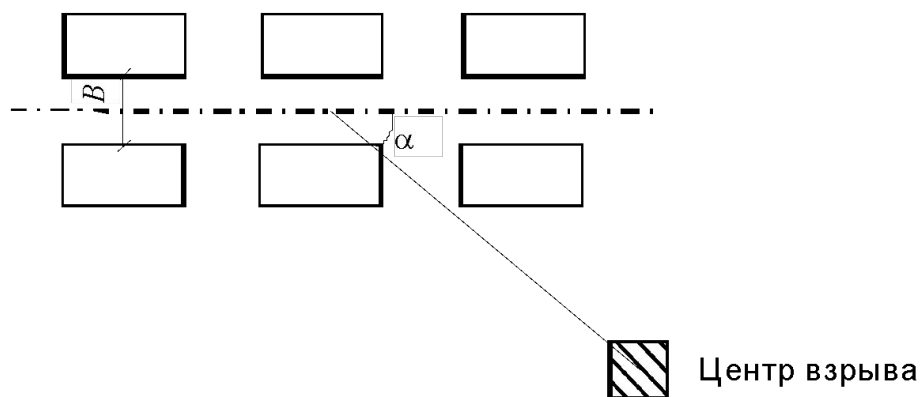
3. Уменьшение последствий **ЧС** (повышение прочности, огнестойкости конструкций).

4. Защита временем, расстоянием, применение **СИЗ**.

Для опасных производств составляется Декларация безопасности

II. Определение характера разрушений зданий и сооружений, характеристика завалов

Для определения характера возможных разрушений зданий, сооружений и КЭС, сторонности образующихся завалов необходимы следующие исходные данные (1, рис. 4)



L – удаление центра взрыва от центра воздействия взрывной волны;

α – угол между осью воздействия взрывной волны и осью улицы;

B – ширина улицы, м;

• этажность и материал зданий.

Пример: (районная магистраль), здания кирпичные, 8-этажные.

$$\alpha = 60^\circ, L = 420 \text{ м}, B = 25 \text{ м}$$

Определить:

1. Интенсивность взрывной волны.
2. Сторонность завалов и их характеристику.
3. Характер разрушения зданий.
4. Высоту завалов.
5. Процент содержания обломков различной массы в завале.
6. Содержание элементов завала в % к объему завала.
7. Объем завала, м³.

По номограмме представленной на слайде при

$$L = 420 \text{ м}$$

определим интенсивность взрывной волны

$$\Delta P \text{ — МПа (мега } \rightarrow 10^6).$$

На улицах могут образоваться односторонние или двусторонние завалы. Односторонние образуются, когда угол между направлением распространения ударной волны и направлением участка улицы более 45°. При угле менее 45° – двусторонние.

В нашем случае завалы односторонние. Вероятность образования сплошных завалов определяется по (1, табл. 5).

Таблица 5

Этажность зданий (вдоль улиц)	ΔP , МПа		
	Внутриквартальные улицы, $B = 10-20$ м	Районные магистралы, $B = 20-35$ м	Городские магистралы, $B = 40-60$ м
2-3	0,05	0,09	0,12
4-5	0,04	0,07	0,11
6-7	0,03	0,05	0,11
8-10	0,025	0,04	0,1

В нашем случае: при МПа на районной магистрали и при этажности зданий 8–10 этажей образуются сплошные завалы.

$$\Delta P = 0,03 - 0,04$$

Для определения высоты завала следует воспользоваться табл. 6.

Таблица 6

Высота завала

Этажность	Дальность разлета осколков (м) – числитель; высота завала – знаменатель	
	ΔP , МПа	
8–10	0,04	0,06
	Кирпичные здания	
	Перпендикулярно действию волны	
	11/8	14/7

При $\Delta P = 0,05$ МПа высоту завала определяем методом линейной интерполяции: .

$$h_3 = \frac{8 + 7}{2} = 7,5 \text{ м}$$

Определение процента содержания обломков различной массы в завале производится по табл. 7.

Таблица 7

ΔP , МПа	Содержание обломков различной массы, в %		
	Крупные, более 0,5 м ³	Средние, 0,1–0,5 м ³	Мелкие, менее 0,1 м ³
0,01–0,03	50	40	10
0,03–0,1	30	40	30
Более 0,1	10	20	70

В нашем случае для $\Delta P = 0,05$ МПа распределение содержания обломков будет следующим:

- крупных – 30%
- средних – 40%
- мелких - 30%

Содержание элементов завала различных зданий в процентном отношении к объему завала устанавливается по таблице 8.

Таблица 8

Состав завала	Содержание элементов завала различных зданий к объему завала, %	
	Кирпичных	
	Жилых	Промышленных
Кирпичные глыбы, битый кирпич	50	25
Обломки железобетонных и бетонных элементов	12	62
Деревянные элементы	30	3
Металлоконструкции	8	10

Объем завала определяется из условия, что на каждые 1000 м³ строительного объема жилого здания при полном его разрушении образуется 350–500 м³ завала, а промышленного – 50–200 м³.

Характер разрушения коммунально-энергетических сетей

Пример:

Дано:

Количество взрывной смеси $Q = 20$ т.

КЭС и сооружения расположены на различном удалении от центра взрыва.

Определить характер разрушения КЭС и сооружений, для чего используем табл. 9.

Таблица 9

КЭС и сооружения	L , м	ΔP , МПа	Характер разрушения
Подземные сети водопровода, канализации, газа	280	0,13	Слабое
ТЭЦ и наземные сооружения	700	0,025	Сильное
Трансформаторная подстанция	600	0,03	Слабое
Водонапорная башня	600	0,03	Среднее
Высоковольтная линия электропередачи	480	0,05	Среднее

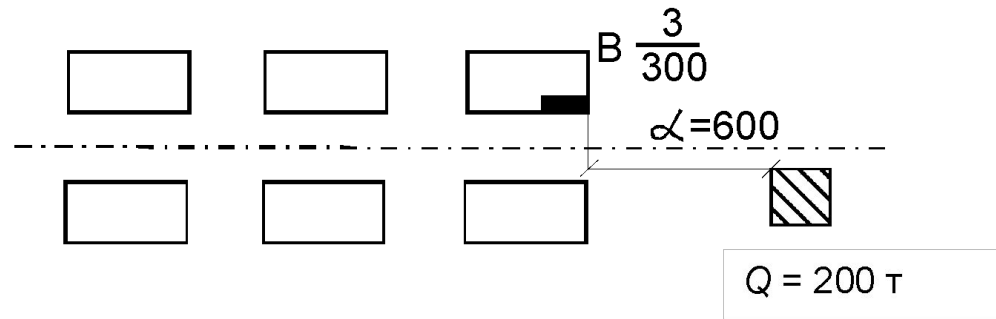
Характер заваливаемости защитных сооружений ГО

Убежища считаются заваленными, если высота завала над аварийным выходом или входом будет превышать табл. 10):

Таблица 10

Конструкция входа, выхода	Высота завала, м
Аварийный выход с оголовком 1,2 м	Более 1,7
Аварийный выход с люком на уровне земли	Более 0,5
Наклонный вход (при разрушении)	Более 0,8–1,0
Наклонный вход (при сохранности)	Более 1,1–1,3

Пример: Дано: $Q = 200$ т. Здание кирпичное, 8-этажное. Находится на удалении от возможного центра взрыва $L = 600$ м. Здание находится на улице, ось которой располагается по направлению действия взрывной волны. В здании располагается встроенное ЗВУ. Аварийный выход с оголовком 1,2 м (рис. 8).



По номограмме интенсивность взрывной волны $\Delta P = 0,03$ МПа.
 По табл. 26 высота завала $h_3 \leq 7,0$ м.

$$7 \geq 1,7 \text{ м.}$$

Убежище будет завалено.

Для определения **ориентировочных объемов работ** по устройству проездов в завалах, откопке и вскрытию заваленных убежищ надо:
На плане участка жилых районов в масштабе нанести контуры заваленных участков улиц.

Указать максимальную высоту завалов.

Зная места расположения ЗВУ и аварийных выходов, определить количество сооружений, подлежащих откопке.

Определить пути доставки техники.

Зная общий объем работ по расчистке завалов и вскрытию убежищ, рассчитать комплексы машин и механизмов, исходя из эксплуатационной производительности ведущих машин.

На этой основе назначить силы для каждого вида работ.

Эти данные закладываются в план ГО на мирное время.

Таким образом, для оценки инженерной обстановки при взрывах методом прогнозирования необходимо владеть методикой оценки инженерной обстановки и уметь определять характер разрушений, объем работ по расчистке завалов и другие необходимые данные.

**Занятие закончено.
Спасибо за внимание!**