

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Саровский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Теоретической и экспериментальной механики»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф-м.н.

 А.К. Чернышев

« 30 » июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Действие обычных боеприпасов

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	15.04.03 Прикладная механика
Наименование образовательной программы	Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры
Квалификация (степень) выпускника	магистр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

протокол № _____ от _____ 2022 г.

« _____ » _____ 2022 г.

г. Саров, 2022 г.

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202___/202___ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202___/202___ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202___/202___ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202___/202___ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/	Интерактивные часы
3	16	4	144	16	16	-	76	-	Э	6
ИТОГО	16	4	144	16	16	-	76	-	36	6

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Действие обычных боеприпасов» обеспечивает не только нормативно-методическую базу освоения обучающимися профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки 15.04.03 «Прикладная механика», с квалификацией выпускника магистр, но и высокую профессиональную конкурентоспособность выпускников и их востребованность для решения актуальных задач у потребностей регионального и Всероссийского рынка труда, с учетом перспектив его развития.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Действие обычных боеприпасов» являются:

- ✓ подготовка специалистов к участию в создании новых образцов средств поражения и боеприпасов (БП), методик их испытаний и расчета параметров действия.

Задачами дисциплины является изучение:

- ✓ методов расчета параметров действия осколочных, кумулятивных и фугасных средств поражения и БП;
- ✓ физических особенностей действия осколочных, кумулятивных и фугасных средств поражения и БП;
- ✓ функциональных возможностей действия осколочных, кумулятивных и фугасных средств поражения и БП и областей их применения.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Действие обычных боеприпасов» относится к базовой части образовательной программы подготовки магистров по профилю «Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры» направления 15.04.03 «Прикладная механика».

Курс опирается на материал следующих дисциплин, читаемых магистрам по направлению подготовки 15.04.03 «Прикладная механика» физико-технических специальностей: механика жидкости и газа, физика взрыва и удара, взрывчатые вещества, экспериментальная механика, вычислительная механика, основы физики прочности и механики разрушения, взрывные технологии.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по курсам математики, общей физики, сопротивления материалов.

После освоения данной дисциплины студент подготовлен для изучения следующих курсов учебного плана: научно-исследовательская практика, преддипломная практика, подготовка магистерской диссертации по направлению «Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры» в специализированных подразделениях ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:

Профессиональные компетенции (ПК)

в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский, включающий расчетно-экспериментальную деятельность			
подготовка и проведение расчетно-экспериментальных исследований в области прикладной механики	Физико-механические процессы и явления, машины, конструкции, приборы и аппаратура и другие объекты современной техники различных подразделений РФЯЦ-ВНИИЭФ, которые для своего изучения и решения требуют разработки и применения экспериментальных методов исследования, математических и компьютерных моделей, основанных на законах механики.	ПК-2 Способен к выполнению экспериментов и оформлению результатов исследований и разработок <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и Опытно-конструкторским разработкам»	3-ПК-2 Знать: методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации У-ПК-2 Уметь: оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Уметь: применять методы проведения экспериментов В-ПК-2 Владеть: навыками составления отчетов (разделов отчетов) по теме или по результатам проведенных экспериментов
Тип задачи профессиональной деятельности: проектно-конструкторский			
проектирование	Физико-	ПК-5 Способен к	3-ПК-5 Знать: технологии

<p>машин и конструкций на основе математического и компьютерного моделирования с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности, безопасности</p>	<p>механические процессы и явления, машины, конструкции, приборы и аппаратура и другие объекты современной техники различных подразделений РФЯЦ-ВНИИЭФ, которые для своего изучения и решения требуют разработки и применения экспериментальных методов исследования, математических и компьютерных моделей, основанных на законах механики.</p>	<p>разработке материалов технического предложения, эскизного проекта подсистем изделия</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «32.003. Специалист по проектированию и конструированию механических конструкций, узлов и агрегатов систем летательных аппаратов»</p>	<p>информационной поддержки жизненного цикла изделия</p> <p>Знать: основы систем автоматизированного проектирования</p> <p>У-ПК-5 Уметь: применять инструментарий: - пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации; - пользоваться стандартными пакетами прикладных программ при проведении расчетных, конструкторских и проектировочных работ, графического оформления проекта</p> <p>В-ПК-5 Разработка текстовой и графической документации в соответствии с требованиями нормативной документации для технических предложений и эскизных проектов на агрегаты, узлы, системы и комплексы</p>
<p>Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский, включающий расчетно-экспериментальную деятельность</p>			
<p>подготовка и проведение расчетно-экспериментальных исследований в области прикладной механики</p>	<p>физико-механические процессы и явления, машины, конструкции, приборы и аппаратура и другие объекты современной техники различных подразделений РФЯЦ-ВНИИЭФ, которые для своего изучения и решения требуют разработки и применения экспериментальных методов исследования,</p>	<p>ПК-1.1 способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организаций ядерно-оружейного комплекса</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»</p>	<p>З-ПК-1.1 знать методы проведения исследований и разработок</p> <p>У-ПК-1.1 уметь оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (патенты, научно-техническая документация)</p> <p>В-ПК-1.1 владеть навыками проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования</p>

	математических и компьютерных моделей, основанных на законах механики.		
Тип задачи профессиональной деятельности: проектно-конструкторский			
проектирование машин и конструкций на основе математического и компьютерного моделирования с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности, безопасности	Физико-механические процессы и явления, машины, конструкции, приборы и аппаратура и другие объекты современной техники различных подразделений РФЯЦ-ВНИИЭФ, которые для своего изучения и решения требуют разработки и применения экспериментальных методов исследования, математических и компьютерных моделей, основанных на законах механики.	ПК-1.3 способен обобщать результаты проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработки предложений по разработке и усовершенствованию ядерно-оружейных технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»	З-ПК-1.3 знать метрологию, стандартизацию и сертификацию в атомной отрасли У-ПК-1.3 уметь использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщение, производить сравнительный анализ В-ПК-1.3 владеть навыками методами анализа и обобщения результатов выполненных научно-технических исследований и разработок

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы						
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 5.3)	
			16	16	-	76			
Семестр 3									
Раздел 1.									
1.1.	Тема 1. Характеристики осколочных полей и расчет действия осколочных зарядов	1-2	2			8	УО		
1.2	Тема 2. Физика высокоскоростной деформации и разрушения осколочных оболочек	3-4	2	4		10	УО		
1.3	Тема 3. Действие осколков по целям	5-6	2			8	УО	5	
1.4	Тема 4. Физика формирования, растяжения и разрушения кумулятивных струй, компактных и удлиненных поражающих элементов (ударных ядер)	7-8	2	4		12	УО	10	
Рубежный контроль		8						Кр	10
Раздел 2.									
2.1	Тема 1. Расчет функционирования кумулятивных зарядов различного назначения	9-10	2			8	УО		
2.2	Тема 2. Влияние условий применения на действие кумулятивных зарядов	11-12	2	4		10	УО		
2.3	Тема 3. Элементы теории действия взрыва	13-14	2			8	УО	5	
2.4	Тема 4. Параметры действия взрывных волн в различных средах	15-16	2	4		12	УО	10	
Рубежный контроль		16						Кр	10
Промежуточная аттестация						Экзамен	36	45	
Посещаемость								5	
Итого:			16	16	-	76	36	100	

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

Кр – контрольная работа

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
3 семестр		
Раздел 1.		
1.1	Тема 1. Характеристики осколочных полей и расчет действия осколочных зарядов	Классификация осколочных зарядов. Виды осколочных полей. Круговое осколочное поле. Распределение масс и скоростей по углу разлета. Годограф скоростей. Модель однозонного поля. Основные характеристики осколочного заряда. Начальная скорость разлета осколков. Учет скорости снаряда. Построение поражаемых секторов на местности. Внешняя баллистика осколочного заряда. Коэффициент лобового сопротивления, параметр формы, баллистический коэффициент. Ступенчатый и монотонный законы поражения. Убойный интервал. Полная и уязвимая площадь цели. Координатный закон поражения для однозонного поля. Приведенная площадь осколочного поражения, ее выражения в декартовых и полярных координатах. Зависимость приведенной площади поражения от коэффициента заполнения и массы поражающего элемента.
1.2	Тема 2. Физика высокоскоростной деформации и разрушения осколочных оболочек	Экспериментальные наблюдения процесса расширения и разрушения осколочной оболочки. Формирование удлиненных осколков. Камерные и щитовые испытания осколочных зарядов. Методы расчета процесса расширения оболочки. Волновые процессы в оболочке и продуктах детонации. Расчет процесса расширения несжимаемой жесткопластической оболочки. Роль сдвигового и отрывного разрушения. Относительный периметр сечения и удлинение осколочного элемента. Основные характеристики металла и ВВ, определяющие процесс разрушения. Анализ размерностей. Масштабный эффект. Двухкомпонентная модель осколочной массы. Стандартный осколочный цилиндр. Законы распределения осколков по массе. Числовая и массовая форма законов распределения. Число осколков в интервале масс. Математическое ожидание массы осколочного элемента.
1.3	Тема 3. Действие осколков по целям	Основные классы целей: живая сила (незащищенная и защищенная) небронированная техника, легкобронированная техника. Классификация механизмов взаимодействия осколочного элемента с преградой. Аэродинамический, переходный и кратерный механизмы. Критерии полной кинетической энергии, удельной энергии, удельного импульса. Стальной и дюралевый эквиваленты целей. Двухкомпонентная модель живой силы. Классификация бронежилетов по ГОСТ Р50744-95. Зажигательное и иницирующее

		действие осколков. Имитаторы осколков естественного дробления. Действие осколков по воздушным целям. Пробивание разнесенных преград. Действие плотных потоков. Аэроудар и гидроудар. Действие стержневых боевых частей.
1.4	Тема 4. Физика формирования, растяжения и разрушения кумулятивных струй, компактных и удлиненных поражающих элементов (ударных ядер)	Понятие кумуляции. Классификация кумулятивных зарядов. Экспериментальные методы исследования кумулятивного эффекта взрыва. Возможные режимы кумуляции. Механизм формирования классической КС. Структурное состояние материала КС и песта. Температура КС и песта. Особенности растяжения и разрушения КС из различных материалов. Коэффициент предельного удлинения и время разрушения КС. Критические условия струеобразования. Сплошные (монолитные) и диспергированные КС. Низкоградиентные КС. Высокоскоростные компактные и удлиненные поражающие элементы (ударные ядра).
Раздел 2.		
2.1	Тема 1. Расчет функционирования кумулятивных зарядов различного назначения	Численные и инженерные методы расчета в кумуляции. Методика расчета скорости обжатия и угла схлопывания элементов конической КО. Расчет кинематических параметров классической КС. Расчет глубины проникания КС. Определения диаметра образуемого отверстия при проникании КС в гомогенную преграду. Особенности расчета КЗ с полусферическими и сегментными облицовками. Особенности расчета удлиненных КЗ. Методика оценки температуры КС.
2.2	Тема 2. Влияние условий применения на действие кумулятивных зарядов	Фокусное расстояние КЗ. Влияние вращения КЗ на кумулятивный эффект. Влияние электромагнитных воздействий на кумулятивный эффект. Влияние предварительного нагрева КО на кумулятивный эффект. Влияние гидростатического давления и температуры окружающей среды на кумулятивный эффект. Действие КЗ по гомогенной преграде полубесконечной толщины. Особенности действия КЗ по преградам конечной толщины. Запреградное действие КЗ. Действие КЗ по экранированной и разнесенной преградам. Действие КЗ по слоистой и ячеистой преградам. Особенности взаимодействия КС с керамическими преградами. Особенности взаимодействия КС с грунто-бетонными и ледовыми преградами. Действие КЗ по подводным преградам. Взаимодействие КС с элементами динамической защиты.
2.3	Тема 3. Элементы теории действия взрыва	Понятие фугасного действия. Классификация и постановка задач ТДВ. Постановка внутренней задачи ТДВ. Параметры на фронте детонационной волны. Влияние плотности ВВ на параметры детонации. Распределение параметров за фронтом

		детонационной волны. Постановка внешней задачи ТДВ. Уравнение состояния внешней среды. Сильный точечный взрыв в совершенном газе. Точечный взрыв с учетом противодействия. Акустическое приближение для взрывных волн. Разлет продуктов мгновенной детонации заряда. Нагрузка от взрыва контактных зарядов. Контактный взрыв на поверхности металлической плиты. Особенности перебития преград из неметаллических материалов. Механическое действие взрыва в твердой среде. Влияние свободной поверхности на размеры зоны разрушения в твердой среде. Воронка выброса. Действие внутренних и поверхностных зарядов разрушения. Особенности разрушения элементов конструкций контактными зарядами в воде и грунте. Нагрузка от взрыва неконтактных зарядов. Удельный импульс, действующий на преграду. Полный импульс при взрыве сферического (цилиндрического) заряда над диском (полосой). Погонный импульс при взрыве заряда над балкой. Разрушение балок из хрупкого материала. Поведение балок из вязко-пластического материала. Особенности перебития балок из сложного материала. Действие неконтактных зарядов в воде и грунте.
2.4	Тема 4. Параметры действия взрывных волн в различных средах	Физическая картина формирования взрывных волн в воздухе, воде и грунте. Формулы М.А. Садовского для параметров взрывных волн в воздухе. Формулы Р. Коула для параметров ударных волн при взрыве в воде. Формулы Г.М. Ляхова для параметров взрывных волн в грунте.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
3 семестр		
Раздел 1.		
1.1	Расчет характеристик формы осколка и закона затухания скорости на полете.	Выполняются расчеты математического ожидания площади проекции осколка на площадку, нормальную к траектории, безразмерного параметра формы, баллистического коэффициента перепада миделей по моделям Е.С.Вентцель и МГТУ, закона экспоненциального затухания скорости осколка на полете, убойного интервала.
1.2	Расчет характеристик однозонного кругового осколочного поля.	Анализируется система основных допущений, производится выбор относительной массы доньев и коэффициента использования металла, рассчитывается общий и местный коэффициенты наполнения, скорость разлета и число осколков, углы разлета и скорости в статике и динамике,

		динамическая плотность осколков.
Раздел 2.		
2.1	Расчет осколочного спектра, описываемого законом Вейбулла.	Расчетом определяется для осколочного снаряда безразмерный параметр осколочности, показатель однородности дробления, характеристика массы распределения, математическое ожидание массы осколка, число осколков в интервалах масс и строится гистограмма распределения.
2.2	Расчет характеристик действия осколков.	Изучается действие осколков по целям различных классов (незащищенная и защищенная живая сила, небронированная техника, легкбронированная техника). Производятся расчеты с использованием критериев полной кинетической энергии, удельной энергии, удельного импульса, стального эквивалента.

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Средства поражения и боеприпасы: Учебник /А.В.Бабкин, В.А.Велданов, Е.Ф.Грязнов и др.; Под ред. В.В.Селиванова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. - 984 с.
2. Селиванов В.В., Кобылкин И.Ф., Новиков С.А. Взрывные технологии: Учебник для втузов/ Под общей ред.В.В. Селиванова-М.:Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана.2008.-648 с.:ил.
3. Взрывчатые вещества: учебное издание / под общ. ред. Р.И. Ильяева. - Т.2: Взрывчатые вещества. Основные свойства. Технология и переработка / под ред. Л.В. Фомичевой. - Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2007. - 452 с.: ил.
4. Дренов О.Б. Сдвиговая неустойчивость в средах, обладающих прочностью: монография. - Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2014. – 199 с.: ил.

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление полученных теоретических и практических знаний. Включает в себя:

- ✓ работу с предыдущим лекционным материалом;
- ✓ самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- ✓ поиск и обзор литературы и электронных источников;
- ✓ чтение и изучение учебника и учебных пособий.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 3				
Раздел 1	Тема 1. Характеристики осколочных полей и расчет действия осколочных зарядов	ПК-2 ПК-5 ПК-1.1 ПК-1.3	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1 3-ПК-1.3; У-ПК-1.3; В-ПК-1.3	УО 1-2
	Тема 2. Физика высокоскоростной деформации и разрушения осколочных оболочек		3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1 3-ПК-1.3; У-ПК-1.3; В-ПК-1.3	УО 3-4
	Тема 3. Действие осколков по целям		3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1 3-ПК-1.3; У-ПК-1.3; В-ПК-1.3	УО 5-6
	Тема 4. Физика формирования, растяжения и разрушения кумулятивных струй, компактных и удлиненных поражающих элементов (ударных ядер)		3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1 3-ПК-1.3; У-ПК-1.3; В-ПК-1.3	УО 7-8
Рубежный контроль		ПК-2 ПК-5 ПК-1.1 ПК-1.3	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1 3-ПК-1.3; У-ПК-1.3; В-ПК-1.3	Кр 8
Раздел 2	Тема 1. Расчет функционирования кумулятивных зарядов различного назначения	ПК-2 ПК-5 ПК-1.1 ПК-1.3	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1 3-ПК-1.3; У-ПК-1.3; В-ПК-1.3	УО 9-10
	Тема 2. Влияние условий применения на действие кумулятивных зарядов		3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1 3-ПК-1.3; У-ПК-1.3; В-ПК-1.3	УО 11-12
	Тема 3. Элементы теории действия взрыва		3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1 3-ПК-1.3; У-ПК-1.3; В-ПК-1.3	УО 13-14
	Тема 4. Параметры действия взрывных волн в различных средах		3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1 3-ПК-1.3; У-ПК-1.3; В-ПК-1.3	УО 15-16
Рубежный контроль		ПК-2 ПК-5 ПК-1.1 ПК-1.3	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1 3-ПК-1.3; У-ПК-1.3; В-ПК-1.3	Кр 16
Промежуточная аттестация		ПК-2 ПК-5 ПК-1.1 ПК-1.3	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1 3-ПК-1.3; У-ПК-1.3; В-ПК-1.3	Экзамен

5.2. Примерные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1. Оценочные средства для текущего контроля

5.2.1.1. Примерные вопросы для устного опроса (УО)

1. Физическая картина процесса расширения оболочки под действием ПД. Экспериментальные методы исследования.
2. Основные допущения при описании осколочного поля.
3. Одномерное расширение несжимаемой жесткопластической оболочки при равновесном расширении ПД.
4. Балансы масс, кинетических энергий и импульсов для ОП.
5. ОБП с готовыми ПЭ. Основные конструктивные схемы.
6. ОБП заданного дробления. Основные методы ЗД.
7. Кассетные ОБП.
8. Анализ размерностей при взрывном нагружении цилиндров. Основные определяющие безразмерные параметры λ_0 , δd , F_0 .
9. Законы распределения осколков по массе $f(m)$, $F(m)$. Математическое ожидание осколка $\langle m \rangle$.
10. Классификация ОБП.
11. ОБП естественного дробления. Выбор материала для них.
12. Действие осколков по преграде. Φ , σ_{mm} , имитаторы ОЕД.
13. Экспоненциальный закон падения скорости осколка. Параметры формы Φ , баллистический коэффициент A , убойный интервал.
14. Оптимизация параметров ОБП.
15. Радиально-направленные ОБП.
16. Классификация процессов взаимодействия ударника с преградой. Аэродинамический, переходной и кратерный механизмы.
17. Экспериментальные методы определения характеристик осколочного поля.
18. Понятие кумуляции. Кумулятивные заряды и их классификация.
19. Температура КС. Влияние нагрева облицовки на действие КЗ.
20. Различные режимы кумуляции.
21. Определение скорости схлопывания кумулятивной облицовки.
22. Критические условия струеобразования.
23. Стадии проникания КС в различные преграды.
24. Глубина проникания КС по теории идеальной несжимаемой жидкости.

25. Физика формирования массивной малоградиентной КС (промежуточный режим кумуляции).
26. Глубина проникания КС с учетом сжимаемости материалов струи и преграды.
27. Определение диаметра отверстия в преграде при действии КС.
28. Физика формирования классической КС (режим обычной кумуляции).
29. Оценка пробивного действия компактного ПЭ (ударного ядра).
30. Объяснение изменения угла схлопывания конической кумулятивной облицовки.
31. Запреградное действие кумулятивных зарядов.
32. Действие КС по экранированной и разнесенной преграде.
33. Физика формирования высокоскоростных ПЭ (режим обратной кумуляции).
34. Действие КС по динамической защите.
35. Условия и особенности формирования удлиненных и компактных ПЭ.
36. Влияние электромагнитных воздействий на кумулятивный эффект.
37. Различные типы разрушений КС в зависимости от материала облицовки.
38. Фокусное расстояние КЗ и его влияние на глубину пробития.
39. Определение угла схлопывания кумулятивной облицовки в процессе ее обжатия.
40. Основные стадии формирования и движения КС.
41. Определение скорости и массы компактного ПЭ (ударного ядра).
42. Определение фугасного действия СПБ.
43. Разлет продуктов мгновенной детонации.
44. Уравнение состояния ПД в форме Ми-Грюнайзена.
45. Особенности перебития преград из неметаллических материалов.
46. Влияние плотности ВВ на параметры детонации.
47. Механическое действие взрыва в твердой среде.
48. Воронка выброса.
49. Особенности разрушения контактными зарядами в воде и грунте.
50. Нагрузка от взрыва неконтактных зарядов.

5.2.2 Оценочные средства для рубежного контроля

5.2.2.1 Примерные вопросы для контрольной работы (Кр)

1. Физическая картина процесса расширения оболочки под действием ПД. Экспериментальные методы исследования.
2. Основные допущения при описании осколочного поля.
3. Одномерное расширение несжимаемой жесткопластической оболочки при равновесном расширении ПД.
4. Балансы масс, кинетических энергий и импульсов для ОП.

5. ОБП с готовыми ПЭ. Основные конструктивные схемы.
6. ОБП заданного дробления. Основные методы ЗД.
7. Кассетные ОБП.
8. Анализ размерностей при взрывном нагружении цилиндров. Основные определяющие безразмерные параметры λ_0 , δd , F_0 .
9. Законы распределения осколков по массе $f(m)$, $F(m)$. Математическое ожидание осколка $\langle m \rangle$.
10. Классификация ОБП.
11. ОБП естественного дробления. Выбор материала для них.
12. Действие осколков по преграде. Φ , σ_{tm} , имитаторы ОЕД.
13. Экспоненциальный закон падения скорости осколка. Параметры формы Φ , баллистический коэффициент A , убойный интервал.
14. Оптимизация параметров ОБП.
15. Радиально-направленные ОБП.
16. Классификация процессов взаимодействия ударника с преградой. Аэродинамический, переходной и кратерный механизмы.
17. Экспериментальные методы определения характеристик осколочного поля.
18. Понятие кумуляции. Кумулятивные заряды и их классификация.
19. Температура КС. Влияние нагрева облицовки на действие КЗ.
20. Различные режимы кумуляции.
21. Определение скорости схлопывания кумулятивной облицовки.
22. Критические условия струеобразования.
23. Стадии проникания КС в различные преграды.
24. Глубина проникания КС по теории идеальной несжимаемой жидкости.
25. Физика формирования массивной малоградиентной КС (промежуточный режим кумуляции).
26. Глубина проникания КС с учетом сжимаемости материалов струи и преграды.
27. Определение диаметра отверстия в преграде при действии КС.
28. Физика формирования классической КС (режим обычной кумуляции).
29. Оценка пробивного действия компактного ПЭ (ударного ядра).
30. Объяснение изменения угла схлопывания конической кумулятивной облицовки.
31. Запреградное действие кумулятивных зарядов.
32. Действие КС по экранированной и разнесенной преграде.
33. Физика формирования высокоскоростных ПЭ (режим обратной кумуляции).
34. Действие КС по динамической защите.
35. Условия и особенности формирования удлиненных и компактных ПЭ.
36. Влияние электромагнитных воздействий на кумулятивный эффект.

37. Различные типы разрушений КС в зависимости от материала облицовки.
38. Фокусное расстояние КЗ и его влияние на глубину пробития.
39. Определение угла схлопывания кумулятивной облицовки в процессе ее обжатия.
40. Основные стадии формирования и движения КС.
41. Определение скорости и массы компактного ПЭ (ударного ядра).
42. Определение фугасного действия СПБ.
43. Разлет продуктов мгновенной детонации.
44. Уравнение состояния ПД в форме Ми-Грюнайзена.
45. Особенности перебития преград из неметаллических материалов.
46. Влияние плотности ВВ на параметры детонации.
47. Механическое действие взрыва в твердой среде.
48. Воронка выброса.
49. Особенности разрушения контактными зарядами в воде и грунте.
50. Нагрузка от взрыва неконтактных зарядов.

5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

5.2.3.1 Примерные вопросы к экзамену

1. Физическая картина процесса расширения оболочки под действием ПД. Экспериментальные методы исследования.
2. Основные допущения при описании осколочного поля.
3. Одномерное расширение несжимаемой жесткопластической оболочки при равновесном расширении ПД.
4. Балансы масс, кинетических энергий и импульсов для ОП.
5. ОБП с готовыми ПЭ. Основные конструктивные схемы.
6. ОБП заданного дробления. Основные методы ЗД.
7. Кассетные ОБП.
8. Анализ размерностей при взрывном нагружении цилиндров. Основные определяющие безразмерные параметры λ_0 , δd , F_0 .
9. Законы распределения осколков по массе $f(m)$, $F(m)$. Математическое ожидание осколка $\langle m \rangle$.
10. Классификация ОБП.
11. ОБП естественного дробления. Выбор материала для них.
12. Действие осколков по преграде. Φ , σ_{tm} , имитаторы ОЕД.
13. Экспоненциальный закон падения скорости осколка. Параметры формы Φ , баллистический коэффициент A , убойный интервал.
14. Оптимизация параметров ОБП.

15. Радиально-направленные ОБП.
16. Классификация процессов взаимодействия ударника с преградой. Аэродинамический, переходной и кратерный механизмы.
17. Экспериментальные методы определения характеристик осколочного поля.
18. Понятие кумуляции. Кумулятивные заряды и их классификация.
19. Температура КС. Влияние нагрева облицовки на действие КЗ.
20. Различные режимы кумуляции.
21. Определение скорости схлопывания кумулятивной облицовки.
22. Критические условия струеобразования.
23. Стадии проникания КС в различные преграды.
24. Глубина проникания КС по теории идеальной несжимаемой жидкости.
25. Физика формирования массивной малоградиентной КС (промежуточный режим кумуляции).
26. Глубина проникания КС с учетом сжимаемости материалов струи и преграды.
27. Определение диаметра отверстия в преграде при действии КС.
28. Физика формирования классической КС (режим обычной кумуляции).
29. Оценка пробивного действия компактного ПЭ (ударного ядра).
30. Объяснение изменения угла схлопывания конической кумулятивной облицовки.
31. Запреградное действие кумулятивных зарядов.
32. Действие КС по экранированной и разнесенной преграде.
33. Физика формирования высокоскоростных ПЭ (режим обратной кумуляции).
34. Действие КС по динамической защите.
35. Условия и особенности формирования удлиненных и компактных ПЭ.
36. Влияние электромагнитных воздействий на кумулятивный эффект.
37. Различные типы разрушений КС в зависимости от материала облицовки.
38. Фокусное расстояние КЗ и его влияние на глубину пробития.
39. Определение угла схлопывания кумулятивной облицовки в процессе ее обжатия.
40. Основные стадии формирования и движения КС.
41. Определение скорости и массы компактного ПЭ (ударного ядра).
42. Определение фугасного действия СПБ.
43. Разлет продуктов мгновенной детонации.
44. Уравнение состояния ПД в форме Ми-Грюнайзена.
45. Особенности перебития преград из неметаллических материалов.
46. Влияние плотности ВВ на параметры детонации.
47. Механическое действие взрыва в твердой среде.
48. Воронка выброса.

49. Особенности разрушения контактными зарядами в воде и грунте.

50. Нагрузка от взрыва неконтактных зарядов.

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится

			студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--	---

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Средства поражения и боеприпасы: Учебник /А.В. Бабкин, В.А. Велданов, Е.Ф. Грязнов и др.; Под ред. В.В. Селиванова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 984 с.
2. Физика взрыва/С.Г. Андреев, А.В.Бабкин, Ф.А. Баум и др.; Под ред. Л.П. Орленко. – Изд. 3-е, испр. – В 2 т. Т.1. – М.: Физматлит, 2004. – 832 с.
3. Физика взрыва/ С.Г. Андреев, А.В. Бабкин, Ф.А. Баум и др.; Под ред. Л.П. Орленко. – Изд. 3-е, испр. – В 2 т. Т. 2. – М.: Физматлит, 2004. – 656 с.
4. Селиванов В.В., Кобылкин И.Ф., Новиков С.А. Взрывные технологии: Учебник для втузов/ Под общей ред. В.В. Селиванова - М.:Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана.2008.-648 с.:ил.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Взрывчатые вещества: учебное издание / под общ. ред. Р.И. Илькаева. - Т.2: Взрывчатые вещества. Основные свойства. Технология и переработка / под ред. Л.В. Фомичевой. - Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2007. - 452 с.: ил.
2. Могилев В.А., Новиков С.А. Файков Ю.И, Техника взрывного эксперимента для исследований механической стойкости конструкций: монография. - Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2007. - 215 с.
3. Дренов О.Б. Сдвиговая неустойчивость в средах, обладающих прочностью: монография. - Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2014. – 199 с.: ил.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. ОС Windows

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Физика взрыва [Электронный ресурс] / [С. Г. Андреев, А. В. Бабкин, Ф. А. Баум и др.] ; под ред. Л. П. Орленко. - Москва : Физматлит, 2004. - 656 с. - ISBN 5-9221-0218-4. - ISBN 5-9221-0220-6
2. Андреев, С. Г. Экспериментальные методы физики взрыва и удара [Электронный ресурс] : учебник / С. Г. Андреев, М. М. Бойко, В. В. Селиванов ; под ред. В. В. Селиванова. - Москва : Физматлит, 2013. - 751 с.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины «Действие обычных боеприпасов» необходимо наличие учебных аудиторий для проведения лекций и практических работ.

Оборудование для проведения практических занятий:

- ✓ персональные компьютеры (не менее 10 комплектов – по одному на каждого студента группы);
- ✓ видеотехника (монитор, видеомаягнитофон, DVD плеер : 1-2 комплекта).

Обеспечение практических работ данным оборудованием крайне важно, так как отсутствует реальная возможность практического участия студентов во взрывных экспериментах.

Предварительно на базе видеоматериалов изучается принцип, физические основы и ожидаемый результат конкретной взрывной технологии. Иллюстрируется схема постановки опытов.

Далее проводится расчет массы ВВ, требуемой для реализации необходимых нагрузок (амплитуда давления, длительность импульса). Прогнозируется результат опыта. Полученный результат сравнивается с табулированными данными многочисленных отработок взрывных технологий.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки 15.04.03 «Прикладная механика» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

В рамках учебного курса студенты работают с лекциями, рекомендованной литературой, выполняют практические работы, готовятся к экзамену. В процессе подготовки студенты используют программные продукты, инструментальные среды, информационно-справочные системы, информационные источники, размещенные в сети Интернет (официальные сайты, веб-порталы, тематические форумы и телекоммуникации), электронные учебники и учебно-методические пособия.

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Действие обычных боеприпасов» используются следующие образовательные технологии:

- ✓ использование мультимедийного оборудования при проведении занятий;

- ✓ получение студентом необходимой учебной информации под руководством преподавателя и самостоятельно.
- ✓ проблемные лекции;
- ✓ «работа в команде» - совместная деятельность под руководством лидера, направленная на решение общей поставленной задачи;
- ✓ «междисциплинарное обучение» - использование знаний из разных областей, группируемых и концентрируемых в контексте конкретно решаемой задачи;
- ✓ контекстное обучение;
- ✓ обучение на основе опыта;
- ✓ разбор конкретных постановок экспериментов с поэтапным анализом процесса и обсуждением конечного результата;
- ✓ психологический тренинг с целью безопасного обращения с ВВ, токсичными и радиоактивными материалами;
- ✓ междисциплинарное обучение.
- ✓ консультации;
- ✓ «индивидуальное обучение» - выстраивание для студента собственной образовательной траектории с учетом интереса и предпочтения студента;
- ✓ опережающая самостоятельная работа - изучение студентами нового материала до его изложения преподавателем на лекции и других аудиторных занятиях;
- ✓ встречи с научными сотрудниками ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», занимающимися экспериментами в области физикой прочности;
- ✓ участие в Харитоновских Чтениях ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и других конференциях;
- ✓ подготовка к олимпиадам и к докладам на студенческих конференциях.

По дисциплине «Действие обычных боеприпасов» в рабочем учебном плане предусмотрены интерактивные часы для проведения практических занятий. Для реализации интерактивных форм обучения используются учебно-методические материалы, разработанные сотрудниками кафедры «Теоретической и экспериментальной механики».

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр. В конце семестра предусмотрен экзамен.

При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучаемых. Такие

моменты отражены в изложенных выше пунктах, касающихся формируемых знаний студентов и их проверки.

При проведении практических занятий студентам прививаются также навыки работы с научной и учебно-методической литературой.

Обязательным является самостоятельная работа студентов дома и в аудитории под руководством преподавателя, выполнение индивидуальных заданий, посещение международных и всероссийских конференций.

Целью дисциплины является изучение методов взрывного воздействия на металлы с целью их обработки, разделения на фрагменты, формирования структурных изменений. В курсе излагаются основы физики взрыва, физики прочности, поведения упруго-пластического вещества при динамических нагрузках. Каждая лекция курса является изложением отдельной темы. Поэтому целесообразно проводить проработку материала после каждой лекции. Это позволит сразу усваивать материал и не откладывать возникающие вопросы, а решать непосредственно после занятия.

Первоначально следует понять, что получается при использовании данной взрывной технологии. Затем – понять физические принципы, каким образом это достигается. И только потом переходить к проработке и пониманию математических формул, их применению.

Эффективным методом обучения является проведение теоретических лабораторных работ и проверка их преподавателем, проведение курсовых работ и их защита перед аудиторией.

Необходимо отметить особенности лекционного материала данного курса, указать, с основами каких предметов должен быть знаком студент к моменту изучения данной дисциплины, какими основными понятиями, методами и представлениями должен владеть студент, начиная изучение данной дисциплины.

Так как учебным планом предусмотрены практические занятия, целесообразно акцентировать внимание студентов на необходимости дальнейшего использования полученных знаний при изучении последующих курсов, выполнении курсовых и дипломных работ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.03 «Прикладная механика».

Программу составил:

преподаватель кафедры ТиЭМ

А.В. Гладцинов

преподаватель кафедры ТиЭМ

О.В. Свирский

Рецензент: доцент кафедры ТиЭМ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков