

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

---

Кафедра безопасности полётов и жизнедеятельности

Т.В. Наумова, И.Н. Мерзликин,  
Е.Ю. Старков, В.С. Моргунов

## ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

**Учебно-методическое пособие**  
по выполнению курсовой работы  
«Оценка устойчивости элементов авиапредприятия  
в чрезвычайных ситуациях»

*для студентов  
направления 20.03.01  
очной формы обучения*

Москва  
ИД Академии Жуковского  
2018

УДК 629.7.067(07)  
ББК 355.77  
НЗ4

Рецензент:

*Феоктистова О.Г.* – д-р техн. наук, доц.

**Наумова Т.В.**

НЗ4      Защита в чрезвычайных ситуациях [Текст] : учебно-методическое пособие выполнению курсовой работы / Т.В. Наумова, И.Н. Мерзликин, Е.Ю. Старков, В.С. Моргунов. – М.: ИД Академии Жуковского, 2018. – 28 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Защита в чрезвычайных ситуациях» по учебному плану для студентов направления 20.03.01 очной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 11.10.2018 г. и методического совета 11.10.2018 г.

**УДК 629.7.067(07)**  
**ББК 355.77**

*В авторской редакции*

Подписано в печать 14.11.2018 г.  
Формат 60x84/16 Печ. л. 1,75 Усл. печ. л. 1,63  
Заказ № 378/1029-УМП09 Тираж 40 экз.

Московский государственный технический университет ГА  
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского  
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А  
Тел.: (495) 973-45-68  
E-mail: zakaz@itsbook.ru

© Московский государственный технический  
университет гражданской авиации, 2018

## ВВЕДЕНИЕ

На протяжении всей истории человечество постоянно подвергается стихийным бедствиям и катастрофам. Последствия таких событий различны и в некоторых случаях невосполнимы. Гибель людей, колоссальный ущерб окружающей среде, разрушение ценностей, создававшиеся годами, десятилетиями, веками, огромный материальный и экономический ущерб – это все результаты произошедших негативных событий.

Современное человеческое общество достигло больших результатов в науке и технике, были созданы грандиозные здания и сооружения, города связывает сложная транспортная сеть состоящая из всех видов транспорта. Современные технологии позволяют человеку такие возможности, о которых еще 50-100 лет назад даже и не думали. Однако людская деятельность, вовлекая в оборот своей инженерной мысли огромное количество ресурсов, может давать сбои в отработанной до мелочей системе. Такие сбои могут выливаться в чрезвычайные события (ЧС) различного характера. Огромные силы и средства тратятся на процессы ликвидации последствий ЧС, на поиск и спасание пострадавших, на восстановление работоспособности поврежденных технических систем.

За последние годы случилось множество ЧС различного характера: 11 марта 2011 года на северо-востоке Японии на АЭС «Фукусима-1» после сильнейшего землетрясения произошла крупнейшая за последние 25 лет после катастрофы на Чернобыльской АЭС авария; 21 сентября 2001 года во французском городе Тулуза на химическом комбинате AZF произошел взрыв, последствия которого считаются одной из крупнейших техногенных катастроф; 17 августа 2009 года произошла техногенная катастрофа на Саяно-Шушенской ГЭС, расположенной на реке Енисей и т.д.

Проблема повышения устойчивости функционирования экономики и ее отдельных объектов возникла в конце XIX в. и рассматривалась, в основном, как проблема защиты населения в ходе ведения войн. В будущем данная концепция была пересмотрена и главной целью является - защиты жизни людей. Сложность и масштабность проблемы обеспечения безопасности населения и окружающей среды в ЧС и необходимость ее решения органами государственной власти и управления всех уровней обуславливается тем, что в России насчитывается около 45 тыс. потенциально опасных объектов различного типа. Наибольшую опасность представляют радиационные и транспортные аварии, аварии с выбросом химически и биологически опасных веществ, взрывы, пожары, гидродинамические аварии, аварии на энергетических системах и очистных сооружениях. В зонах непосредственной угрозы жизни и здоровью в случае возникновения техногенных ЧС проживает около 80 млн. человек, т.е. 55% населения страны. Задача государства – заблаговременно проводить мероприятия, повышающие сопротивляемость объектов экономики и отдельных их элементов к воздействию поражающих факторов ЧС природного, техногенного и военного характера [1].

## ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1. Основы устойчивости функционирования объекта экономики в чрезвычайных ситуациях

Современный объект экономики, как правило, является сложной инженерно-технической системой, состоящей из отдельных элементов: технологической, снабженческой, транспортной, управленческой подсистем и др. Задачей любого государства является обеспечение устойчивой работы объектов экономики (ОЭ) в условиях ЧС мирного и военного времени.

Под **устойчивостью объекта экономики** в ЧС понимают способность всего инженерно-технического комплекса данного объекта противостоять разрушающему действию поражающих факторов ЧС.

Под **устойчивостью функционирования объекта экономики** понимают его способность в ЧС:

- выполнять свои функции, выпускать установленные виды продукции в запланированном объеме и номенклатуре;
- предотвращать или ограничивать угрозы жизни и здоровью персонала, и населения;
- восстанавливать нарушенное производство в минимальные сроки.

На устойчивость функционирования ОЭ в ЧС оказывает влияние совокупность многообразных внешних и внутренних факторов. К внешним факторам относятся:

- район размещения объекта (рельеф местности, характер застройки, наличие ПОО и коммуникационных сетей);
- наиболее вероятные опасные природные явления и стихийные бедствия (землетрясения, наводнения, ураганы, оползни и др.), а так же применение современных средств поражения;
- социально-экономическое состояние региона (уровень занятости и благосостояние населения и др.).

Внутренними факторами являются:

- конкретное назначение ОЭ, особенности технологического процесса и применяемых материалов, характер выпускаемой продукции, численность персонала и т.д.
- надежность защиты персонала, технологического оборудования, систем материально-технического и энергообеспечения ОЭ от всех поражающих факторов ЧС (в том числе вторичных);
- способность ОЭ восстанавливать производство, получившее разрушения и др.

Нормативно-правовую основу государственной политики в области повышения устойчивости функционирования предприятий, учреждений и организаций составляют Федеральные законы “О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера” (1994), “О гражданской обороне” (1997), строительные нормы и правила (СНиПы), санитарные нормы (СН), санитарные правила и нормы (СанПиНы), стандарты в области

строительства объектов гражданской обороны (ГОСТы). Основные требования к устойчивому функционированию ОЭ изложены в Нормах проектирования инженерно-технических мероприятий гражданской обороны (ИТМ ГО).

Повышение устойчивости ОЭ реализуется при проведении определенных организационно-технических мероприятий, разработанных в процессе исследования и оценки устойчивости данного объекта.

**Исследование устойчивости** – это выявление и оценка наиболее слабых, уязвимых элементов объекта в условиях ЧС и разработка наиболее эффективных и экономически оправданных путей и способов повышения их устойчивости. Начинается исследование объекта задолго до ввода его в эксплуатацию: при проектировании, затем на стадиях технических, экологических, экономических и др. экспертиз, при строительстве, а также при каждой реконструкции объекта. К исследовательским работам привлекаются инженерно-технический персонал объекта, работники отдела ГОЧС, при необходимости – сотрудники научно-исследовательских и проектных организаций.

Процедура исследования включает три этапа (рис. 1). На *первом* этапе определяются цель, задачи и сроки предстоящего исследования, состав и функции исследовательских групп, разрабатываются руководящие документы (приказ руководителя, план проведения исследований, задания исследовательским группам).

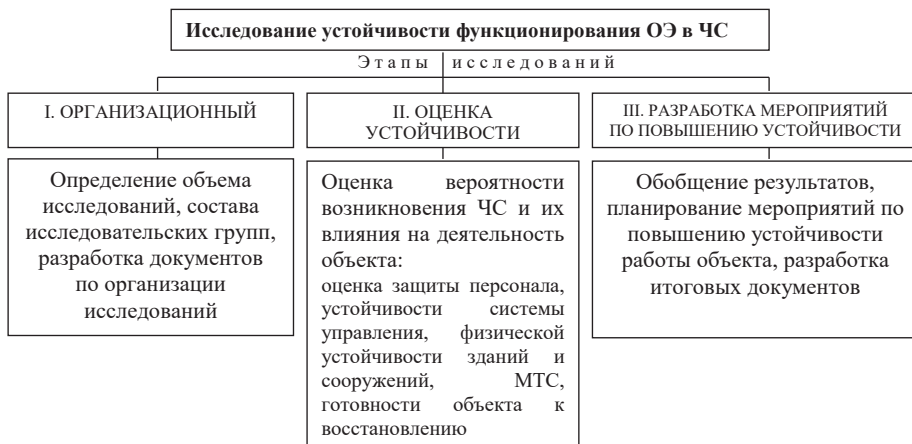


Рис. 1. Последовательность исследования устойчивости функционирования объекта экономики в ЧС

На *втором* этапе проводится непосредственно оценка устойчивости, при которой определяются условия возникновения и развития наиболее вероятных природных и техногенных ЧС; оценивается воздействие первичных и вторичных поражающих факторов ЧС, анализируется надежность установок и технологических комплексов, возможный экономический ущерб, изучаются

условия защиты персонала, устойчивость системы связей объекта с поставщиками и потребителями и др.

Оценку устойчивости конкретных элементов ОЭ и необходимые расчеты выполняют специалисты соответствующих исследовательских групп (рис.2). При этом учитывается, что при техногенных авариях или в результате военных действий могут образоваться различные поражающие факторы: термобарические и механические - волны избыточного давления (ударные волны), тепловое излучение, конвективные потоки, поля осколков при взрывах и пожарах; физические факторы - электромагнитные и звуковые поля; химические факторы – распространение аварийно химически опасных (АХОВ) или отравляющих (ОВ) веществ; радиационные факторы – воздействие радиационных полей, распространение радиоактивных веществ (РВ); гидродинамические факторы, возникающие при разрушении гидротехнических сооружений и естественных плотин – волны прорыва, затопление территорий и др.

Расчеты выполняются по **критериям устойчивости** – значениям параметров поражающих факторов. Например, критерием устойчивости воздействия такого поражающего фактора, как ударная волна, является избыточное давление во фронте ударной волны  $\Delta P_{\phi}$  [кПа], светового излучения – световой импульс  $U$  [кДж/м<sup>2</sup>], проникающей радиации – доза радиации  $D$  [Зв], полученная персоналом при облучении и т.д. В процессе оценки анализируются различные величины критериев устойчивости, определяются их предельные значения.

При расчетах принимаются некоторые допущения: воздействию поражающих факторов подвергаются все элементы объекта одновременно; параметры поражающих факторов считаются одинаковыми на всей площади исследуемого объекта; особенно тщательно оцениваются основные элементы ОЭ, т.е. такие, разрушение которых в отличие от вспомогательных элементов влечет остановку всего производства.

На *третьем* этапе обобщаются результаты, составляются итоговые документы (отчетный доклад, план мероприятий по повышению устойчивости, план-график наращивания мероприятий по повышению устойчивости), планируются мероприятия по предотвращению возможных последствий ЧС. При планировании мероприятий необходимым условием является их экономическая эффективность (Э):

$$\text{Э} = \frac{C_{\text{итм}}}{Y_{\text{с}} - C_{\text{итм}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $C_{\text{итм}}$  - стоимость инженерно-технических мероприятий, (тыс. руб.);

$Y_{\text{с}} = Y_{\text{п}} + Y_{\text{к}}$  - прогнозируемый суммарный ущерб от ЧС, включающий прямой ущерб ( $Y_{\text{п}}$ ), т.е. стоимость поврежденных сооружений, технологического оборудования, коммунально-энергетических сетей, величину амортизации и т.д. и косвенный ущерб ( $Y_{\text{к}}$ ), т.е. затраты на новое строительство, недополученная прибыль, выплаты пострадавшим, отчисления за недопоставку продукции и др., тыс. руб.

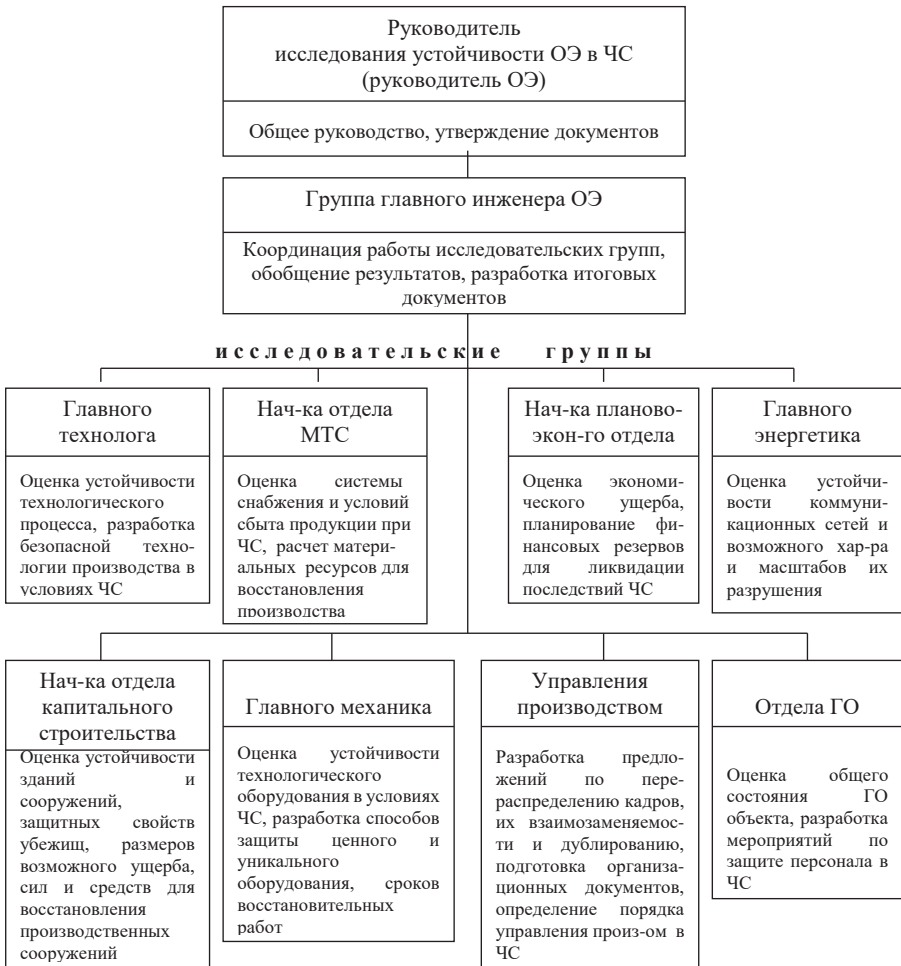


Рис.2. Исследовательские группы по оценке устойчивости функционирования объекта экономики в чрезвычайных ситуациях и их функции

Весь комплекс работ по исследованию устойчивости осуществляется за 2-3 месяца, повторяется не реже одного раза в 5 лет. Для ряда промышленных объектов, перечень которых определяется МЧС России и Госгортехнадзором России, результаты исследования отражаются в Декларации по безопасности промышленного объекта – документе, который разрабатывается в соответствии с [4] в целях обеспечения контроля за соблюдением мер безопасности и оценки эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС. Срок действия декларации – 5 лет.

## 2. ОСНОВЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ОБЪЕКТА

### 2.1. Оценка устойчивости объекта к воздействию ударной волны

Воздушная ударная волна- поражающий фактор, возникающий при многих ЧС техногенного и военного характера. Некоторые природные ЧС (землетрясения, ураганы и др.) не являются источниками ударных волн, однако, могут вызывать аналогичные разрушительные последствия. При воздействии ударной волны на элементы объекта они могут смещаться, опрокидываться, получать инерционное (ударное) повреждение.

Степень воздействия целесообразно оценивать величиной избыточного давления во фронте ударной волны  $\Delta P_{\phi}$  [кПа]. В зависимости от характера последствий выделяют четыре степени разрушений зданий: слабые, средние, сильные и полные (табл. 1).

**Характеристика разрушений зданий при воздействии ударной волны**

Таблица 1

Степени разрушения	Избыточное давление $\Delta P_{\phi}$ , кПа <sup>1</sup>			Характеристика разрушения
	кирпичные и каменные здания	панельные железобетон здания	монолитные железобетон здания	
Слабые	<u>8-20</u> 8-15	<u>10-30</u> 8-25	<u>25-50</u> 25-45	Полное разрушение остекления. Частичное разрушение внутренних перегородок, кровли, оконных коробок. Требуется текущий ремонт
Средние	<u>20-35</u> 15-30	<u>30-45</u> 25-40	<u>50-115</u> 45-105	Частичное разрушение кирпичных и блочных стен, несущих конструкций. Полное разрушение перегородок и перекрытий. Требуется капитальный ремонт
Сильные	<u>35-50</u> 30-45	<u>45-70</u> 40-60	<u>115-180</u> 105-170	Разрушение большинства несущих конструкций, частично стен и перекрытий нижних этажей. Образование завалов. Восстановление нецелесообразно
Полные	<u>50-70</u> 45-60	<u>70-90</u> 60-80	<u>180-250</u> 170-215	Полное обрушение. Здание восстановлению не подлежит
<sup>1</sup> - в числителе указано значение для малоэтажных сооружений, в знаменателе – для многоэтажных				

Например, при *взрыве* газозвушной смеси (ГВС) образуется очаг взрыва, в котором принято выделять три круговые зоны: зону детонационной волны (бризантного действия), зону действия продуктов взрыва, зону воздушной ударной волны, в которой формируется фронт ударной волны, распространяющейся над поверхностью земли. Избыточное давление в зоне воздушной ударной волны  $\Delta P_{\phi}$  рассчитывается по формулам (2), (3):

$$\Delta P_{\phi} = \frac{700}{3(\sqrt{1+29,8 \Gamma^3} - 1)} \quad [\text{кПа}] \quad (2)$$



$$\Delta P_{\phi} = \frac{22}{r \sqrt{\lg r + 0,158}} \quad [\text{кПа}], \quad (3)$$

где  $r$  - безразмерный радиус ударной волны, который в зависимости от расстояния  $L$  от центра взрыва до рассматриваемой точки определяется по формуле

$$r = 0,24(L/R), \quad (4)$$

где:  $L$  - расстояние от центра взрыва до рассматриваемой точки, (м)

$R$  - радиус зоны детонационной волны, (м). Данная величина зависит от количества взрывчатых компонентов. Например, при взрыве паров авиационного топлива  $R$  рассчитывается по формуле:

$$R = 0,9 \cdot 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q} \quad [\text{м}], \quad (5)$$

где  $Q$  - количество авиационного топлива, (т).

При  $r \leq 2$  избыточное давление в зоне воздушной ударной волны  $\Delta P_{\phi}$  определяются по формуле (2), при  $r > 2$  используется формула (3).

Экспериментально установлена зависимость между интенсивностью землетрясения  $J$  в баллах XII-ти балльной шкалы, вызывающей определенную степень разрушения зданий и сооружений, и степенью разрушения зданий и сооружений от воздействия ударной волны, определяемой величиной избыточного давления  $\Delta P_{\phi}$  (рис. 5 а).

При ураганах характер разрушений зависит от скорости ветра  $V$ , создающего скоростной напор воздуха  $\Delta P_{\text{ск}}$ . Зависимость скоростного напора от скорости ветра  $\Delta P_{\text{ск}} = f(V)$  представлена на рис. 5 б. Для определения избыточного давления  $\Delta P_{\phi}$  ударной волны, соответствующей воздействию ураганного ветра, следует принять следующее допущение: ураганный ветер создает избыточные давления, значения которых на много меньше, чем при взрывах. Однако, продолжительность порыва ветра, воздействующего на объект, значительно больше, чем при взрыве. Поэтому, можно воспользоваться зависимостью  $\Delta P_{\phi} = f(\Delta P_{\text{ск}})$ , график которой представлен на рис. 5 в.

Таким образом, устойчивость элементов объекта экономики при воздействии ударной волны, независимо от ЧС, которая вызвала этот поражающий фактор, оценивается воздействием на эти элементы избыточного давления во фронте ударной волны  $\Delta P_{\phi}$ .

### 2.1.1. Расчет на смещение объекта

Повреждения, получаемые элементами объекта при воздействии ударной волны, зависят от их формы. На смещение рассчитываются объекты, быстро обтекаемые ударной волной. Смещение оборудования может привести к слабым, а в ряде случаев к средним разрушениям. Степень разрушения оборудования резко повышается, если оно отбрасывается на некоторое расстояние, сопровождается ударами о другие предметы и вызывает дополнительные разрушения. Наибольшую опасность при воздействии ударной волны представляет скоростной напор воздуха  $\Delta P_{\text{ск}}$ , движущегося за фронтом ударной волны. При

воздействии скоростного напора на *закрепленный объект* возникает смещающая сила  $P_{см}$ , действующая в направлении  $\Delta P_{ск}$  и противоположной силе трения  $F_{тр}$ , препятствующей смещению объекта (рис 3.).

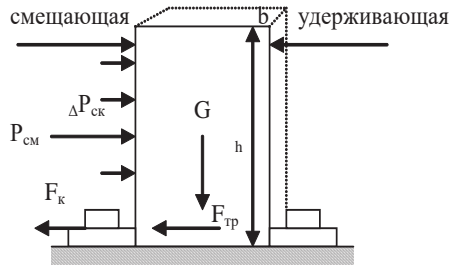


Рис. 3 Схема действия сил на предмет при смещении

Оборудование (станок, трансформатор, грузовой контейнер) сдвинется со своего места, если смещающая сила  $P_{см}$  будет превосходить силу трения  $F_{тр}$  и горизонтальную составляющую силы крепления  $F_к$ , т.е. при выполнении условия

$$P_{см} \geq F_{тр} + F_к, \quad (6)$$

где  $F_{тр}$  - сила трения, (Н).

$F_к$  - суммарное усилие болтов крепления, работающих на срез, (Н).

Смещающая сила определяется следующим образом:

$$P_{см} = C_x \circ S \Delta P_{ск} \quad [H], \quad (7)$$

где:  $C_x$  - коэффициент аэродинамического сопротивления предмета;

$S = bh$  - площадь миделя, т.е. площадь предмета, видимого со стороны движения ударной волны, ( $m^2$ );

$b$  - ширина предмета, (м);

$h$  - высота предмета, (м);

$\Delta P_{ск}$  - значение скоростного напора воздуха, (Па).

Исходя из (7) значение скоростного напора  $\Delta P_{ск}$  можно определить следующим образом

$$\Delta P_{ск} = P_{см} / (C_x \circ S) \quad [Па] \quad (8)$$

Для незакрепленного оборудования ( $F_к = 0$ ) условие (6) имеет вид

$$P_{см} \geq F_{тр} \quad (9)$$

Т. о. предельное значение скоростного напора ( $P_{см} = F_{тр}$ ), не вызывающее смещение предмета

$$\Delta P_{ск} = F_{тр} / (C_x \circ S) \quad [Па] \quad (10)$$

Для определения силы трения используется формула

$$F_{\text{тр}} = fG = fmg \quad [\text{Н}], \quad (11)$$

где  $f$  - коэффициент трения;

$G = mg$  - вес оборудования, (Н);

$m$  - масса оборудования, (кг);

$g$  - ускорение свободного падения, ( $\text{м}/\text{с}^2$ );

Выражение (10) с учетом (11) примет вид

$$\Delta P_{\text{ск}} = \frac{fG}{(C_x \circ S)} = \frac{fmg}{(C_x \circ bh)} \quad [\text{Па}], \quad (12)$$

где  $f$  - коэффициент трения;

$G = mg$  - вес оборудования, (Н);

$m$  - масса оборудования, (кг);

$g$  - ускорение свободного падения, ( $\text{м}/\text{с}^2$ );

$C_x$  - коэффициент аэродинамического сопротивления предмета;

$S = bh$  - площадь миделя, ( $\text{м}^2$ );

$b$  - ширина предмета, (м);

$h$  - высота предмета, (м).

По величине  $\Delta P_{\text{ск}}$ , используя график (рис.5 в), можно определить предельное избыточное давление  $\Delta P_{\text{ф lim см}}$ , при котором предмет не смещается.

### 2.1.2. Расчет на опрокидывание объекта

Высокие элементы оборудования (башенные краны, вертикальные колонны, трубы, опоры ЛЭП, самолеты на стоянках и т.п.) при действии ударной волны могут опрокидываться. В данном случае на предмет действуют два момента: опрокидывающий и стабилизирующий. Смещающая сила  $P_{\text{см}}$ , действующая на плече  $z$ , будет создавать опрокидывающий момент, а вес оборудования  $G$  на плече  $d/2$  и реакция крепления  $F_p$ , на плече  $d$  - стабилизирующий момент (рис.4).

Условием опрокидывания оборудования является превышение опрокидывающего момента над удерживающим (стабилизирующим), т.е. для закрепленного оборудования должно выполняться соотношение:

$$P_{\text{см}} \cdot z \geq G \cdot d/2 + F_p \cdot d \quad (13)$$

для незакрепленного оборудования:

$$P_{\text{см}} \cdot z \geq G \cdot d/2 \quad (14)$$

С учетом (8) и (13), скоростной напор  $\Delta P_{\text{ск}}$ , вызывающий опрокидывание закрепленного оборудования:

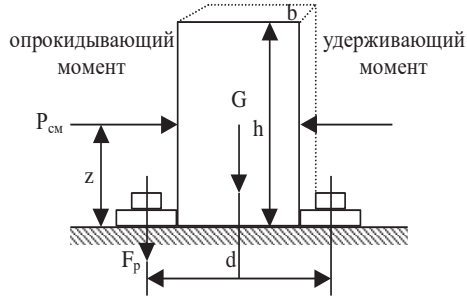


Рис. 4 Схема действия сил на предмет при опрокидывании

$$\Delta P_{\text{ск}} = \frac{G \cdot d + 2 F_p \cdot d}{2 C_x \cdot S \cdot z} \quad [\text{Па}] \quad (15)$$

Для незакрепленного оборудования ( $F_p=0$ ):

$$\Delta P_{\text{ск}} = \frac{G \cdot d}{2 C_x \cdot S \cdot z} = \frac{mg \cdot d}{2 C_x \cdot bh \cdot z} \quad [\text{Па}], \quad (16)$$

где  $G = mg$  - вес оборудования, (Н);

$m$  - масса оборудования, (кг);  $g$  - ускорение свободного падения, ( $\text{м}/\text{с}^2$ );

$d$  - плечо, (м);

$C_x$  - коэффициент аэродинамического сопротивления предмета;

$S = bh$  - площадь миделя, ( $\text{м}^2$ );

$b$  - ширина предмета, (м);  $h$  - высота предмета, (м);

$z$  - плечо, (м).

По значению  $\Delta P_{\text{ск}}$ , используя график (рис.5 в) находим предельное значение избыточного давления  $\Delta P_{\text{ф lim опр}}$ , при котором оборудование или предмет еще не опрокидывается.

### 2.1.3. Расчет на инерционное разрушение объекта

Для некоторых видов оборудования, измерительных приборов и аппаратуры, имеющих чувствительные элементы, опасными будут большие ускорения, приобретаемые этими элементами при действии ударной волны. Обладая определенной массой и упругостью (при установке их на амортизаторах), элементы будут испытывать воздействие инерционных сил, которые могут привести к внутренним повреждениям схемы (отрыву

припаянных деталей, разрыву соединительных проводов, разрушению хрупких элементов). Инерционные разрушения могут быть приравнены к сильной степени разрушений.

Для оценки устойчивости прибора к инерционным разрушениям при действии избыточного давления ударной волны и скоростного напора ( $\Delta P_{\phi} + \Delta P_{ск}$ ) определяется лобовая сила  $P_{лоб}$ :

$$P_{лоб} = (\Delta P_{\phi} + \Delta P_{ск}) \cdot S = \Delta P_{лоб} \cdot S \quad [H], \quad (17)$$

где  $\Delta P_{\phi}$  - избыточное давление ударной волны, (Па);

$\Delta P_{ск}$  - давление скоростного напора, (Па);

$\Delta P_{лоб}$  - избыточное лобовое сопротивление, (Па);

$S$  - площадь мишени, ( $m^2$ ).

По закону Ньютона на объект действует сила инерции, равная разности лобовой силы  $P_{лоб}$  и силы трения  $F_{тр}$ :

$$ma = P_{лоб} - F_{тр} \quad (18)$$

где  $m$  - масса предмета, ( $ma = P_{лоб} - F_{тр}$ )

$a$  - ударное ускорение, ( $m/c^2$ ).

Учитывая относительно небольшие значения силы трения и пренебрегая ими, получим:

$$P_{лоб} = ma \quad [H] \quad (19)$$

Если задаться допустимым ускорением при ударе  $a_{доп}$  или допустимой ударной перегрузкой  $n_{доп} = a_{доп} / g$ , не приводящими к инерционным разрушениям, с учетом (17) можно определить значение избыточного лобового сопротивления  $\Delta P_{лоб}$ :

$$\Delta P_{лоб} = \frac{P_{лоб}}{S} = \frac{m a_{доп}}{bh} \quad [Па], \quad (20)$$

где  $P_{лоб}$  - лобовая сила, (Н);

$m$  - масса предмета, (кг);

$a_{доп}$  - допустимое ударное ускорение, ( $m/c^2$ );

$S = bh$  - площадь мишени, ( $m^2$ );

$b$  - ширина предмета, (м);  $h$  - высота предмета, (м).

Допустимые перегрузки для каждого конкретного изделия обычно приводятся в технических условиях на его изготовление. Они зависят от специфики эксплуатации аппаратуры и вида техники, на которой она устанавливается.

По значению  $\Delta P_{лоб}$ , пользуясь графиком зависимости избыточного давления ударной волны  $\Delta P_{\phi}$  от избыточного лобового сопротивления  $\Delta P_{лоб}$  (рис. 5 г), определяют предельное значение избыточного давления ударной волны  $\Delta P_{\phi \text{ лим инерц}}$ , при котором оборудование еще не получит инерционного разрушения.

Причиной поражения людей при непосредственном воздействии ударной волны является избыточное давление  $\Delta P_{\phi}$ , при косвенном воздействии – обломки разрушенных зданий, осколки стекла и др., перемещающиеся под действием

скоростного напора. Травмы от действия ударной волны принято подразделять на легкие, средние, тяжелые и крайне тяжелые (табл. 3).

**Поражения незащищенных людей ударной волной**

Таблица 3

Степень поражения	Избыточное давление $\Delta P_{\phi}$ , кПа	Характер поражения
Легкая	20-40	Легкая общая контузия организма, временное повреждение слуха, ушибы, ссадины, царапины, вывихи конечностей
Средняя	40-60	Повреждения органов слуха, ушные и носовые кровотечения, вывихи и закрытые переломы
Тяжелая	60-100	Сильная контузия всего организма, разрывы тканей, открытые переломы, повреждения внутренних органов
Крайне тяжелая	свыше 100	Крайне тяжелые контузии, травматическая ампутация конечностей

Основным фактором, определяющим вероятность поражения персонала ударной волной, является степень повреждения сооружений. В полностью разрушенных помещениях поражения получают 100% находящихся в них людей, в сильно разрушенных – 60%, в средне разрушенных -15 %.

## 2.2. Оценка устойчивости объекта к воздействию светового излучения

Одним из поражающих факторов ЧС является световое излучение, особую опасность представляющее при ведении боевых действий с применением современных средств поражения. Оценка воздействия светового излучения сводится к определению способности элементов объекта противостоять возгоранию, плавлению, обугливанию, возникновению пожаров вследствие дистанционного термического воздействия на предметы высоких температур. Критерием устойчивости к воздействию светового излучения является максимальное значение светового импульса  $U$  [кДж/м<sup>2</sup>], при котором не происходит нарушения работы элементов объекта. Световой импульс – количество энергии светового излучения, падающей за все время излучения на единицу площади поверхности, расположенной перпендикулярно направлению прямого излучения. Степень повреждения материала при одном и том же световом импульсе зависит от коэффициента поглощения, плотности, теплоемкости, теплопроводности, толщины материала и других факторов. Материалы темного цвета обладают большей поглощающей способностью (до 96% светового излучения против 18% у материалов белого цвета), поэтому быстрее повреждаются. Световые импульсы, вызывающие воспламенение различных материалов, приведены в таблице 4.

**Воздействие светового импульса на некоторые материалы**

Таблица 4

Наименование объекта	Воспламенение, обугливание $U, \text{кДж/м}^2$
Алюминий, лист толщиной до 3 мм (плавление)	5040-7140
Брезент палаточный, тент из парусины	420-500
Бумага белая	320-420
Взрывоопасные концентрации горючих газов	80-170
Доски сухие, не окрашенные	500-670
Доски, окрашенные в светлый цвет	1680-1890
Доски, окрашенные в темный цвет	250-420
Изоляция кабелей, синтетический каучук	250-420
Керосин, бензин в открытой таре	42
Мазут топливный	750-1050
Масло техническое	670-840
Резервуары ГСМ, не заглубленные в грунт	27300
Резина автомобильная	250-420
Сталь, лист толщиной до 2 мм (плавление)	31500
Стекло оконное (плавление)	29400-33600
Толь, рубероид	600-840
Уголь	680-840
Х/б драпировки, занавеси светлые	630-700
Черепица красная (плавление)	840-1680
Шерстяные обивочные материалы, ковры	1260-1470

Световое излучение, воздействуя на незащищенных людей, вызывает ожоги открытых участков тела и поражения глаз (временная или постоянная слепота). В зависимости от значения светового импульса ожоги подразделяют на четыре степени (табл.5). Опасность ожогов для жизни зависит не только от их степени, но и от пораженной площади тела. Например, ожог первой степени 90% кожного покрова более опасен, чем ожог третьей степени 15 % кожного покрова.

**Поражения незащищенных людей световым излучением**

Таблица 5

Степень ожога	Световой импульс $U, \text{кДж/м}^2$	Характер поражения
Первая	100-200	Покраснение, припухлость и болезненность кожи
Вторая	200-400	Образование на коже пузырей, наполненных жидкостью
Третья	400-600	Разрушение кожного покрова, образование язв
Четвертая	свыше 600	Омертвление подкожной клетчатки, мышц и костей, обугливание тканей

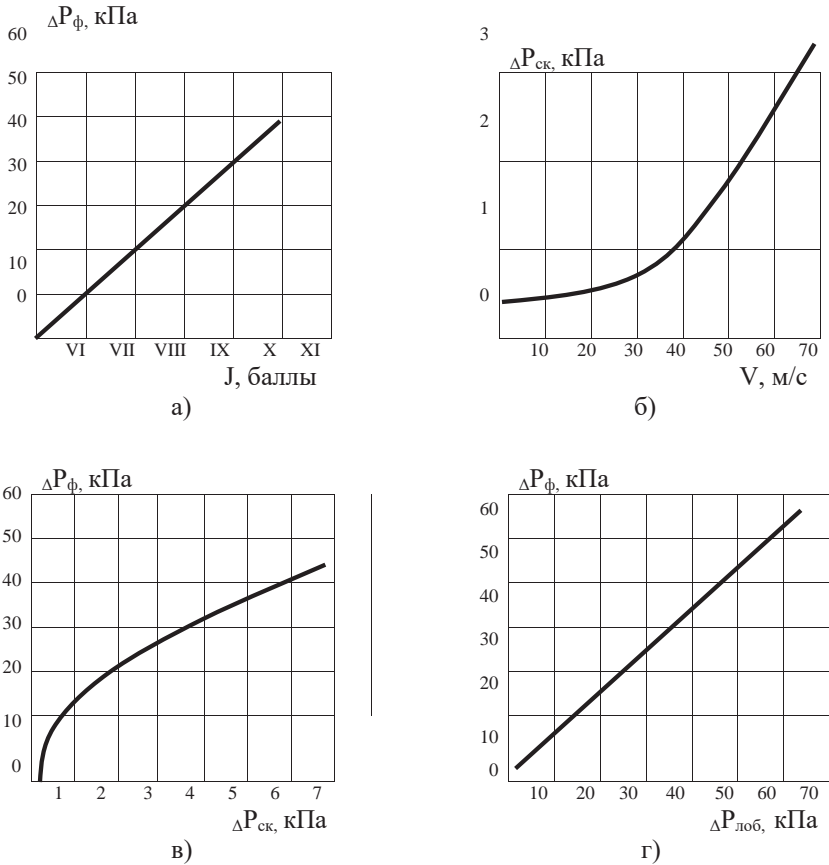


Рис. 5 Графики для оценки устойчивости элементов объекта к воздействию ударной волны

- а) зависимость избыточного давления  $\Delta P_{\text{ф}}$  от интенсивности землетрясения  $J$ ;  
 б) зависимость скоростного напора  $\Delta P_{\text{ск}}$  от скорости ветра  $V$ ;  
 в) зависимость избыточного давления ударной волны  $\Delta P_{\text{ф}}$  от скоростного напора  $\Delta P_{\text{ск}}$ ;  
 г) зависимость избыточного давления ударной волны  $\Delta P_{\text{ф}}$  от избыточного лобового сопротивления  $\Delta P_{\text{лоб}}$

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

По исходным данным, представленным в табл. 1, 2 и 3 Приложения, оценить устойчивость элементов авиапредприятия (АП) к воздействию воздушной ударной волны и светового излучения, возникающих в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.



1. По данным интенсивности землетрясения  $J$  в баллах XII-ти балльной шкалы (табл.1 Приложения), используя график (рис.5 а), определить эквивалентное значение избыточного давления ударной волны  $\Delta P_{\phi 1}$ , вызывающей такие же разрушения элементов АП, как и землетрясение.

2. По данным о скорости ветра при урагане  $V$  (табл.1 Приложения), используя графики (рис.5 б, в), определить эквивалентное значение избыточного давления ударной волны  $\Delta P_{\phi 2}$ , вызывающей такие же разрушения элементов АП, как и ураган.

3. По данным о количестве топлива  $Q$  на складе ГСМ и его удалении  $L$  от АП, используя формулу (2) или (3), рассчитать значение избыточного давления ударной волны  $\Delta P_{\phi 3}$ , которое создается на АП при взрыве ГВС.

Сравнивая значения  $\Delta P_{\phi 1}$ ,  $\Delta P_{\phi 2}$  и  $\Delta P_{\phi 3}$ , выбрать наибольшее из них и по этому  $\Delta P_{\phi \max}$  вести дальнейшую оценку устойчивости элементов АП.

4. Из табл. 3 Приложения выбрать 12 элементов АП: № № 1,2,3,4,5,6,7,12,22, 23,24,25. Характеристика полученных разрушений элементов №№ 1—21 приведены в таблице 3 Приложения. Для элементов №№ 22-25 по формуле (21) рассчитать значения избыточных давлений во фронте ударной волны  $\Delta P_{\phi}$  для слабых, средних, сильных и полных разрушений с использованием исходных данных табл. 1 Приложения.

$$\Delta P_{\phi} = K_p \cdot K_n \cdot K_k \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_v \quad [\text{кПа}], \quad (21)$$

где  $K_p$  - коэффициент степени разрушения

- полные разрушения	-	1
- сильные разрушения	-	0,87
- средние разрушения	-	0,56
- слабые разрушения	-	0,35

$K_n$  - коэффициент назначения зданий

для административных и жилых зданий	-	23
для промышленных зданий	-	14

$K_k$  - коэффициент конструкции зданий

- монолитных	-	3,5
- каркасных	-	2,0
- бескаркасных	-	1,0

$K_m$  - коэффициент материала зданий

- для железобетонных	-	2,0
- для кирпичных	-	1,5
- для деревянных	-	1,0

$K_c$  - коэффициент сейсмостойкости зданий

- для сейсмостойких	-	1,5
- для не сейсмостойких	-	1,0

$K_v$  - коэффициент, учитывающий высоту здания, рассчитываемый по формуле:

$$K_{в} = \frac{H - 2}{3(1 + 0,43(H - 5))} \quad (22)$$

где  $H$  - высота здания, (м).

5. Определить степень разрушения каждого элемента АП, для чего составить сводную таблицу (табл. 4 Приложения), в которой для каждого элемента желтым цветом обозначить диапазон слабых разрушений, зеленым - диапазон средних разрушений, синим - диапазон сильных разрушений, красным - диапазон полных разрушений. Для элементов №№ 1,2,3,4,5,6,7,12 диапазоны  $\Delta P_{\phi}$ , при которых каждый из этих элементов получит ту или иную степень разрушения, берутся из табл. 3 Приложения, для элементов №№ 22 - 25 - по результатам самостоятельных расчетов (п.4).

В сводной таблице красной вертикальной линией нанести значение  $\Delta P_{\phi \max}$ , а в графе "характер разрушения  $\Delta P_{\phi \max}$ " записать степень разрушения каждого элемента АП, смотря по тому, какой диапазон разрушения данного элемента пересекла красная линия  $\Delta P_{\phi \max}$ .

Затем занести в сводную таблицу значения пределов устойчивости  $\Delta P_{\phi \lim}$  каждого элемента и АП в целом. *Пределом устойчивости конкретного элемента АП считается величина  $\Delta P_{\phi}$ , при которой элемент получает слабые и средние разрушения, т. е. граничное значение  $\Delta P_{\phi}$  между диапазоном слабых и средних разрушений. Пределом устойчивости АП в целом является наименьшее значение предела устойчивости одного из его основных элементов.*

6. Сделать вывод об устойчивости элементов АП к воздействию ударной волны и разработать мероприятия, повышающие устойчивость наиболее уязвимых основных элементов АП.

7. По исходным данным (табл. 2 Приложения) определить предельное значение избыточного давления ударной волны  $\Delta P_{\phi \lim \text{ смещ}}$ , при котором незакрепленный грузовой контейнер, расположенный на перроне АП, не смещается (см. п.2.1.1). При расчете принимать коэффициент трения  $f = 0,35$ , коэффициент аэродинамического сопротивления грузового контейнера  $C_x = 1,3$ .

Сравнить полученное значение  $\Delta P_{\phi \lim \text{ смещ}}$  с  $\Delta P_{\phi \max}$ , сделать вывод об устойчивости грузового контейнера к смещению и при необходимости разработать мероприятия для повышения его устойчивости.

8. По исходным данным (табл.2 Приложения) определить предельное значение избыточного давления ударной волны  $\Delta P_{\phi \lim}$  (см. п.2.1.2), при котором незакрепленный самолет на стоянке еще не опрокидывается (при условии воздействия скоростного напора перпендикулярно продольной оси самолета). При расчете коэффициент аэродинамического сопротивления самолета принимать  $C_x = 0,24$ .

Сравнить полученное значение  $\Delta P_{\phi \lim \text{ опр}}$  с  $\Delta P_{\phi \max}$ , сделать вывод об устойчивости самолета к опрокидыванию и при необходимости разработать мероприятия для повышения его устойчивости.

9. По исходным данным (табл.2 Приложения) определить предельное значение избыточного давления ударной волны  $\Delta P_{\text{ф lim}}$  (см. п.2.1.3), при котором блоки аппаратуры, находящиеся в специальном шкафу, не получат инерционного разрушения.

Сравнить полученное значение  $\Delta P_{\text{ф lim инерц}}$  с  $\Delta P_{\text{ф max}}$ , сделать вывод об устойчивости аппаратуры к инерционному разрушению и при необходимости разработать мероприятия для повышения ее устойчивости

10. По исходным данным - мощности боеприпаса  $q$ , создавшего световой импульс (табл.1 Приложения), используя график зависимости импульсов зажигания  $U_{\text{заж}}$ , от мощности взрыва  $q$  (рис.6 см. Приложения), определить значения импульсов зажигания всех четырех групп возгораемых материалов ( $U_{\text{заж}}^1 - U_{\text{заж}}^4$ ) при заданной мощности взрыва  $q$ .

11. По заданной величине светового импульса  $U$  (табл.1 Приложения), определить, какие материалы и конструкции элементов АП возгораются. Для этого необходимо сравнить значения  $U_{\text{заж}}^1 - U_{\text{заж}}^4$  с заданной величиной  $U$ , а затем выяснить какие материалы (табл. 5 Приложения) имеются в каждом элементе АП. Результаты занести в графу “характер воздействия  $U$ ” сводной таблицы.

12. Занести в сводную таблицу значения пределов устойчивости к воздействию светового излучения  $U_{\text{lim}}^i$  каждого элемента АП и АП в целом. *Пределом устойчивости элемента АП к воздействию светового излучения является величина светового импульса  $U_{\text{заж}}^i$ , при которой загораются какие-либо материалы или конструкции в этом элементе. Пределом устойчивости АП в целом к воздействию светового излучения является наименьший предел устойчивости какого-либо из его основных элементов.*

13. Сделать вывод об устойчивости АП к воздействию светового излучения, при необходимости разработать мероприятия, повышающие устойчивость АП к воздействию светового излучения.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

№ вар	Сила землетряс. баллы	Скор-ть ветра V, м/с	Запас топл. Q, т	Удаление склада ГСМ L, м	Свет. импульс U, кДж/м <sup>2</sup>	Мощ. взрыва Q, кг	Характеристики зданий											
							Аэропорт		АТБ		Гостиница		Техн. бригад					
							конструкц / матер.	выс Н, м / сейсм	конструкц / матер.	выс Н, м / сейсм.	конструкц / матер.	выс Н, м / сейсм.	конструкц / матер.	выс Н, м / сейсм				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
1	6,0	37	2000	1700	300	20	бк/кир	20/с	к/жб	8/с	к/кир	7/с	бк/дер	5/нс				
2	6,3	40	1000	1400	450	250	к/кир	25/с	мон/жб	11/с	бк/дер	7/нс	бк/кир	6/нс				
3	6,6	43	2000	1600	775	750	бк/жб	30/с	бк/кир	14/нс	бк/кир	8/нс	бк/дер	7/нс				
4	6,9	46	3000	1800	325	30	к/жб	35/с	к/кир	17/с	бк/дер	8/нс	бк/кир	8/нс				
5	7,2	49	3000	1700	460	300	мон/жб	40/с	бк/жб	20/нс	к/кир	8/с	бк/дер	7/нс				
6	6,05	37,5	2000	1750	1590	800	бк/кир	22/нс	к/жб	9/с	бк/дер	9/нс	бк/кир	б/с				
7	6,35	40,5	5000	2300	340	40	к/кир	38/с	мон/жб	19/с	бк/кир	10/с	бк/дер	5/нс				
8	6,65	43,5	4000	2100	475	350	бк/жб	24/нс	бк/кир	10/нс	бк/дер	10/нс	бк/кир	б/с				
9	6,95	46,5	5000	2100	1200	900	к/жб	36/с	к/кир	18/с	к/кир	11/с	бк/дер	7/нс				
10	7,25	49,5	4000	1900	350	50	мон/жб	26/с	бк/жб	12/с	бк/дер	11/нс	бк/кир	9/с				
11	6,1	38	1000	1200	490	400	бк/кир	34/нс	к/жб	16/с	бк/кир	12/нс	бк/дер	7/нс				
12	6,4	41	2000	1300	825	1000	к/кир	28/с	бк/жб	13/с	бк/дер	12/нс	бк/кир	б/с				
13	6,7	44	3000	1900	360	60	бк/жб	32/с	мон/жб	15/с	к/кир	11/с	бк/дер	5/нс				
14	7,0	47	2000	1400	500	450	к/жб	30/с	бк/кир	14/нс	бк/дер	11/нс	бк/кир	б/нс				
15	7,3	50	5000	2000	1640	2000	мон/жб	29/с	к/кир	13/с	бк/кир	10/с	бк/дер	7/нс				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	6,15	38,5	4000	2200	375	70	бк/кир	31/нс	к/жб	12/с	бк/дер	10/нс	бк/кир	8/нс
17	6,45	41,5	4000	1600	915	500	бк/кир	27/с	бк/жб	11/нс	к/кир	9/с	бк/дер	7/нс
18	6,75	44,5	5000	2200	2650	3000	бк/жб	33/нс	мон/жб	9/с	бк/дер	9/нс	бк/кир	6/нс
19	7,05	48	5000	2000	390	80	к/жб	25/с	бк/кир	10/нс	бк/кир	8/с	бк/дер	5/нс
20	7,35	51	4000	1700	525	550	мон/жб	35/с	к/кир	14/с	бк/дер	8/нс	бк/кир	6/с
21	6,2	39	3000	1500	1660	4000	бк/кир	25/нс	к/жб	8/с	бк/кир	7/с	бк/дер	7/нс
22	6,5	42	3000	2000	400	100	к/кир	37/с	бк/жб	19/с	бк/дер	7/нс	к/кир	8/с
23	6,8	45	4000	2000	540	600	бк/жб	21/нс	мон/жб	9/с	бк/кир	9/с	бк/дер	7/нс
24	7,1	48	3000	1600	2675	5000	к/жб	39/с	бк/кир	18/нс	бк/дер	9/нс	бк/кир	6/с
25	7,4	52	5000	1900	425	150	мон/жб	22/с	к/кир	10/с	бк/кир	10/с	бк/дер	5/нс
26	6,25	39,5	1000	1000	1050	650	бк/кир	38/нс	к/жб	17/с	бк/дер	11/нс	бк/кир	6/нс
27	6,55	42,5	5000	1700	1690	6000	к/кир	24/с	бк/жб	11/нс	бк/кир	12/нс	бк/дер	7/нс
28	6,85	48,5	2000	1500	440	200	бк/жб	36/с	мон/жб	16/с	бк/дер	8/нс	бк/кир	8/с
29	7,15	53	4000	1800	560	700	к/жб	26/с	бк/кир	12/нс	бк/кир	7/с	бк/дер	7/нс
30	7,45	54,5	5000	1800	2700	8000	мон/жб	34/с	к/кир	15/с	бк/дер	7/нс	бк/кир	6/с

Примечания:

**бк** - бескаркасная конструкция  
**к** - каркасная конструкция  
**мон** - монолитная конструкция

**с** - сейсмостойкое здание  
**нс** - не сейсмостойкое здание

**дер** - дерево  
**жб** - железобетон  
**кир** - кирпич

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ НА РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ПОРАЖЕНИЙ

Таблица 2

№ вар	Грузовой контейнер			Самолет					Аппаратура			
	m, т	b, м	h, м	m, т	d, м	b, м	h, м	z, м	m, кг	b, м	h, м	a доп, м/с <sup>2</sup>
1	5	2,0	2,0	17	7,0	23	3,0	2,7	20	0,24	0,40	100
2	1	1,4	1,4	14	5,0	18	2,4	3,0	26	0,30	0,40	100
3	3	1,6	1,7	27	8,0	30,6	3,0	2,9	22	0,26	0,40	100
4	2	1,5	1,5	50	10,0	42	3,8	3,1	28	0,30	0,48	120
5	5	1,7	2,0	60	9,0	36	3,5	3,7	29	0,29	0,43	110
6	1	1,4	1,3	90	7,0	49	4,1	5,2	30	0,26	0,50	105
7	4	1,8	1,6	140	9,8	56	6,0	5,5	23	0,28	0,44	115
8	2	1,5	1,2	75	8,0	46	4,0	4,0	26	0,27	0,47	120
9	3	1,6	1,5	30	6,0	20	3,0	3,0	25	0,25	0,42	110
10	5	2,0	1,4	50	5,0	30	2,8	2,6	28	0,30	0,41	115
11	1	1,2	1,4	52	4,5	40	3,2	3,0	24	0,24	0,46	120
12	4	1,5	1,8	60	6,5	40	3,2	3,0	30	0,32	0,34	120
13	2	1,4	1,6	62	5,3	36	3,4	3,2	22	0,23	0,41	110
14	3	1,6	1,2	78	7,4	48	4,0	3,6	26	0,24	0,44	110
15	5	1,8	2,0	115	8,0	54	4,2	3,7	29	0,30	0,43	115
16	4	1,2	1,8	70	5,0	42	3,6	3,8	28	0,24	0,42	105
17	2	1,5	1,6	110	6,2	44	3,3	3,6	25	0,25	0,45	120
18	5	1,6	2,0	180	8,0	56	6,0	5,0	30	0,28	0,38	110
19	3	1,3	1,6	155	8,3	55	5,8	4,7	27	0,30	0,46	130
20	4	1,8	1,7	40	5,0	32	2,8	3,0	29	0,25	0,45	115
21	2	1,5	1,3	25	5,4	34	2,6	3,1	28	0,27	0,41	120
22	5	2,0	1,5	36	5,6	36	2,7	3,2	28	0,26	0,44	110
23	4	1,8	1,3	44	5,7	24	3,7	3,6	24	0,22	0,40	100
24	3	1,6	1,6	110	6,0	42	4,1	3,7	30	0,30	0,36	115
25	2	1,7	1,5	130	6,0	44	4,8	4,1	27	0,20	0,40	110
26	5	2,0	1,3	150	6,4	46	4,9	4,5	29	0,30	0,42	120
27	3	1,6	1,4	170	6,6	48	5,0	4,4	26	0,23	0,43	120
28	4	1,8	1,4	185	6,7	50	5,6	4,6	28	0,25	0,41	115
29	5	2,0	1,2	54	5,1	35	2,9	3,5	27	0,27	0,40	130
30	4	1,8	1,8	76	7,2	38	3,1	3,4	32	0,23	0,45	100

Примечания:

**m** - масса предмета, т или кг**b**-ширина предмета, м**h**-высота предмета, м**d** – плечо, м**z**-плечо, м**a**<sub>доп</sub> - допустимое ускорение, м/с<sup>2</sup>

## ВОЗДЕЙСТВИЕ УДАРНОЙ ВОЛНЫ НА ЭЛЕМЕНТЫ АВИАПРЕДПРИЯТИЯ

Таблица 3

№ п /п	Элементы АП	Краткая характеристика элементов	Разрушения при $\Delta P_{\phi}$ (кПа)			
			слабые	средние	силь- ные	полные
1	Транспортные самолеты	реактивные	13	20	40	55
2	Вертолеты, самолеты	поршневые	7	10	12	15
3	Склад ГСМ	полевое хранилище	20	40	60	100
4	Топливозаправщик	на базе грузового автомобиля	20	40	50	60
5	КДП	ж/б сооружение	8	20	40	60
6	Склад ИТС	кирпичное здание	10	20	30	40
7	Узел связи	кирпичное здание	8	15	25	35
8	Склад МТО	кирпичное здание	10	20	30	40
9	Автомобили	грузовые	20	40	50	60
10	Тракторы	гусеничные	30	40	80	100
11	Автоцистерны	на базе грузового автомобиля	20	40	50	60
12	Трансформ. подстанция	кирпичное сооружение	10	20	40	60
13	Распределительные устройства	открытые	15	25	35	50
14	Магнитные пускатели	наружные	20	30	40	60
15	Аппаратура	контрольно-измерительная	5	10	20	30
16	Антенная система	УКВ МРМ	30	40	50	70
17	Радиолокатор	обзорный	5	10	20	30
18	Радиосистема	посадки	7	12	25	35
19	Радиосистема	ближней посадки	10	20	30	40
20	Компрессоры	на шасси автомобиля	20	40	60	90
21	Контейнеры	грузовые	20	30	40	50
22	Здание аэропорта	Рассчитать согласно вариантам задания				
23	Здание А Т Б					
24	Гостиница					
25	Здание технических бригад					

ПРИЛОЖЕНИЕ  
ОБРАЗЕЦ


СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ

Таблица 4

№ п/п	Элементы АП	Разрушения при $\Delta P_{\text{ф}}$ (кПа)						Характер разруш. $\Delta P_{\text{ф max}}$	Предел уст. $\Delta P_{\text{ф lim}}$	Характер возд-ия U	Предел уст. $U_{\text{lim}}$	
		0	5	10	15	20	25				Эл-га	АП
1.	Транспортные самолёты							Среднее	20	Не возгор.		
2.	Вертолёты, самолёты порш.							Полное	10	Не возгор.		
3.	Топливозаправщик											
4.	Склад ГСМ											
5.	Склад ИТС и МТО											
6.	КДП											
7.	Узел связи											
8.	Трансформ. подстанция											
9.	Здание аэропорта											
10.	Здание А Т Б											
11.	Гостиница											
12.	Здание технических бригад											

$\Delta P_{\text{ф max}} = 22 \text{ кПа}$

 - слабые разрушения

 - средние разрушения

 - сильные разрушения

 - полные разрушения



**ВОЗДЕЙСТВИЕ СВЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
НА ВОЗГОРАЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Таблица 5

Группы возгораемых материалов	Наименование материалов	Возгорание при U (кДж/м <sup>2</sup> )	
		q = 10 кт	q = 20 Мт
1	Бумага, одежда и шторы из синтетических или х/б тканей темных оттенков, бензин и керосин в открытой таре	180	300
2	Изоляция кабелей, дермантин, брезент палаточный, тент из парусины, покрышки автомобильные и самолетные из синтетического каучука, резиновые детали, деревянные постройки, окрашенные в темный цвет	250	1000
3	Мазут, масло техническое, толь, рубероид, черепица, деревянные постройки не окрашенные	700	2000
4	Обивка сидений автомобилей, деревянные постройки, окрашенные в светлый цвет, краска машин и оборудования	1200	3500

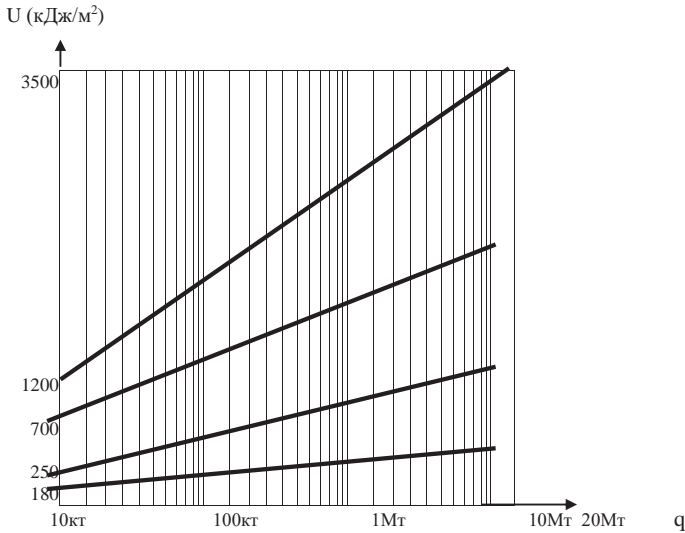


Рис. 6 Графики зависимости световых импульсов от мощности взрывов для различных групп возгораемых материалов

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимают под устойчивостью объекта экономики в ЧС?
2. Чем отличаются понятия “устойчивость объекта экономики в ЧС” и “устойчивость функционирования объекта экономики в ЧС”?
3. Какие факторы могут оказать влияние на устойчивость функционирования ОЭ в ЧС. Какие из них являются внешними, а какие внутренними?
4. В чем заключается исследование устойчивости, какие этапы включает процедура исследования устойчивости?
5. С какой периодичностью необходимо проводить исследование устойчивости ОЭ?
6. Какие задачи решаются на этапе оценки устойчивости объекта экономики в ЧС. Кто выполняет оценку устойчивости конкретных элементов ОЭ?
7. В чем отличие основных элементов ОЭ от вспомогательных?
8. Что понимают под критериями устойчивости. Приведите примеры критериев устойчивости объекта к конкретным поражающим факторам ЧС?
9. При каком условии мероприятия по предотвращению последствий ЧС являются экономически эффективными?
10. Какие степени разрушений принято выделять при воздействии на сооружения воздушной ударной волны?
11. Для каких элементов объекта при воздействии ударной волны выполняются расчеты на смещение, опрокидывание, инерционное (ударное) повреждение?
12. От каких параметров и как в ваших расчетах зависит значение избыточного давления во фронте ударной волны  $\Delta P_{\phi}$ ?
13. К каким последствиям может привести воздействие ударной волны на человека?
14. Как оценивается вероятность поражения персонала предприятия ударной волной?
15. К каким последствиям может привести воздействие светового излучения на человека?
16. Чем опасно световое излучение для различных материалов, оборудования, объектов?
17. Какие мероприятия позволяют повысить устойчивость объекта к воздействию ударной волны и светового излучения?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Карташев В.А., Наумова Т.В. Защита в чрезвычайных ситуациях. Оценка устойчивости элементов авиапредприятия в чрезвычайных ситуациях. Пособие по выполнению курсовой работы. – М.: МГТУ ГА, 2004.- 27 с.
2. Федеральный закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. №68-ФЗ
3. Федеральный закон «О гражданской обороне» от 12.02.1998 г. № 28-ФЗ;
4. Комплекс национальных стандартов Российской Федерации: Безопасность в чрезвычайных ситуациях
5. Шлендер П.Э., Маслова В.М., Подгаецкий С.И. Безопасность жизнедеятельности. Уч. пособие.-М.: Вузовский учебник,2003.- 208 с.
6. Бобок С.А., Юртушкин В.И. Чрезвычайные ситуации: защита населения и территорий. Уч. пособие для вузов.-М.: ГНОМ и Д, 2002. –300 с.
7. О декларации безопасности промышленного объекта в РФ. – пост Прав. РФ от 1 июля 1995 г №675.
8. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник / Под ред. Г.П. Демиденко. – К.: «В.Ш», 1987. - -256 с.
9. Федеральный закон «Об обороне» от 31.05. 1996 г. № 61-ФЗ.
10. Федеральный закон «О безопасности» от 28.12.2010 № 390-ФЗ
11. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 N 116-ФЗ
12. Емельянов, В.М. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / В.М. Емельянов, В.Н. Коханов, П.А. Некрасов, и др.. - М.: Академический проект, 2015. - 480 с
13. Шульгин, В. Н. Инженерная защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени / В.Н. Шульгин. - М.: Академический Проект, Деловая книга, 2016. - 688 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
1. Основы устойчивости функционирования объекта экономики в чрезвычайных ситуациях.....	4
2. Основы оценки устойчивости работы объекта.....	8
2.1. Оценка устойчивости объекта к воздействию ударной волны.....	8
2.1.1. Расчет на смещение объекта.....	9
2.1.2. Расчет на опрокидывание объекта.....	11
2.1.3. Расчет на инерционное разрушение объекта.....	12
2.2. Оценка устойчивости объекта к воздействию светового излучения.....	14
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	16
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	20
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	26
ЛИТЕРАТУРА .....	27