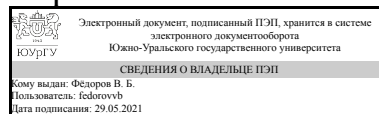


УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический



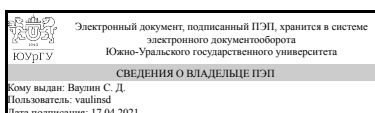
В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

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 Двигатели летательных аппаратов

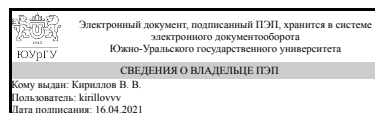
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.09.2016 № 1161

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



С. Д. Вавлин

Разработчик программы,
д.техн.н., доц., профессор



В. В. Кириллов

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)
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 взрыва.
	Владеть: навыками определения основных характеристик взрывных процессов
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
ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	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.1.09.02 Математический анализ, Б.1.29 Термодинамика и теплопередача, В.1.05 Прикладная механика сплошных сред	Б.1.43 Эксплуатация и испытания боеприпасов, Б.1.42 Технология производства и снаряжения боеприпасов

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

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

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 экзамену	27	0	27
подготовка к зачету	18	18	0
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 сходящих 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
подготовка к экзамену	осн.; доп	27
изучение тем, не выносимых на лекции и практические занятия	доп.1 гл.3; доп.3 гл.3,4;	42
выполнение домашних заданий	осн.1-2; доп.2	33
подготовка к зачету	осн.	18

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
презентации	Лекции	мультимедийные лекции по всем разделам	48
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

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
Все разделы	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	экзамен	1-49
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	экзамен	1-49

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
экзамен	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179): КТ-1-7 - вопросы по темам 1-7, КТ-8-11 - задачи по темам 1, 2, 3, 5. Письменные ответы на вопросы по каждой теме (не менее 2 вопросов), решение одной задачи по каждой теме. Время подготовки 0,5 часа по каждой теме. Оценка за экзамен формируется в системе "Электронный ЮУрГУ" из оценок по КТ, посещаемости, доклада: коэффициент КТ1-11 - 1, коэффициент посещаемости - 0,5, коэффициент доклада - 1. 100-85% - отлично, 84-70% - хорошо, 69-51% - удовлетворительно. Доклад по желанию студента. При наборе менее 50,9%, студент сдает письменный экзамен по всем пройденному курсу во время экзаменационной сессии.</p>	<p>Отлично: 100-85% Хорошо: 84-70% Удовлетворительно: 69-51% Неудовлетворительно: менее 50,9%</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
экзамен	вопросы к экзамену экзамен.pdf; Билет_экзамен.pdf

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Дополнительная литература	Кобылкин, И.Ф. Ударные и детонационные волны. Методы исследования.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
2	Дополнительная литература	Андреев, С.Г. Экспериментальные методы физики взрыва и удара.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
3	Основная литература	Орленко, Л.П. Физика взрыва и удара.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
4	Основная литература	Баум, Ф.А. Физика взрыва	eLIBRARY.RU	Интернет / Свободный
5	Основная литература	Глушак, Б.Л. Физика взрыва	eLIBRARY.RU	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
Лабораторные занятия	114-1 (2)	компьютерная техника
Лекции	306 (2)	мультимедийное оборудование
Практические занятия и семинары	307б (2)	доска