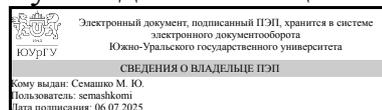


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель специальности



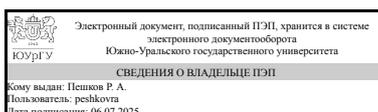
М. Ю. Семашко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.27 Физика взрыва и удара  
для специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели  
уровень Специалитет  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

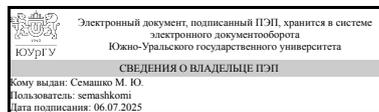
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, утверждённым приказом Минобрнауки от 18.08.2020 № 1055

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



Р. А. Пешков

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



М. Ю. Семашко

## 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
ОПК-10 Способен применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения	Знает: базовые понятия, необходимые для решения задач физики взрыва; источники самостоятельного получения новых знаний в области физики взрыва и удара. Умеет: составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; обнаруживать недостаток знаний для решения поставленной задачи; работать с литературой по данной дисциплине. Имеет практический опыт: навыками планирования собственной деятельности по поиску решения задачи на основе имеющихся знаний; – навыками поиска и освоения необходимых для решения задачи новых знаний.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
---	---

1.О.10.02 Математический анализ	1.О.40 Основы баллистики и аэродинамики средств поражения, 1.О.26 Компьютерный инженерный анализ конструкций авиационной и ракетной техники
---------------------------------	--

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

Дисциплина	Требования
1.О.10.02 Математический анализ	<p>Знает: основные положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа., основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа., основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа. Умеет: самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; применять интегралы к решению простых прикладных задач; составлять математические модели простых задач реальных процессов и проводить их анализ., самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; применять интегралы к решению простых прикладных задач; составлять математические модели простых задач реальных процессов и проводить их анализ., самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; применять интегралы к решению простых прикладных задач; составлять математические модели простых задач реальных процессов и проводить их анализ. Имеет практический опыт: владения навыками работы с учебной и учебно-методической литературой; навыками употребления математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов; навыками символьных преобразований математических выражений., владения навыками работы с учебной и учебно-методической литературой; навыками употребления математической символики для выражения количественных и</p>

	качественных отношений объектов; навыками символьных преобразований математических выражений, владения навыками работы с учебной и учебно-методической литературой; навыками употребления математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов; навыками символьных преобразований математических выражений.
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
подготовка к зачёту	13,75	13,75	
Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы	40	40	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Термохимия.	8	4	4	0
2	Газовая динамика	18	4	6	8
3	Детонация	6	4	2	0
4	Кумуляция	4	2	2	0
5	Работоспособность ВВ	12	2	2	8

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Термохимия. Тепловые эффекты. Закон Гесса. Теплота взрыва, температура взрыва.	2
2	1	Кислородный баланс, кислородный коэффициент. Принцип Ле-Шателье-	2

		Маляра, Бринкли-Вильсона. Классификация ВВ по величине кислородного баланса. Баланс энергии при взрыве.	
3	2	Основные понятия газовой динамики. Скорость звука. Уравнения неразрывности и энергии струйки газа. Число Маха, приведённая скорость.	2
4	2	Скачки уплотнения. Прямой скачок уплотнения. Ударная адиабата Гюгонио. Косой скачок уплотнения	2
5	3	Основные характеристики. Уравнение Гюгонио. Расчёт детонационной волны в газовых смесях	2
6	3	Детонация конденсированных ВВ	2
7	4	Физические основы кумуляции. Образование кумулятивной струи	2
8	5	Бризантность, фугасность ВВ. Работоспособность ВВ.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Работа расширения продуктов взрыва	2
2	1	Расчёт максимального объёма расширения продуктов взрыва	2
3	2	Расчёт энтальпии и температуры торможения	2
4	2	Расчет изменения параметров на прямом скачке уплотнения	2
5	2	Расчёт косого скачка уплотнения	2
6	3	Расчёт детонации в газовой смеси	2
7	4	Расчёт образования кумулятивной струи	2
8	5	Расчёт работоспособности ВВ	2

## 5.3. Лабораторные работы

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

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
подготовка к зачёту	Андреев, С. Г. Экспериментальные методы физики взрыва и удара : учебник / С. Г. Андреев, М. М. Бойко, В. В. Селиванов ; под редакцией В. В. Селиванова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 752 с. — ISBN 978-5-9221-1496-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	5	13,75
Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы	Орленко, Л. П. Физика взрыва и удара : учебное пособие / Л. П. Орленко. — 3-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 408 с. — ISBN 978-5-9221-1715-9. —	5	40

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	Решение задач	1	8	Студент решает задачи согласно списка и номера варианта. Всего задач 8. За решение каждой задачи: ход решения верный, получен верный ответ - 1 балл, нет решения, не приведены какие-либо формулы, необходимые для решения задачи, получен неверный ответ - 0 баллов.	зачет
2	5	Промежуточная аттестация	Зачет	-	8	Студент письменно отвечает на 4 вопроса из приведенного списка. За каждый ответ: 2 балла - ответ построен логически верно; обнаружено максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры; обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций; сделаны содержательные выводы; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы; 1 балл - ответ недостаточно логически выстроен; в плане ответа соблюдается непоследовательно; недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются; продемонстрировано знание обязательной литературы; 0 баллов - нет ответа или не раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера; ответ содержит ряд серьезных неточностей; выводы поверхностны или неверны; не продемонстрировано знание обязательной литературы.	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	К зачёту допускается студент, прошедший текущий контроль. Зачёт проводится в письменной форме. Время подготовки 1 час	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
ОПК-10	Знает: базовые понятия, необходимые для решения задач физики взрыва; источники самостоятельного получения новых знаний в области физики взрыва и удара.	+	+
ОПК-10	Умеет: составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; обнаруживать недостаток знаний для решения поставленной задачи; работать с литературой по данной дисциплине.	+	+
ОПК-10	Имеет практический опыт: навыками планирования собственной деятельности по поиску решения задачи на основе имеющихся знаний; – навыками поиска и освоения необходимых для решения задачи новых знаний.	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Физика горения и взрыва : науч. журн. / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т гидродинамики им. М. А. Лаврентьева, Ин-т хим. кинетики и горения, Ин-т теорет. и приклад. химии. - Новосибирск, 1965-. -
2. Дейч М. Е. Техническая газодинамика / М. Е. Дейч. - 3-е изд., перераб.. - М. : Энергия, 1974. - 549 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. нет

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. нет

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в	Библиографическое описание
---	----------------	------------------------	----------------------------

		электронной форме	
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Орленко, Л. П. Физика взрыва и удара : учебное пособие / Л. П. Орленко. — 3-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 408 с. — ISBN 978-5-9221-1715-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/105009">https://e.lanbook.com/book/105009</a> (дата обращения: 06.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Адамян, В. Л. Теория горения и взрыва : учебное пособие для вузов / В. Л. Адамян. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 116 с. — ISBN 978-5-507-50606-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/449900">https://e.lanbook.com/book/449900</a> (дата обращения: 06.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Воронин, М. С. Физика взрыва и удара : учебное пособие / М. С. Воронин. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 212 с. — ISBN 978-5-7782-4054-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/152326">https://e.lanbook.com/book/152326</a> (дата обращения: 06.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Селиванов, В. В. Взрывные технологии : учебник / В. В. Селиванов, И. Ф. Кобылкин, С. А. Новиков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2014. — 519 с. — ISBN 978-5-7038-3992-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/106352">https://e.lanbook.com/book/106352</a> (дата обращения: 06.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Кобылкин, И. Ф. Взрывные технологии : учебно-методическое пособие / И. Ф. Кобылкин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. — 40 с. — ISBN 978-5-7038-5112-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/205316">https://e.lanbook.com/book/205316</a> (дата обращения: 06.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Илюшин, М. А. Промышленные взрывчатые вещества / М. А. Илюшин, Г. Г. Савенков, А. С. Мазур. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 200 с. — ISBN 978-5-507-48634-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/359945">https://e.lanbook.com/book/359945</a> (дата обращения: 06.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
4. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

## 8. 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	306 (2)	компьютерная техника, доска