

# Оценка производственных возможностей ОЭ в условиях воздействия поражающих факторов ЧС

Практическая работа №3

29.01.2023

# 1. Прогнозирование состояния промышленного объекта, оказавшегося в зоне воздушной ударной волны ядерного взрыва

Рассмотрим наиболее часто используемый при расчетах поражающий фактор - **воздушную ударную волну**. Этот фактор характерен для ЧС, источниками которых являются взрывы конденсированных взрывчатых веществ, газо-, паро-, пылевоздушных смесей, а также применение обычных и ядерных средств поражения в условиях военного времени.

При воздействии **ударной волны ядерного взрыва** с конкретным значением давления во фронте *здание* или *технологическое оборудование* может быть не разрушенным (не поврежденным) или получить различную степень разрушения (повреждения) слабую, среднюю, сильную, полную.

# Степени разрушения зданий и сооружений при действии нагрузок от ударной волны

№	Здания, сооружения и устройства различных видов транспорта	Значения $\Delta P_{\phi}$ (кПа), вызывающие разрушения			
		слабое	среднее	сильное	полное
1	2	3	4	5	6
1	Здания вокзалов, ТЭЦ с тяжелым металлическим или ж.б. каркасом и тяжелым стеновым заполнением	10-20	20-40	40-60	60-100
2	Здания кирпичные (блочные) многоэтажные	8-12	12-20	20-30	30-40
3	Здания кирпичные (блочные) малоэтажные	8-12	12-25	25-35	34-45
4	Здания каркасного типа с легким заполнением	10-20	20-50	50-80	80-120
5	Здания тяговых подстанций, фидерных, трансформаторных	10-30	30-60	60-70	более 100
6	Контактная сеть ж.д., воздушные ЛЭП	20-50	50-70	70-120	более 120
7	Подземные кабельные линии электроснабжения и связи	200-300	300-600	600-1000	более 1000

8	Подземные сети водопровода, канализации, газоснабжения	400-600	600-1000	1000-1500	более 1500
9	Станочное оборудование депо и мастерских	25-40	40-60	60-80	более 80
10	Кузнечно-прессовое оборудование	50-100	100-150	150-200	более 200
11	Вагоны, платформы, цистерны	30-40	40-80	80-100	более 100

Возможная **степень разрушения здания** (оборудования) зависит от **величины избыточного давления во фронте** воздействующей ударной волны взрыва ( $\Delta P_{\text{ф}}$ ), а также от **вида и конструкции здания** (оборудования).

Определяется она путем сравнения величины избыточного давления во фронте воздействующей ударной волны  $\Delta P_{\text{ф}}$ , и справочных данных величин давления ударной волны, вызывающих различную степень разрушения (повреждения) рассматриваемого здания или оборудования.

Т.к. получаемые значения степени разрушения зданий и сооружений (в зависимости от величины избыточного давления) носят вероятностный характер, возникла необходимость выразить состояние сооружения одним обобщенным показателем устойчивости ( $\xi_{3\partial}$ ).

**Для зданий и сооружений** величину  $\xi_{зд}$  определяют по формуле:

$$\xi_{зд} = 1,25 \frac{\Delta P_{\phi}}{\Delta P_{\phi\text{зд}}^*}$$

где  $\Delta P_{\phi}$  — давление во фронте воздействующей ударной волны;

$\Delta P_{\phi\text{зд}}^*$  — давление во фронте ударной волны, вызывающее выход из строя здания, сооружения.

Для **производственных зданий и сооружений** - это давление, вызывающее **сильные** разрушения;

**для жилых и административных зданий** - это давление, вызывающее **средние** разрушения (справочное).

1,25 — коэффициент запаса, учитывающий неточности в определении значений  $\Delta P_{\phi\text{зд}}^*$ .

**Для технологического оборудования**, размещенного в производственных зданиях определяется по формуле:

$$\xi_{\text{ТО}} = 1,25 \frac{\Delta P_{\phi}}{\Delta P_{\phi\text{ТО}}^*} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где  $\Delta P^*_{\phi\text{ТО}}$  — давление во фронте ударной волны, вызывающее выход из строя технологического оборудования или его сильные повреждения (определяется по справочникам);

$K_1$  — коэффициент, учитывающий воздействие на оборудование обломков строительных конструкций здания;

$K_2$  — коэффициент, учитывающий снижение давления в волне, затекающей внутрь здания, по сравнению с давлением во фронте проходящей ударной волны.

$$K_1 = \begin{cases} 1, & \text{если } \xi_{зд} \leq 0,5; \\ 1 + \frac{K_T - 1}{\Delta P_{\phi_{зд}}^*} (0,8\xi_{зд} - 0,4), & \text{если } 0,5 \leq \xi_{зд} \leq (1,25P_{\phi_{зд}}^* + 0,5); \\ K_T, & \text{если } \xi_{зд} \geq (1,25\Delta P_{\phi_{зд}}^* + 0,5). \end{cases}$$

где  $K_T$  — коэффициент, учитывающий тип ограждающих конструкций здания и имеющий значения;

$K_T=1,2$  — для зданий с легкими ограждающими конструкциями (из асбестоцементных и металлических профилированных элементов);

$K_T=1,6$  — для зданий с облегченными ограждающими конструкциями (из ребристых плит, панелей);

$K_T=2$  — для зданий с тяжелыми ограждающими конструкциями (сплошных ж.б. плит, кирпичной и блочной кладки).

$$K_2 = \begin{cases} 0,67 + 0,27 \cdot \xi_{зд}, & \text{если } \xi_{зд} < 1,25; \\ 1, & \text{если } \xi_{зд} \geq 1,25. \end{cases}$$

При воздействии ударной волны взрыва ВВ или ГВС величину  $\xi_{\text{ТО}}$  определяют по формуле:

$$\xi_{\text{ТО}} = 1,25 \frac{\Delta P_{\phi}}{\Delta P_{\phi\text{ТО}}^*} \cdot K_1,$$

где  $K_1$  - коэффициент, учитывающий повреждения технологического оборудования обломками конструкций разрушившегося здания.

Величина  $K_1$  принимается равной:

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

$K_1=1,15$ , если  $\xi_{\text{зд}} = 0,5 \dots 1,25$ ;

$K_1=K_{\text{т}}$ , если  $\xi_{\text{зд}} > 1,25$ .

Вычислив значения обобщенного показателя состояния зданий и оборудования, определяют, в зависимости от величины  $\xi$ , вероятности получения разрушений различной степени, если речь идет о зданиях и сооружениях, или повреждений различной степени, если оценивается состояние оборудования.

Далее на основе полученных данных вычисляют вероятность выхода из строя здания или оборудования:

$$P_{\text{ВЫХ}} = \sum P_i,$$

где  $P_i$  -вероятность получения разрушений (повреждений), приводящих к выходу из строя здания или оборудования.

$i$  — степень разрушения (повреждения) здания или оборудования:

$i = 0$  — отсутствие разрушения (повреждения).

Всего принято рассматривать 4 степеней разрушения зданий:

$i = 1$  — слабое разрушение (повреждение);

$i = 2$  — среднее разрушение (повреждение);

$i = 3$  — сильное разрушение (повреждение);

$i = 4$  — полное разрушение (повреждение).

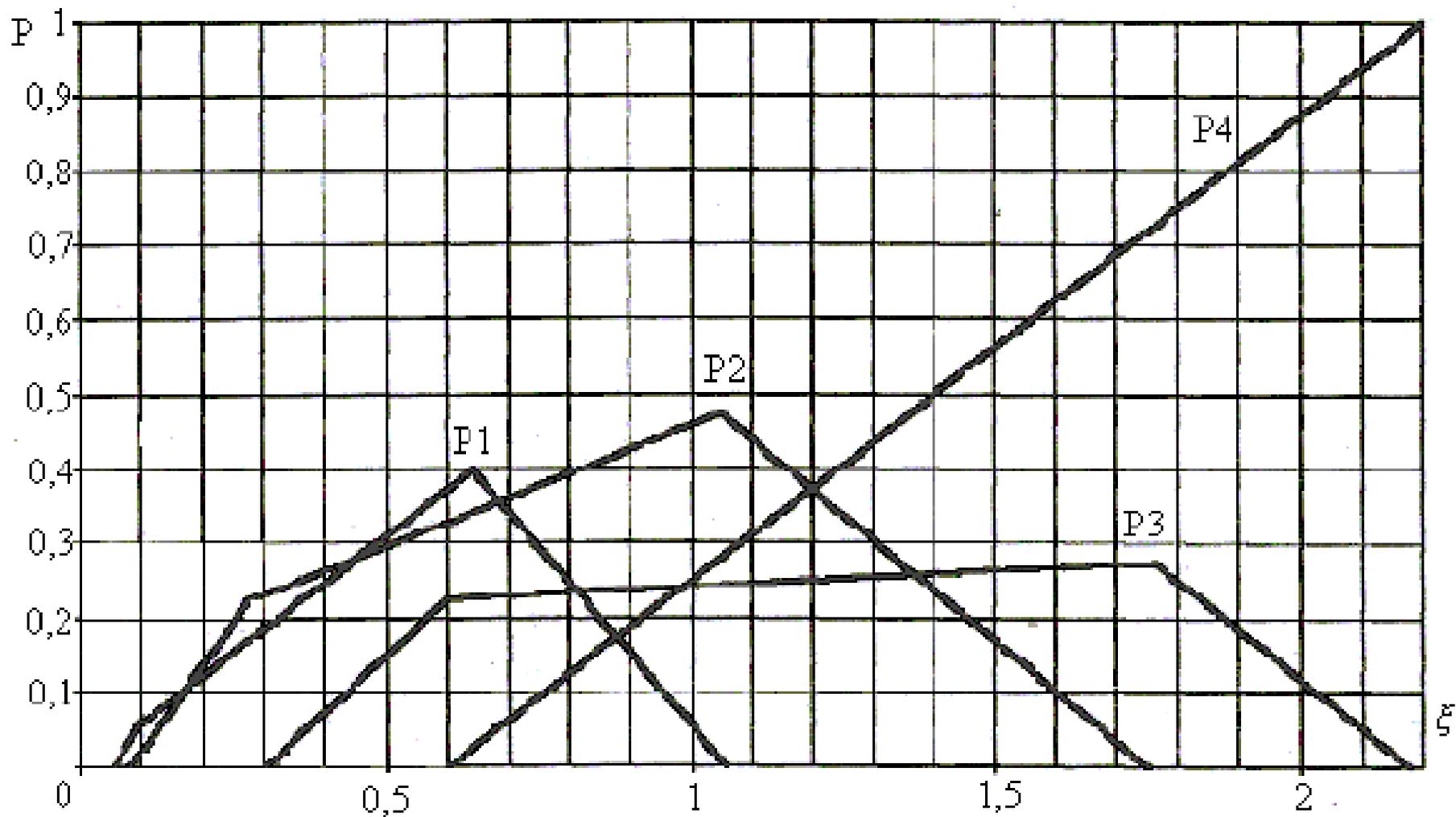
# Характеристика степеней разрушения зданий

Степени разрушения	Характеристика разрушения
Слабые	Частичное разрушение внутренних перегородок, кровли, дверных и оконных коробок, легких построек и др. Основные несущие конструкции сохраняются. Для полного восстановления требуется капитальный ремонт.
Средние	Разрушение меньшей части несущих конструкций. Большая часть несущих конструкций сохраняется и лишь частично деформируется. Может сохраняться часть ограждающих конструкций (стен), однако при этом второстепенные и несущие конструкции могут быть частично разрушены. Здание выводится из строя, но может быть восстановлено.
Сильные	Разрушение большей части несущих конструкций. При этом могут сохраняться наиболее прочные элементы здания, каркасы, ядра жесткости, частично стены и перекрытия нижних этажей. При сильном разрушении образуется завал. В большинстве случаев восстановление нецелесообразно.
Полные	Полное обрушение здания, от которого могут сохраниться только поврежденные (или неповрежденные) подвалы и незначительная часть прочных элементов. При полном разрушении образуется завал. Здание восстановлению не подлежит.

При определении вероятности поражения персонала считается, что:

- ▶ в полностью разрушенных зданиях поражения получают 100% находящихся в них людей;
- ▶ в сильно разрушенных зданиях - до 60% (при этом 50% пострадавших может оказаться в завале);
- ▶ в зданиях, получивших средние разрушения, – 10-15% находящихся в них людей.

Зависимость вероятности разрушений основных производственных фондов от показателя устойчивости:  
**P1** - слабых; **P2** - средних; **P3** - сильных; **P4** - полных.



## *Укрупненный алгоритм оценки производственных возможностей объекта экономики:*

1. Определяется, исходя из прогноза возможной обстановки, численное значение поражающего фактора источника ЧС в районе объекта экономики.
2. Выявляется структура зданий, сооружений и технологического оборудования, а также количество и размещение производственного персонала, входящего в каждую систему объекта экономики (производственная, управления, коммунальная, материальных ресурсов).
3. Используя справочные таблицы, по зависимостям определяется обобщенный показатель устойчивости для всех элементов рассматриваемых систем объекта экономики.
4. По графику, представленному на рисунке выше, определяются значения вероятностей получения разрушений (повреждений).

5. Путем суммирования значений вероятностей сильных и полных разрушений, определяются значения вероятностей выхода из строя зданий и оборудования, а также потерь производственного персонала.

6. Зная вероятности выхода из строя зданий, сооружений, технологического оборудования и потерь производственного персонала, определяются значения вероятностей функционирования систем коммунальной, управленческой, материальных ресурсов, производственной.

7. Определяются производственные возможности объекта экономики.

## Задача:

На железнодорожной станции, расположенной в крупном городе, в наиболее напряженные часы суток находится в обработке (погрузка, разгрузка, маневр) определённое количество грузовых вагонов  $N_{гр\ в}$  и пассажирских вагонов  $N_{п\ в}$ . С этой станции одновременно отправляются грузы и пассажиры. В одном пассажирском составе примерно 20 вагонов. Оценить возможный объем отправления грузов и пассажиров с этой станции, которая оказалась в зоне действия поражающих факторов ядерного взрыва с  $\Delta P_{\phi} = 70$  кПа.

Средняя норма перевозки в одном грузовом вагоне составляет  $M_r = 16$  тонн, а в пассажирском  $M_{п} = 50$  человек.

# Исходные данные:

Вариант	Кол-во грузовых вагонов, шт.	Кол-во пассажирских составов, шт.	Масса грузов, тыс. т.	Кол-во пассажиров, тыс. чел.	$\Delta P_{\phi}$ , кПа
1	150	2	2,5	2	70
2	200	3	3,5	3	80
3	180	4	3	2,5	90
4	110	5	2	1	100
5	250	4	4	3,5	60
6	80	2	2	2	65
7	120	2	1,8	2,5	75
8	170	3	3,5	3,2	85
9	230	3	4,5	3,6	95
10	160	4	2,5	2,5	100
11	210	3	3,5	4	55
12	140	3	2	3	50
13	90	2	1,8	1,5	70
14	100	4	2,2	1,2	90
15	190	2	4	3,2	80
16	150	4	5,5	3,5	70

## Решение:

- 1. Железнодорожный подвижной состав может эксплуатироваться при получении слабых и средних повреждений.
- Вагоны получают средние повреждения при 40 – 80 кПа.
- $\Delta P_{\text{ваг}} = 60 \text{ кПа}$ .
- $\xi_{\text{ваг}} = 1,25 \frac{\Delta P_{\phi}}{\Delta P_{\text{ваг}}} =$
- 2. По графику определяем вероятность сильных разрушений вагонов  $P3 =$  , полных  $P4 =$  .
- Суммарная вероятность выхода из строя вагонов составит:
- $P_{\text{ВЫХ}} = P3 + P4 =$

- 3. Вероятность сохранения вагонов:

- $P_{\text{сохр}} = 1 - P_{\text{вых}} =$

- 4. Из  $N_{\text{гр в}}$  грузовых вагонов можно ожидать сохранения только

- $N_{\text{сохр гр в}} = N_{\text{гр в}} \cdot P_{\text{сохр}} =$  *вагонов.*

- 5. Из  $N_{\text{п в}}$  пассажирских вагонов:

- $N_{\text{сохр п в}} = N_{\text{п в}} \cdot P_{\text{сохр}} =$  *вагонов.*

- 6. После воздействия ВУВ объем отгружаемых материалов и изделий составит:
- $\Pi_{\text{матер}} = N_{\text{сохр гр в}} \cdot M_{\Gamma} = \quad \text{т.}$
- 7. Количество отправляемых пассажиров составит:
- $\Pi_{\text{пас}} = N_{\text{сохр п в}} \cdot M_{\Pi} = \quad \text{чел.}$
- 8. Производственные возможности железнодорожной станции по перевозке грузов будут:
- $\text{ПВ}_{\Gamma} = \frac{\Pi_{\text{матер}}}{N_{\Gamma}},$
- по перевозке пассажиров:
- $\text{ПВ}_{\text{пас}} = \frac{\Pi_{\text{пас}}}{N_{\Pi}}.$