

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический

В. Л. Салич
26.04.2017

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-1196**

дисциплины Б.1.34 Физика взрыва и удара
для специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Технология производства, снаряжения и испытаний боеприпасов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Вычислительная механика

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.09.2016 № 1161

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ-мат.н., проф.
(ученая степень, ученое звание)

19.04.2017
(подпись)

Ю. М. Ковалев

Разработчик программы,
к.физ-мат.н., доцент
(ученая степень, ученое звание,
должность)

19.04.2017
(подпись)

Н. Л. Клиначева

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета разработчика

д.физ-мат.н., доц.
(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А. В. Келлер

Зав.выпускающей кафедрой Двигатели летательных аппаратов

д.техн.н., проф.
(ученая степень, ученое звание)

19.04.2017
(подпись)

С. Д. Ваулин

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является: 1) формирование знаний, умений и навыков расчета параметров поля взрыва и удара в различных средах, процесса кумуляции и моделирования. Задачами дисциплины являются: 1) изучение физики взрывных и ударных явлений; 2) изучение ударных и детонационных волн; 3) освоение методов расчета параметров поля взрыва в разных средах; 4) изучение закономерностей метания оболочек продуктами взрыва; 5) изучение моделирования взрывных и ударных явлений; 6) получение навыков расчета параметров взаимодействия ударников с металлическими мишенями

Краткое содержание дисциплины

Уравнения движения для различных сред. теория ударных волн. Способы инициирования ударных волн в твердых телах. Детонационные волны. Механические характеристики материалов при ударном нагружении. Взрыв в пустоте. Взрыв в газе. Отражение ударных и детонационных волн от различных сред. Классификация процессов соударения тел с мишенями по скорости взаимодействия. Особенности ударного взаимодействия недеформируемых и деформируемых ударников. Упругие, пластические и ударные волны. Распространение пластических и ударных волн. Волны в твердых телах при ударе. Откольные явления. Физические модели и математическое описание процесса движения прочной среды при взрывах и ударах. Высокоскоростное соударение тел. Моделирование воздействия взрывных и ударных нагрузок на конструкции. Влияние скорости деформации и динамической прочности, влияние силы тяжести на процесс моделирования.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: базовые понятия, необходимые для решения задач физики взрыва; источники самостоятельного получения новых знаний в области физики взрыва и удара
	Уметь: составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; обнаруживать недостаток знаний для решения поставленной задачи; работать с литературой по данной дисциплине.
	Владеть: навыками планирования собственной деятельности по поиску решения задачи на основе имеющихся знаний; – навыками поиска и освоения необходимых для решения задачи новых знаний
ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	Знать: основные математические модели, описывающие процессы, происходящие при взрывах в различных средах
	Уметь: составлять математическую модель, описывающую распространение ударных и детонационных волн, образованных в результате

ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	взрыва.
	Владеть:навыками определения основных характеристик взрывных процессов
	Знать:понятие сплошной среды, основные законы сохранения для сплошных сред
	Уметь:анализировать процессы, происходящие при взрывах, при высокоскоростном соударении тел.
	Владеть:навыками описания физических процессов, возникающих при распространении ударных и детонационных волн в различных средах.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.29 Термодинамика и теплопередача, Б.1.09.02 Математический анализ, В.1.05 Прикладная механика сплошных сред	Б.1.42 Технология производства и снаряжения боеприпасов, Б.1.43 Эксплуатация и испытания боеприпасов

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.09.02 Математический анализ	уметь интегрировать и дифференцировать
Б.1.29 Термодинамика и теплопередача	знать основные понятия и законы термодинамики
В.1.05 Прикладная механика сплошных сред	знать понятие сплошной среды, уметь формулировать законы сохранения массы, импульса и энергии для сплошной среды

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия</i>	96	48	48
Лекции (Л)	48	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	8	8
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	120	60	60
изучение тем, не выносимых на лекции и практические занятия	42	22	20

выполнение домашних заданий	33	20	13
подготовка к зачету	18	18	0
подготовка к экзамену	27	0	27
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные дифференциальные уравнения движения сплошной среды	6	4	2	0
2	Плоское одномерное изоэнтропическое движение идеальной среды	4	2	2	0
3	Теория ударных волн	32	14	10	8
4	Теория детонации взрывчатых веществ	14	8	6	0
5	Взрыв в воздухе и в воде	12	4	4	4
6	Метание тел продуктами детонации	6	4	2	0
7	Теория моделирования ударных и взрывных явлений	10	4	2	4
8	Теория кумулятивного действия взрыва	8	6	2	0
9	Высокоскоростное соударение тел	4	2	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол- во часов
1	1	Введение. Сведения из термодинамики. Уравнения состояния вещества.	2
2	1	Уравнения движения газа и жидкости для идеальной среды. Методы Эйлера и Лагранжа. Уравнения движения среды в форме Эйлера. Уравнения неразрывности. Закон сохранения энергии при адиабатических процессах и уравнение состояния. Частные случаи движения среды.	2
3	2	Одномерные неустановившиеся изэнтропические движения газа. Уравнения характеристик. Инварианты Римана	2
4	3	Ударные волны. Область существования ударных волн. Уравнения на фронте ударной волны. Законы сохранения массы, импульса и энергии на фронте прямой ударной волны для газа, жидкости и твердых тел.	2
5	3	Ударная адиабата. Ударные волны в газе с учетом процессов диссоциации и ионизации. Изменение энтропии в ударной волне. Ширина фронта ударной волны.	2
6	3	Сильные ударные волны. Слабые ударные волны. Определение необратимых потерь энергии в ударных волнах.	2
7	3	Определение уравнения состояния твердых тел и жидких тел по экспериментальным ударным адиабатам.	2
8	3	Косые ударные волны. Законы сохранения энергии, импульса и массы для фронта косой ударной волны.	2
9	3	Отражение прямых ударных волн от жесткой стенки.	2
10	3	Отражение косых ударных волн от жесткой стенки.	2
11	4	Детонационные волны. Детонация газовых взрывчатых систем.	2
12	4	Структура детонационной волны.	2
13	4	Законы сохранения импульса, массы и энергии на фронте детонационной	2

		волны.	
14	4	Детонация конденсированных ВВ. Расчет параметров детонационной волны конденсированных ВВ. Уравнения состояния ПД конденсированных ВВ.	2
15	5	Теория точечного взрыва в воздухе. Уравнение газовой динамики с точечной симметрией. Система определяющих параметров. Параметры ударной волны. Распределение параметров газа в зоне ударной волны. Сравнение поля взрыва при обычном и точечном взрывах	2
16	5	Основные физические явления, происходящие при взрыве заряда в воде. Колебания газового пузыря. Распределение энергии при взрыве заряда в воде: энергия ударной волны, энергия колебания газового пузыря.	2
17	6	Определение максимальной скорости оболочки, метаемых продуктами детонации (ПД). Факторы, влияющие на скорость оболочки: форма заряда, качество ВВ, энергия формоизменения оболочки, внешняя среда.	2
18	6	Одномерное метание тел ПД. Отражение детонационной волны от жесткого тела. Закон движения тела. Предельная скорость движения тела под действием ПД. Метание осесимметричной оболочки.	2
19	7	Моделирование поля взрыва. Система определяющих параметров для явления взрыва в разных средах. Критерии моделирования	2
20	7	Энергетическое понятие закона подобия. Моделирование воздействия взрывных и ударных нагрузок на конструкции.	2
21	8	Физические основы кумуляции. Образование кумулятивной струи.	2
22	8	Фокусное расстояние. Форма и материал кумулятивной облицовки. Параметры кумулятивной струи.	2
23	8	Гидродинамическая теория кумулятивного действия. Теория плоских сходящихся струй несжимаемой жидкости. Импульс и энергия струи.	2
24	9	Экспериментальные исследования высокоскоростного взрывного метания тел, двух- и трехкаскадные взрывные ускорители. Физика взаимодействия тел с преградой, баллистическая предельная кривая. Численные методы решения задач по высокоскоростному метанию и прониканию ударников в преграды. Математическое описание и характерные результаты расчетов	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Первое и второе начала термодинамики. Переменные Эйлера и Лагранжа.	2
2	2	Одномерное течение газа	2
3	3	Виды разрывов	2
4	3	Соотношения на разрывах	2
5	3	Прямые ударные волны	2
6	3	Косые ударные волны	2
7	3	Отражение ударных волн от жесткой преграды	2
8	4	Характеристики детонационной волны	2
9	4	Законы сохранения импульса, массы и энергии на фронте детонационной волны.	2
10	4	Ударная адиабата для детонационной волны	2
11	5	Оценка зоны действия взрыва в воздухе.	2
12	5	Распределение энергии при взрыве заряда в воде: энергия ударной волны, энергия колебания газового пузыря.	2
13	6	Одномерное метание тел продуктами детонации.	2
14	7	Система определяющих параметров для явления взрыва в разных средах.	2

		Критерии моделирования.	
15	8	Глубина бронепробития с учетом и без учета сжимаемости материалов струи и преграды. Прочность преграды. Определение диаметра отверстия в преграде.	2
16	9	Численные методы решения задач по высокоскоростному метанию и прониканию ударников в преграды.	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	3	Распад разрыва	4
2	3	Стационарная ударная волна	4
3	5	Задача о точечном взрыве	4
4	7	Определение параметров поля взрыва в воздухе.	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
выполнение домашних заданий	осн. 1-2; доп. 2	33
изучение тем, не выносимых на лекции и практические занятия	доп. 1 гл. 3; доп. 3 гл. 3, 4;	42
подготовка к зачету	осн.	18
подготовка к экзамену	осн.; доп	27

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
работа в малых группах	Практические занятия и семинары	студенты объединяются в группы по 2-3 человека, каждой группе предлагается решить задачу, после этого обсуждаются результаты.	4
презентации	Лекции	мультимедийные лекции по всем разделам	48

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Основные дифференциальные уравнения движения сплошной среды	ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	зачет	1-10
Плоское одномерное изэнтропическое движение идеальной среды	ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	зачет	11-15
Теория ударных волн	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	зачет	16-33
Теория детонации взрывчатых веществ	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	экзамен	1-24
Взрыв в воздухе и в воде	ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	экзамен	25-31
Метание тел продуктами детонации	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	экзамен	32-33
Теория моделирования ударных и взрывных явлений	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	экзамен	40-43
Теория кумулятивного действия взрыва	ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	экзамен	34-39
Высокоскоростное соударение тел	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	экзамен	44-45
Все разделы	ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	проверка конспектов по темам, не выносимым на лекции	1-4

Все разделы	ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	проверка домашнего задания	1-3
-------------	---	----------------------------	-----

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
экзамен	при проведении экзамена в аудитории находится не более 5 человек, студенту выдается билет, содержащий 2 теоретических вопроса и задачу. На подготовку дается 1,5 часа.	Отлично: даны полные ответы на теоретические вопросы, задача решена верно, решение подробное; в ответах на теоретические вопросы есть неточности, задача решена верно с подробным решением и студент ответил на дополнительные вопросы; даны полные ответы на теоретические вопросы, при решении задачи были допущены неточности, но при собеседовании студент смог их устранить и получить верный ответ. Хорошо: на один из теоретических вопросов дан неполный ответ, задача решена верно и дано подробное решение и при собеседовании студент ответил на дополнительный вопрос; даны полные ответы на теоретические вопросы, в задаче получен неверный ответ, но при собеседовании студент смог устранить ошибку и решить задачу правильно. Удовлетворительно: на теоретические вопросы даны неполные ответы и при решении задачи были допущены ошибки, но при собеседовании студент смог ответить хотя бы на один дополнительный вопрос; на теоретические вопросы даны полные ответы, задача не решена, но при собеседовании студент смог ответить на дополнительные вопросы по задаче и дать алгоритм решения. Неудовлетворительно: не дан ответ хотя бы на один теоретический вопрос и не решена задача.
проверка конспектов по темам, не выносимым на лекции	собеседование	Зачтено: наличие конспектов по темам, вынесенным на самостоятельное изучение; свободное владение представленным материалом Не зачтено: отсутствие конспектов по темам, вынесенным на самостоятельное изучение; отсутствие ответов на вопросы по заданным темам
проверка домашнего задания	перед началом практического занятия проводится проверка домашнего задания, разбираются задачи, которые вызвали затруднения.	Зачтено: 60% выполненных заданий Не зачтено: выполнение менее 60% заданий
зачет	студенту выдается билет, содержащий три вопроса. На подготовку дается 1,5 часа, после чего проводится собеседование.	Зачтено: даны полные ответы на три вопроса; даны ответы на все вопросы, но присутствуют неточности, студент ответил на дополнительные вопросы. Не зачтено: если хотя бы на один вопрос билета не

		дан ответ и при собеседовании не было дано ни одного ответа на дополнительные вопросы.
--	--	--

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
экзамен	вопросы к экзамену Билет_экзамен.pdf; экзамен.pdf
проверка конспектов по темам, не выносимым на лекции	Список тем.pdf
проверка домашнего задания	Задание 3.pdf; Задание 2.pdf; Задание 1.pdf
зачет	Зачет.pdf; Билет_зачет.pdf

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Баум, Ф. А. Физика взрыва Ф. А. Баум и др. - М.: Физматгиз, 1959. - 800 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Гольдсмит, В. Удар: Теория и физические свойства соударяемых тел В. Гольдсмит; Пер. с англ. М. С. Лужиной, О. В. Лузина. - М.: Стройиздат, 1965. - 448 с. черт.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. нет

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. нет

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Орленко, Л.П. Физика взрыва и удара.	https://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Свободный
2	Дополнительная	Кобылкин, И.Ф.	https://e.lanbook.com/	Электронно-	Интернет /

	литература	Ударные и детонационные волны. Методы исследования.		библиотечная система Издательства Лань	Свободный
3	Дополнительная литература	Андреев, С.Г. Экспериментальные методы физики взрыва и удара.	https://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Свободный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	306 (2)	мультимедийное оборудование
Лабораторные занятия	114-1 (2)	компьютерная техника
Практические занятия и семинары	307б (2)	доска