

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра газодинамических импульсных устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА

д.т.н. Саленко С. Д.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Действие средств поражения и боеприпасов

Образовательная программа: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, специализация: Автономные системы управления действием средств поражения

Курс: 5, семестр : 9

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	9
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	6
2	Всего часов	216
3	Всего занятий в контактной форме, час.	100
4	Лекции, час.	32
5	Практические занятия, час.	32
6	Лабораторные занятия, час.	32
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	48
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	
10	Самостоятельная работа, час.	116
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

ФГОС введен в действие приказом №1161 от 12.09.2016 г. , дата утверждения: 28.09.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ГДУ, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Балаганский И. А.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Гуськов А. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Легкий В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.4 умение формулировать тактико-технические задания на разработку перспективных образцов боеприпасов и взрывателей; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь обосновывать тактико-технические требования к действию боеприпасов различного типа и назначения для их проектирования, исследований и испытаний
Компетенция ФГОС: ПСК.15 владение знаниями по этапам функционирования и принципам действия взрывателей боеприпасов различного назначения; в части следующих результатов обучения:
з1. знать методы расчетов действия боеприпасов различного назначения

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Действие средств поражения и боеприпасов</i>	
ПК.4.у1 уметь обосновывать тактико-технические требования к действию боеприпасов различного типа и назначения для их проектирования, исследований и испытаний	
1.устройство, принцип действия и этапы функционирования соответствующих СПБ	Лекции; Самостоятельная работа
2.Основные физические процессы при функционировании соответствующих СПБ	Лекции; Самостоятельная работа
ПСК.15.з1 знать методы расчетов действия боеприпасов различного назначения	
3.Характеристики и параметры конструкции соответствующих СПЮ и их поражающего действия	Лекции; Самостоятельная работа
4.Современные методы расчета и испытаний СПБ различного типа и назначения	Лекции; Самостоятельная работа
5.условия эксплуатации и боевого применения соответствующих СПБ	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.4.у1 уметь обосновывать тактико-технические требования к действию боеприпасов различного типа и назначения для их проектирования, исследований и испытаний	
6.критерии оценки эффективности действия соответствующих СПБ	Лекции; Самостоятельная работа
7.проводить анализ целей и условий применения соответствующих СПБ; анализ конструктивных решений, функциональных возможностей и путей повышения эффективности действия СПБ	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПСК.15.з1 знать методы расчетов действия боеприпасов различного назначения	
8.выявлять физические особенности функционирования СПБ и создавать физико-математические модели соответствующих процессов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9.оценивать величины безопасных расстояний от места взрыва и оценивать стойкость защитных устройств и сооружений к действию взрыва и удара	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
10.выполнять расчеты основных параметров и оценку эффективности действия соответствующих СПБ	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.4.у1 уметь обосновывать тактико-технические требования к действию боеприпасов различного типа и назначения для их проектирования, исследований и испытаний	
11.обосновывать технические требования к проектированию, исследованию и испытаниям СПБ различного типа и назначения	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: ОСКОЛОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ				
1. Основные понятия и определения. Общие сведения. Механика высокоскоростной деформации и разрушения оболочек под действием взрыва. Моделирование процессов взрывного разрушения оболочек с помощью стандартных макетов. Статистические модели полей разлета осколков и формируемых осколочных спектров. Внешняя баллистика осколков. Виды поражающего действия осколков. Методы оптимизации параметров осколочных боеприпасов. Характеристики уязвимости объектов к 9 1, 10, 11, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 451/14591 7 осколочному действию, определение безопасных расстояний.	12	8	1, 10, 11, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Подготовка к лекциям, работа с литературой, выполнение РГЗ
Дидактическая единица: СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ КУМУЛЯТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ.				

2. Основные понятия и определения. Общие сведения. Физические основы функционирования. Формирование, растяжение металлических струй и их проникание в преграды. Влияние конструктивных параметров и технологии изготовления кумулятивного заряда на пробивное действие. Влияние условий применения на действие кумулятивных боеприпасов. Формирование и действие компактных поражающих элементов. Действие кумулятивных боеприпасов по современной танковой броне. Методы оценки эффективности кумулятивного действия.	11	8	1, 10, 11, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Подготовка к лекциям, чтение литературы, выполнение РГЗ
Дидактическая единица: СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ ФУГАСНОГО ДЕЙСТВИЯ				
3. Основные понятия и определения. Общие сведения. Взрыв заряда в воздухе. Отражение ударных волн от преград и обтекание преград ударными волнами. Определение параметров воздушной ударной волны при взрыве топливовоздушных смесей. Оценка воздействия ударных волн на различные объекты. Взрыв заряда в воде. Взрыв заряда в грунте.	12	8	1, 10, 11, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Подготовка к лекциям, работа с литературой, выполнение РГЗ
Дидактическая единица: СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ ПРОНИКАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ				
4. Основные понятия и определения. Общие сведения. Соударение ударников с преградами. Постановка различных задач проникания и пути их решения. Удар стержнями. Особенности соударения с тонкими преградами (экранами). Экспериментальные и экспериментально-теоретические методы конечной баллистики.	12	8	1, 10, 11, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Подготовка к лекциям, работа с литературой, выполнение РГЗ

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ ПРОНИКАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ				
1. Численное моделирование функционирования проникающего боеприпаса.	0	32	10, 11, 8	Освоение программного комплекса ANSYS AUTODYN, постановка задачи, выполнение численного моделирования, обработка результатов, подготовка отчета

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: ОСКОЛОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ				
1. Расчеты характеристик поражающего действия СПБ в различных условиях их применения	1	14	10, 11, 8, 9	Выполнение расчетов радиусов поражения осколочных взрывных устройств
Дидактическая единица: СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ ФУГАСНОГО ДЕЙСТВИЯ				
2. Расчеты радиусов поражения и определение безопасных расстояний.	0	9	10, 11, 7, 8, 9	Расчеты радиусов поражения различных объектов взрывными устройствами фугасного действия
3. Консультации преподавателя по выполнению курсовой работы	0	9	10, 11, 7, 8, 9	Обсуждение хода выполнения курсовой работы, исправление ошибок и замечаний преподавателя

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 9				
1	РГЗ	10, 11, 7, 8, 9	20	0
: Балаганский И. А. Образец контрольной работы по дисциплине "Действие средств поражения и боеприпасов" для студентов групп МА [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. А. Балаганский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1069_1325575833.docx . - Загл. с экрана. Балаганский И. А. Образец контрольной работы по дисциплине "Действие средств поражения" для студентов групп МБ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. А. Балаганский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1069_1325575969.doc . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5, 6	20	0

: Балаганский И. А. Образец контрольной работы по дисциплине "Действие средств поражения и боеприпасов" для студентов групп МА [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. А. Балаганский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1069_1325575833.docx . - Загл. с экрана. Балаганский И. А. Образец контрольной работы по дисциплине "Действие средств поражения" для студентов групп МБ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. А. Балаганский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1069_1325575969.doc . - Загл. с экрана.				
3	Дополнительная учебная деятельность	1, 2, 3, 4, 5, 6	76	0
: Балаганский И. А. Образец контрольной работы по дисциплине "Действие средств поражения и боеприпасов" для студентов групп МА [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. А. Балаганский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1069_1325575833.docx . - Загл. с экрана. Балаганский И. А. Образец контрольной работы по дисциплине "Действие средств поражения" для студентов групп МБ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. А. Балаганский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1069_1325575969.doc . - Загл. с экрана.				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6	0	9
: Балаганский И. А. Образец контрольной работы по дисциплине "Действие средств поражения и боеприпасов" для студентов групп МА [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. А. Балаганский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1069_1325575833.docx . - Загл. с экрана. Балаганский И. А. Образец контрольной работы по дисциплине "Действие средств поражения" для студентов групп МБ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. А. Балаганский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1069_1325575969.doc . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС
Размещение учебных материалов	ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 9	
<i>Подготовка к занятиям:</i>	
<i>Лекция:</i> Посещение	20
<i>Лабораторная:</i> Выполнение и защита	20
<i>Практические занятия:</i> Работа у доски	10

<i>РГЗ:</i>	10
<i>Экзамен:</i>	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ПК.4	у1. уметь обосновывать тактико-технические требования к действию боеприпасов различного типа и назначения для их проектирования, исследований и испытаний		+
ПСК.15	з1. знать методы расчетов действия боеприпасов различного назначения	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Балаганский И. А. Действие средств поражения и боеприпасов : [учебное пособие для вузов по направлению 170100 "Оружие и системы вооружения", специальности 170103 "Средства поражения и боеприпасы"] / И. А. Балаганский, Л. А. Мержиевский. - Новосибирск, 2012. - 407 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196711
2. Балаганский И. А. Действие средств поражения и боеприпасов : [учебник] / И. А. Балаганский, Л. А. Мержиевский ; [Новосиб. гос. техн. ун-т]. - Новосибирск, 2004. - 405 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031651

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Балаганский И. А. Образец контрольной работы по дисциплине "Действие средств поражения и боеприпасов" для студентов групп МА [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. А. Балаганский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1069_1325575833.docx. - Загл. с экрана.
2. Балаганский И. А. Образец контрольной работы по дисциплине "Действие средств поражения" для студентов групп МБ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. А. Балаганский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1069_1325575969.doc. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 ANSYS ACADEMIC RESEARCH AUTODYN

2 Windows

3 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Чтение лекций

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Выполнение лабораторных работ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра газодинамических импульсных устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Действие средств поражения и боеприпасов

Образовательная программа: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, специализация:
Автономные системы управления действием средств поражения

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Действие средств поражения и боеприпасов приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.4/ПК умением формулировать тактико-технические задания на разработку перспективных образцов боеприпасов и взрывателей	у1. уметь обосновывать тактико-технические требования к действию боеприпасов различного типа и назначения для их проектирования, исследований и испытаний	Консультации преподавателя по выполнению курсовой работы Основные понятия и определения. Общие сведения. Взрыв заряда в воздухе. Отражение ударных волн от преград и обтекание преград ударными волнами. Определение параметров воздушной ударной волны при взрыве топливовоздушных смесей. Оценка воздействия ударных волн на различные объекты. Взрыв заряда в воде. Взрыв заряда в грунте. Основные понятия и определения. Общие сведения. Механика высокоскоростной деформации и разрушения оболочек под действием взрыва. Моделирование процессов взрывного разрушения оболочек с помощью стандартных макетов. Статистические модели полей разлета осколков и формируемых осколочных спектров. Внешняя баллистика осколков. Виды поражающего действия осколков. Методы оптимизации параметров осколочных боеприпасов. Характеристики уязвимости объектов к 9 1, 10, 11, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 451/14591 7 осколочному действию, определение безопасных расстояний. Основные понятия и определения. Общие сведения. Соударение ударников с преградами. Постановка различных задач проникания и пути их решения. Удар стержнями. Особенности соударения с тонкими преградами (экранами). Экспериментальные и экспериментально-теоретические методы конечной баллистики. Основные понятия и		Экзамен, вопросы 1-26

		определения. Общие сведения. Физические основы функционирования. Формирование, растяжение металлических струй и их проникание в преграды. Влияние конструктивных параметров и технологии изготовления кумулятивного заряда на пробивное действие. Влияние условий применения на действие кумулятивных боеприпасов. Формирование и действие компактных поражающих элементов. Действие кумулятивных боеприпасов по современной танковой броне. Методы оценки эффективности кумулятивного действия. Расчеты радиусов поражения и определение безопасных расстояний. Расчеты характеристик поражающего действия СПБ в различных условиях их применения Численное моделирование функционирования проникающего боеприпаса.		
ПСК.15 владение знаниями по этапам функционирования и принципам действия взрывателей боеприпасов различного назначения	з1. знать методы расчетов действия боеприпасов различного назначения	Основные понятия и определения. Общие сведения. Взрыв заряда в воздухе. Отражение ударных волн от преград и обтекание преград ударными волнами. Определение параметров воздушной ударной волны при взрыве топливовоздушных смесей. Оценка воздействия ударных волн на различные объекты. Взрыв заряда в воде. Взрыв заряда в грунте. Основные понятия и определения. Общие сведения. Механика высокоскоростной деформации и разрушения оболочек под действием взрыва. Моделирование процессов взрывного разрушения оболочек с помощью стандартных макетов. Статистические модели полей разлета осколков и формируемых осколочных спектров. Внешняя баллистика осколков. Виды поражающего действия осколков. Методы оптимизации параметров осколочных боеприпасов. Характеристики уязвимости объектов к 9 1, 10, 11, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 451/14591 7 осколочному действию, определение безопасных расстояний. Основные понятия и определения. Общие сведения. Соударение	РГЗ	Экзамен, вопросы 27-53

		ударников с преградами. Постановка различных задач проникания и пути их решения. Удар стержнями. Особенности соударения с тонкими преградами (экранами). Экспериментальные и экспериментально-теоретические методы конечной баллистики. Основные понятия и определения. Общие сведения. Физические основы функционирования. Формирование, растяжение металлических струй и их проникание в преграды. Влияние конструктивных параметров и технологии изготовления кумулятивного заряда на пробивное действие. Влияние условий применения на действие кумулятивных боеприпасов. Формирование и действие компактных поражающих элементов. Действие кумулятивных боеприпасов по современной танковой броне. Методы оценки эффективности кумулятивного действия. Расчеты радиусов поражения и определение безопасных расстояний. Расчеты характеристик поражающего действия СПБ в различных условиях их применения		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 9 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.4/ПК, ПСК.15.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 9 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.4/ПК, ПСК.15, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера,

необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра газодинамических импульсных устройств

Паспорт экзамена

по дисциплине «Действие средств поражения и боеприпасов», 9 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-26, второй вопрос из диапазона вопросов 27-53 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Действие средств поражения и боеприпасов»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *0-19 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *20-26 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить

качественные характеристики процессов,
оценка составляет 27-33 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 34-40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Действие средств поражения и боеприпасов»

1. В чем отличие терминов «эффективность поражающего действия» и «эффективность боевого применения»?
2. Перечислите основные типы боеприпасов и их поражающие факторы.
3. Охарактеризуйте основные типы поражения целей.
4. Назовите и охарактеризуйте обобщенные характеристики поражающего действия ударных боеприпасов.
5. Что такое накопление ущерба?
6. Назовите и охарактеризуйте обобщенные характеристики поражающего действия дистанционных боеприпасов.
7. Как приведенные размеры цели отличаются от ее реальных размеров для поражения ударными и дистанционными боеприпасами?
8. Назовите типы целей и критерии эффективности их поражения.
9. Перечислите основные факторы, влияющие на степень фрагментации оболочек со стороны металла.
10. Что такое масштабный эффект при фрагментации?
11. Перечислите основные группы и марки осколочных сталей.
12. Как задается закон разлета осколков?
13. Как экспериментально определяются характеристики осколочных полей?
14. Что такое закон дробления оболочки на осколки и как экспериментально он определяется?
15. Перечислите основные характеристики формы осколка.
16. Перечислите три концепции поражения целей осколками. Какая, по вашему мнению, наиболее правильно отражает действительность?
17. Перечислите основные виды поражающего действия осколков по различным целям.
18. В чем заключается принцип кумуляции энергии?
19. Какая примерно скорость головной и хвостовой частей кумулятивной струи?
20. В чем заключаются основные отличия обычного кумулятивного заряда от снарядоформирующего заряда?
21. Каковы примерно скорость метания и масса ударного ядра?
22. Из какой части кумулятивной облицовки формируется струя, а из какой пест?
23. Как изменяется максимальная глубина кратера в преграде от расстояния между кумулятивным зарядом и мишенью?
24. Почему в гидродинамической теории кумуляции пренебрегают прочностью материалов?
25. Какой угол больше: угол раствора кумулятивной облицовки или угол схлопывания и почему?
26. Почему не образуются кумулятивные струи при очень малых и очень больших углах схлопывания облицовки?

27. Как можно оценить максимально возможную скорость кумулятивной струи для данного материала облицовки?
28. Что понимается под фугасным действием?
29. Отметьте отличительные особенности боеприпасов объемного взрыва.
30. Почему при взрыве на земной поверхности давление в воздушной УВ выше, чем при взрыве заряда на высоте?
31. Почему при отражении ударной волны от преграды растет давление на ее фронте?
32. Что такое регулярное и нерегулярное отражение ударных волн?
33. Что понимается под верхним и нижним концентрационными пределами воспламеняемости и детонации для топливно-воздушной смеси?
34. В чем заключаются отличия между дефлягацией и детонацией топливно-воздушной смеси?
35. В каких случаях результаты воздействия взрывных волн на цели должны оцениваться по избыточному давлению, в каких – по удельному импульсу, а в каких – по совместному воздействию давления и импульса?
36. В каких случаях при оценке поражения целей фугасным действием можно использовать значения параметров непосредственно на фронте ударной волны в воздухе?
37. Почему при нахождении человека около здания или забора поражающее действие ударной волны может резко возрасти?
38. Опишите характерные признаки взрыва заряда конденсированного ВВ в воде.
39. Для поражения каких целей используют фугасное действие зарядов ВВ в грунте?
40. Что следует понимать под зарядом усиленного, нормального и уменьшенного выброса?
41. Перечислите и охарактеризуйте основные виды разрушающего действия заряда ВВ при его взрыве в грунте.
42. Что такое проникание?
43. Что понимают под пробиванием?
44. Что такое баллистический предел?
45. Что связывает формула Жакоб де Марра?
46. Что определяют формулы Забудского, Березанская и АНИИ?
47. В чем заключаются особенности взаимодействия ударника с тонкими преградами?
48. При каких условиях может реализоваться частичное или полное испарение вещества ударника при соударении с тонкой преградой?
49. Какая фундаментальная гипотеза чаще всего используется при построении физических моделей деформирования материалов?
50. На чем базируется подход Эйлера к выбору системы отсчета?
51. На чем базируется подход Лагранжа к выбору системы отсчета?
52. Что такое определяющие уравнения?
53. Что такое уравнения состояния?

Пример экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Действие средств поражения и боеприпасов»

1. В чем отличие терминов «эффективность поражающего действия» и «эффективность боевого применения»?
2. Что следует понимать под зарядом усиленного, нормального и уменьшенного выброса?

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Действие средств поражения и боеприпасов», 9 семестр

1. Методика оценки

Должен быть выполнен расчет параметров фугасного и теплового воздействия при взрыве топливно-воздушной смеси. Параметры смеси и условия взрыва задаются индивидуально каждому студенту. Должны быть выполнены все пункты задания. РГЗ должно быть оформлено аккуратно в формате MS Word.

2. Критерии оценки

Каждое задание РГЗ оценивается равноценно в 5 баллов. Суммарное количество баллов составляет 10.

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, оценка составляет 0-4 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: студент не может объяснить, как он выполнял работу, оценка составляет 5-6 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа выполнена в полном объеме, студент может, в целом, объяснить, как он выполнял работу, но плохо владеет теорией, оценка составляет 7-8 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа выполнена в полном объеме, студент может объяснить, как он выполнял работу, хорошо владеет теоретическим материалом, оценка составляет 9-10 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ считается сданным, если количество баллов за оба задания составляет не менее 5 (из 10 возможных).

4. Структура РГЗ

РГЗ состоит из двух частей:

Задание 1. Оценка фугасного действия.

Задание 2. Оценка теплового действия.

5. Пример РГЗ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра ГДУ

Расчетно-графическое задание
по дисциплине «Действие средств поражения и боеприпасов »

Выполнила:
студентка ФЛА
А.
группы МА-11
Литяева Э.Е.

Преподаватель:
Балаганский И.

Новосибирск 2015

Оглавление

Задание 1:	4
Определение эффективного энергозапаса ТВС:	4
Определение ожидаемого режима взрывного превращения.....	5
Определение размерных величин:	7
Оценка поражающего действия	7
Выводы:.....	11
Задание №2	11
Интенсивность теплового излучения:	13
Список использованной литературы:.....	16

Оценка фугасного действия

101 Задание 1:

В безветренную погоду, в результате аварии на автодороге, проходящей по открытой местности, произошел разрыв цистерны, в которой находилось 9 тонн окиси этилена. Для оценки возможных максимальных повреждений предположим, что в результате выброса в пределах воспламенения оказалось максимально возможное количество газа. Средняя концентрация окиси этилена в образовавшемся облаке составила приблизительно 140 г/м^3 . В результате воспламенения произошёл взрывной режим превращения облака паров окиси этилена.

Требуется определить параметры ударной волны на расстоянии 100 м от места взрыва, то есть вычислить образовавшееся избыточное давление, импульс фазы сжатия. А также определить вероятные степени поражения людей и степени повреждений зданий от взрывной нагрузки при аварии.

Решение:

Для решения поставленной задачи необходимо воспользоваться «Методикой оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» (с изменениями и дополнениями) РД 03-409-01, утвержденной Постановлением Госгортехнадзора России от 26 июня 2001 г.

Таблица 1.1

Исходные данные:

Тип топлива	Окись этилена ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$)
Агрегатное состояние ТВС	Гомогенное (газ)
Средняя концентрация горючего вещества	$C_2=0,14 \text{ кг/м}^3$
Масса горючего вещества в облаке	$M_2=9000 \text{ кг}$
Окружающее пространство	Открытое - вид 4

102 Определение эффективного энергозапаса ТВС:

Если $C_2 > C_{ст}$, то эффективный энергозапас горючей смеси определяется по соотношению:

$$E_r = 2 \cdot M_r \cdot q_r \cdot \frac{C_{ст}}{C_r};$$

Если $C_2 \leq C_{ст}$, то :

$$E_r = 2 \cdot M_r \cdot q_r$$

Теплота сгорания находится по формуле:

$$q_r = 44\beta \text{ (МДж/кг)},$$

где β - корректировочный параметр. Для наиболее распространенных в промышленном производстве опасных веществ (определяется из таблицы 1 Методики); окись этилена относится к 1-му классу чувствительности – особо чувствительное вещество.

Для окиси этилена $\beta=0,62$

Тогда: $q_T = 44\beta = 44 \cdot 0,62 = 2,72 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$

Стехиометрическая концентрация вещества в смеси с воздухом:

$$C_{CT} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta^*}$$

$\beta^* = n_c + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2} = 2 + \frac{4}{4} - \frac{1}{2} = 2,5$, где n_X – число атомов галогенов,

n_O – число атомов кислорода, n_H – число атомов водорода, n_C – число атомов углерода.

$$C_{CT} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 2,5} = 7,63\% \text{ - объемная}$$

Рассчитаем $C_{CT} \text{ кг/м}^3$

$$C_{CT} \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right] = \frac{C_{CT}^{\text{об}} \% \cdot \mu}{100\% \cdot \frac{22,4 \text{ л}}{\text{моль}}} = \frac{7,63\% \cdot 44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{100\% \cdot \frac{22,4 \text{ л}}{\text{моль}}} = 0,149 \text{ кг/м}^3$$

$$C_{CT} > C_T$$

$$E_T = 2 \cdot M_T \cdot q_T = 2 \cdot 9000 \text{ кг} \cdot 2,72 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг} = 4,9 \cdot 10^{11} \text{ Дж}$$

103 Определение ожидаемого режима взрывного превращения

Окись этилена относится к 1-му классу опасности – среднечувствительные вещества.

Окружающее пространство - открытое (вид 4).

Согласно экспертной таблице 1.2 (Методика «Классификация горючих веществ по степени чувствительности») данный параметр соответствует ожидаемому диапазону скорости взрывного превращения 4.

Таблица 1.2

Экспертная таблица для определения режима взрывного превращения

Класс горючего	Вид окружающего пространства			
	1	2	3	4

вещества	Ожидаемый диапазон скорости взрывного превращения			
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	2	3	4	5
4	3	4	5	6

По экспертной табл. 1.2 методики определяем ожидаемый режим взрывного превращения облака ТВС – дефлаграция, ожидаемый диапазон скорости взрывного превращения – 3.

Для диапазона – 3: дефлаграция, скорость фронта пламени 200-300 м/с.

$$V_f = 300 \text{ м/с},$$

Определение основных безразмерных параметров взрыва ТВС

Для заданного расстояния $R=100 \text{ м}$ определим безразмерное расстояние от центра облака ТВС:

$$R_x = \frac{R}{(E/P_0)^{1/3}} = \frac{100 \text{ м}}{(4,9 \cdot 10^{11} \text{ Дж} / 101324 \text{ Па})^{1/3}} = 0,58$$

$P_0=101324 \text{ Па}$ – атмосферное давление;

Найдем безразмерное давление и импульс. Степень расширения продуктов сгорания для газовых смесей: $\sigma = 7$ (гомогенные).

Вычислим величины P_{x1} и I_{x1} по формулам, применяемым для случая дефлаграции газовых смесей.

Безразмерное давление:

$$P_{x1} = \left(\frac{V_e}{C_0} \right)^2 \cdot \frac{\sigma - 1}{\sigma} \cdot \left(\frac{0,83}{R_x} - \frac{0,14}{R_x^2} \right) = \left(\frac{300 \text{ м/с}}{340 \text{ м/с}} \right)^2 \cdot \frac{7 - 1}{7} \cdot \left(\frac{0,83}{0,58} - \frac{0,14}{0,58^2} \right) = 0,66;$$

Безразмерный импульс фазы сжатия:

$$I_{x1} = \left(\frac{V_e}{C_0} \right)^2 \cdot \frac{\sigma - 1}{\sigma} \cdot \left(1 - 0,4 \cdot \frac{\sigma - 1}{\sigma} \cdot \frac{V_e}{C_0} \right) \cdot \left(\frac{0,06}{R_x} + \frac{0,01}{R_x^2} - \frac{0,0025}{R_x^3} \right)$$

$$I_{x1} = \left(\frac{300 \text{ м/с}}{340 \text{ м/с}} \right)^2 \cdot \frac{7 - 1}{7} \cdot \left(1 - 0,4 \cdot \frac{7 - 1}{7} \cdot \frac{300 \text{ м/с}}{340 \text{ м/с}} \right) \cdot \left(\frac{0,06}{0,58} + \frac{0,01}{0,58^2} - \frac{0,0025}{0,58^3} \right) = 0,05$$

Вычислим величины P_{x2} и I_{x2} по формулам, применяемым для случая детонации газовых смесей. Безразмерное давление:

$$P_{x2} = \exp(-1,124 - 1,66 \ln R_x + 0,26 \ln^2 R_x) = \exp(-1,124 - 1,66 \ln 0,58 + 0,26 \ln^2 0,58) = 0,85;$$

Безразмерный импульс фазы сжатия:

$$I_{x2} = \exp(-3,4217 - 0,898 \ln R_x - 0,0096 \ln^2 R_x)$$

$$I_{x2} = \exp(-3,4217 - 0,898 \ln 0,58 - 0,0096 \ln^2 0,58) = 0,055;$$

Окончательные значения P_x и I_x выбираются из условий:

$$P_x = \min(P_{x1}, P_{x2}) = \min(0,66; 0,85) = 0,66;$$

$$I_x = \min(I_{x1}, I_{x2}) = \min(0,05; 0,055) = 0,05;$$

Определение размерных величин:

Избыточное давление:

$$\Delta P = P_x \cdot P_0 = 0,66 \cdot 101324 \text{ Па} = 67 \cdot 10^3 \text{ Па};$$

Импульс волны давления:

$$I = \frac{I_x \cdot P_0^{2/3} \cdot E^{1/3}}{C_0} = \frac{0,05 \cdot 101324 \text{ Па}^{2/3} \cdot (4,9 \cdot 10^{11} \text{ Дж})^{1/3}}{340 \text{ м/с}} = 2279 \text{ Па} \cdot \text{с};$$

C_0 - скорость звука в воздухе, м/с.

104 Оценка поражающего действия

1) Вероятность повреждений стен промышленных зданий, при которых возможно восстановление зданий без их сноса, оценивается по соотношению:

$$Pr_1 = 5 - 0,26 \ln V_1,$$

Где Pr_1 – пробит-функция;

Фактор V_1 рассчитывается с учетом перепада давления в волне и импульса статического давления по соотношению:

$$V_1 = \left(\frac{17500}{\Delta P} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{I} \right)^{9,3} = \left(\frac{17500}{67 \cdot 10^3 \text{ Па}} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{2279 \text{ Па} \cdot \text{с}} \right)^{9,3} = 0,000012;$$

$$Pr_1 = 5 - 0,26 \ln(0,000012) = 7,9;$$

По табл. 1.3 Методики «Связь вероятности поражения с пробит-функцией» вероятность повреждения стен промышленных зданий, при которых возможно восстановление зданий без их сноса для $Pr_1 = 7,9$; $P_1 = 99\%$;

2) Вероятность разрушений промышленных зданий, при которых здания подлежат сносу, оценивается по соотношению:

$$Pr_2 = 5 - 0,22 \ln V_2 ;$$

В этом случае фактор V_2 рассчитывается по формуле:

$$V_2 = \left(\frac{40000}{\Delta P} \right)^{7,4} + \left(\frac{460}{I} \right)^{11,3} = \left(\frac{40000}{67 \cdot 10^3 \text{ Па}} \right)^{7,4} + \left(\frac{460}{2279 \text{ Па} \cdot \text{с}} \right)^{11,3} = 0,022;$$

$$Pr_2 = 5 - 0,22 \ln V_2 = 5 - 0,22 \ln(0,022) = 4,16;$$

По табл. 1.3 Методики «Связь вероятности поражения с пробит-функцией» вероятность разрушений промышленных зданий, при которых здания подлежат сносу для $Pr_2 = 4,16$; $P_2 = 20\%$.

3) Вероятность длительной потери управляемости у людей (состояние нокдауна), попавших в зону действия ударной волны при взрыве облака ТВС, может быть оценена по величине пробит-функции:

$$Pr_3 = 5 - 5,74 \ln V_3 ;$$

В этом случае фактор опасности V_3 рассчитывается по формуле:

$$V_3 = \frac{4,2}{\bar{p}} + \frac{1,3}{\bar{i}} ;$$

Безразмерное давление и безразмерный импульс задаются выражениями:

$$\bar{p} = 1 + \frac{\Delta P}{P_0} = 1 + \frac{67 \cdot 10^3 \text{ Па}}{101324 \text{ Па}} = 1,66;$$

$$\bar{i} = \frac{I}{P_0^{1/2} \cdot m^{1/3}} = \frac{2279}{101324 \text{ Па}^{1/2} \cdot 50^{1/3}} = 1,9 ,$$

где m – масса тела живого организма, (при отсутствии данных принимают 70 кг);

$$V_3 = \frac{4,2}{\bar{p}} + \frac{1,3}{\bar{i}} = \frac{4,2}{1,66} + \frac{1,3}{1,9} = 3,2;$$

$$Pr_3 = 5 - 5,74 \ln V_3 = 5 - 5,74 \ln 3,2 = -1,9;$$

По табл. 1.3 Методики «Связь вероятности поражения с пробит-функцией» вероятность длительной потери управляемости у людей при отрицательном значении пробит-функции $Pr_3 = -1,9$; $P_3 = 0\%$.

4) Вероятность разрыва барабанных перепонки у людей от уровня перепада давления в воздушной волне определяется выражением:

$$Pr_4 = -12,65 + 1,524 \cdot \ln \Delta P = -12,65 + 1,524 \ln 67 \cdot 10^3 = 4,25;$$

По табл. 1.3 Методики «Связь вероятности поражения с пробит-функцией» вероятность разрыва барабанных перепонки у людей для $Pr_4 = 4,25$; $P_4 = 23\%$.

5) Вероятность отброс людей волной давления оценивается по величине пробит-функции:

$$Pr_5 = 5 - 2,46 \cdot \ln V_5$$

Здесь фактор V_5 рассчитывается из соотношения:

$$V_5 = \frac{7,38 \cdot 10^3}{\Delta P} + \frac{1,3 \cdot 10^9}{\Delta P \cdot I} = \frac{7,38 \cdot 10^3}{67 \cdot 10^3} + \frac{1,3 \cdot 10^9}{67 \cdot 10^3 \cdot 2279} = 8,61.$$

$$Pr_5 = 5 - 2,46 \cdot \ln V_5 = 5 - 2,46 \cdot \ln 16,964 = -0,3; .$$

По табл. 1.3 Методики «Связь вероятности поражения с пробит-функцией» вероятность отброса людей волной давления при значении пробит-функции $Pr_5 = -0,3$; $P_5 = 0\%$.

Таблица 1.3.

Связь вероятности поражения с пробит-функцией Pr

Условная вероятность поражения, %	Величина Pr									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,90	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81

Условная вероятность поражения, %	Величина Pr									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

105 Выводы:

При взрыве цистерны, содержащей 9 тонн окиси этилена на расстоянии 100 м от взрыва образуется избыточное давление 67 кПа и импульс волны давления составляет $2279 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Взрыв проходит в режиме дефлаграции со скоростью фронта пламени 300 м/с .

При нахождении на таком расстоянии строений или людей вероятность повреждений следующая:

А)повреждения стен промышленных зданий ,при которых возможно восстановление зданий без их сноса – 99%.

Б)Разрушения промышленных зданий , при которых здания подлежат сносу более – 20%

В)Длительная потеря управляемости у людей, попавших в зону действия ударной волны при взрыве облака ТВС – 0%.

Г) Разрыв барабанных перепонок у людей от уровня перепада давления в воздушной волне – 23%.

Д) Отброс людей волной давления – 0%.

Оценка теплового действия

106 Задание №2

Рассчитать интенсивность теплового излучения q , кВт/м^2 для «огненного шара». Провести оценку последствий после пожара «огненный шар» на расстоянии $r=100\text{м}$ от центра. Исходные данные взять из задания 1, таблица 1.1.

Тепловое воздействие при взрыве оказывает сильное поражающее действие. При разрушении резервуара с ЛВЖ, ГГ, СУГ выброс горючего

вещества в атмосферу приводит к образованию облака. Облако смеси паров или газов с воздухом, переобогащенное горючими веществами, не способно гореть в детонационном режиме. Оно начинает гореть с внешней оболочки, горит по дефлаграционному механизму и образует огненный шар.

Огненный шар – крупномасштабное диффузионное горение, реализуемое при разрыве резервуара с горючей жидкостью или газом под давлением с воспламенением содержимого резервуара. Высокотемпературные продукты горения светятся и излучают тепловую энергию, что может стать причиной ожогов кожных покровов людей, находящихся на опасных расстояниях. Огненный шар зарождается в момент контакта облака с источником зажигания. Поднимаясь, шар образует грибовидное облако, ножка которого – восходящие конвективные потоки воздуха. Вовлекаемый воздух разбавляет и охлаждает газы. Радиационные потери также вносят свой вклад в процесс быстрого охлаждения. Горение газов и вовлеченного воздуха продолжается до тех пор, пока температура не становится меньше температуры воспламенения.

Решение:

Для решения поставленной задачи необходимо воспользоваться нормами пожарной безопасности «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» НПБ-105-03. Утверждены приказом МЧС России от 18.06.2003 г. № 314.

Таблица 2.1

Исходные данные:

Тип топлива	Окись этилена
Масса горючего вещества в облаке	$m=9000\text{кг}$
Расстояние от центра	$r=100\text{м}$

Интенсивность теплового излучения:

Интенсивность теплового излучения $q, \text{кВт}\cdot\text{м}^{-2}$, для пожара пролива жидкости или при горении твердых материалов вычисляют по формуле:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau, \text{ где}$$

E_f - среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, $\text{кВт}/\text{м}^2$;

F_q - угловой коэффициент облученности; τ - коэффициент пропускания атмосферы. Величину E_f определяют на основе имеющихся экспериментальных данных. Допускается для огненного шара принимать E_f равным $450 \text{ кВт}/\text{м}^2$.

Значение F_q вычисляем по формуле:

$$F_q = \frac{H / D_s + 0,5}{4 \cdot [(H / D_s + 0,5)^2 + (r / D_s)^2]^{1,5}},$$

где H - высота центра «огненного шара», м; D_s - эффективный диаметр «огненного шара», м; r - расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», м.

Эффективный диаметр «огненного шара» D_s определяем по формуле:

$$D_s = 5,33 \cdot m^{0,327},$$

где m - масса горючего вещества, кг.

Величину H определяют в ходе специальных исследований. Допускается принимать величину H равной $D_s/2$.

$$D_s = 5,33 \cdot m^{0,327} = 5,33 \cdot 9000^{0,327} = 104,62 \text{ м}$$

$$H = \frac{D_s}{2} = \frac{104,62}{2} = 52,31 \text{ м}$$

$$F_q = \frac{H / D_s + 0,5}{4 \cdot [(H / D_s + 0,5)^2 + (r / D_s)^2]^{1,5}}$$

$$F_q = \frac{52,31_{\text{м}} / 104,62_{\text{м}} + 0,5}{4 \cdot [(52,31_{\text{м}} / 104,62_{\text{м}} + 0,5)^2 + (100_{\text{м}} / 104,62_{\text{м}})^2]^{1,5}} = 0,09$$

Время существования «огненного шара» t_s определяем по формуле:

$$t_s = 0,92 \cdot m^{0,303} = 0,92 \cdot 9000^{0,303} = 14,51 \text{ с}$$

Коэффициент пропускания атмосферы τ рассчитываем по формуле:

$$\tau = \exp \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (\sqrt{r^2 + H^2} - D_s / 2) \right].$$

$$\tau = \exp \left[-7 \cdot 10^{-4} \left(\sqrt{(100 \text{ м})^2 + (52,31 \text{ м})^2} - 104,62_{\text{м}} / 2 \right) \right] = 0,95$$

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 450 \text{ кВт/м}^2 \cdot 0,09 \cdot 0,95 \approx 39 \text{ кВт/м}^2 = 39 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$$

Нестационарные источники теплового излучения

Изучение воздействия тепловых потоков на персонал позволило найти зависимость ожидаемой степени поражения от времени экспозиции нестационарными тепловыми импульсами. Так, вероятность достижения ожогов первой степени можно оценить по величине функции «пробит», рассчитываемой по соотношению

$$P_{r6} = -39,83 + 3,0186 \cdot \ln(t_s \cdot q^{4/3}) = -39,83 + 3,0186 \cdot \ln(14,51 \cdot (39 \cdot 10^3)^{4/3}) = 10,58$$

По табл. 3 Методики «РД 03-409-01» связь вероятности поражения с пробит-функцией P_r

$$P_{r6} = 10,58; P_6 = 100\%.$$

Вероятность достижения ожогов второй степени устанавливается по выражению

$$P_{r7} = -43,14 + 3,0188 \cdot \ln(t_s \cdot q^{4/3}) = -43,14 + 3,0188 \cdot \ln(14,51 \cdot (39 \cdot 10^3)^{4/3}) = 7,27$$

По табл. 3 Методики «РД 03-409-01» связь вероятности поражения с пробит-функцией P_r для

$$P_{r7} = 7,27; P_7 = 99\%.$$

Смертельный исход для незащищенных специальными костюмами людей наступит с вероятностью, равной

$$P_{r8} = -36,38 + 2,56 \cdot \ln(t_s \cdot q^{4/3}) = -36,38 + 2,56 \cdot \ln(14,51 \cdot (39 \cdot 10^3)^{4/3}) = 6,37$$

По табл. 3 Методики «РД 03-409-01» связь вероятности поражения с пробит-функцией P_r для

$$P_{r8} = 6,37; P_8=91\%.$$

Для персонала в защитной одежде вероятность летального исхода задана выражением

$$P_{r9} = -37,23 + 2,56 \cdot \ln(t_s \cdot q^{4/3}) = -37,23 + 2,56 \cdot \ln(14,51 \cdot (39 \cdot 10^3)^{4/3}) = 5,52$$

По табл. 3 Методики «РД 03-409-01» связь вероятности поражения с пробит-функцией P_r для

$$P_{r9} = 5,52; P_9=70\%.$$

Таким образом, из расчетов видно, что при времени воздействия «огненного шара» на человека в течение 14,51 с приведет к летальному исходу.

Список использованной литературы:

1. РД 03-409-01. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (с изменениями и дополнениями). Утверждена Постановлением Госгортехнадзора России от 26 июня 2001г. №25
2. Балаганский И.А. Лекции по дисциплине «Средства поражения и боеприпасы »
3. Балаганский И.А, Мержиевский Л.А. Действие средств поражения и боеприпасов : Учебник.- Новосибирск: Изд-во НГТУ.- 2004. -408 с.-(Серия «Учебник НГТУ»)
4. НПБ-105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.Утверждено приказом МЧС России от 18.06.2003 г. № 314.
5. ГОСТ Р12.3.047-98 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – Введ. 2000-01-01. – М.: стандартиформ, 2000. – 109с.
6. Гельфанд Б.Е., Сильников М.В. Взрывобезопасность / под ред. В.С. Артамонова.- СПб:Астерион, 2006.-392 с.