

**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
 «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
 (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

Суслин А. В.  
 (подпись) ФИО  
 « 31 » 05 2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ГАЗОДИНАМИКА**

Направление/специальность подготовки: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

Специализация/профиль/программа подготовки:  Боеприпасы  
 Информационные технологии проектирования боеприпасов и взрывателей

Уровень высшего образования: Специалитет

Форма обучения: Очная

Факультет: Е Оружие и системы вооружения

Выпускающая кафедра: ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ

Кафедра-разработчик рабочей программы: ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)								
				АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ			САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА					
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
5	9	3	108	68	34	34	0	40	0	18	22	диф. зач.

11128

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ  
Михайлов Николай Павлович, д.т.н., профессор

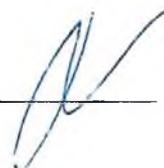
---



Кафедра ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ  
Панченко Антон Вадимович, ассистент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ**

Заведующий кафедрой Кэрт Б.Э., д.т.н., проф.

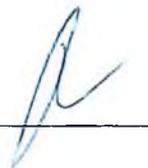
  

---

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ**

Заведующий кафедрой Кэрт Б.Э., д.т.н., проф.

---

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ГАЗОДИНАМИКА**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

17.05.01 (ЕЗ)	ОПК-10 — способность применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения
17.05.01 (ЕЗ)	ОПК-10 — способность применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-10 (17.05.01, ЕЗ)**

*знания:*

на уровне представлений: физики распространения волн сжатия и разрежения, детонационных и ударных волн;

на уровне воспроизведения: принципов работы средств измерения взрывных процессов, основных методов расчета параметров волн различного типа;

на уровне понимания: алгоритмы особенности моделирования взрывных и ударных явлений.;;

*умения:*

теоретические: записывать дифференциальные уравнения движения сплошных сред при взрывах и ударах;

практические: пользоваться методиками расчетов газодинамических параметров, разбираться в методах регистрации взрывных процессов.;;

*навыки:*

работы с измерительной (виртуальной) аппаратурой и методами обработки результатов эксперимента.;;

## **ОПК-10 (17.05.01, ЕЗ)**

*знания:*

на уровне представлений: физики распространения волн сжатия и разрежения, детонационных и ударных волн;

на уровне воспроизведения: принципов работы средств измерения взрывных процессов, основных методов расчета параметров волн различного типа;

на уровне понимания: алгоритмы особенности моделирования взрывных и ударных явлений.;;

*умения:*

теоретические: записывать дифференциальные уравнения движения сплошных сред при взрывах и ударах;

практические: пользоваться методиками расчетов газодинамических параметров, разбираться в методах регистрации взрывных процессов.;;

*навыки:*

работы с измерительной (виртуальной) аппаратурой и методами обработки результатов эксперимента.;;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ГАЗОДИНАМИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА ВЗРЫВА И УДАРА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ ПАКЕТЫ РАСЧЕТА ВЗРЫВНЫХ И УДАРНЫХ ПРОЦЕССОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-12 — Способен качественно и количественно оценивать результаты, математически формулировать постановку задачи и результаты ее решения применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения
- ПСК-26 — Способен осуществлять профессиональную деятельность и применять методы математического моделирования боевой эффективности, надежности, баллистики, аэродинамики, взрыва, высокоскоростного удара, кумуляции, напряженно-деформированного состояния и разрушения конструкций боеприпасов, а также сопутствующих взрывных технологий и технологий двойного назначения

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-10 (17.05.01)	ОПК-10 (17.05.01)
5	9	<b>Раздел 1. Введение. Виды моделирования в газодинамике и их взаимодействие. Графическое представление динамики параметров ударно-волновых процессов.</b> Лекция 1.1. Введение. Виды моделирования в газодинамике. Особенности ударно-волнового сжатия. Аналитическая оценка начальных параметров ударных волн – 2 часа. Лекция 1.2. Построение пространственно-временных диаграмм расстояние- время и давление – массовая скорость в типовых схемах нагружения – 2 часа.	11	8	4	4	3	10	10
5	9	<b>Раздел 2. Экспериментальные, исследовательские комплексы и их оборудование. Полигоны и взрывные камеры.</b> Лекция 2.1. Экспериментальные, исследовательские комплексы и их оборудование. Полигоны и взрывные камеры. Системы безопасности при взрывных работах – 2 часа.	11	6	2	4	5	10	10
5	9	<b>Раздел 3. Ударно-волновое нагружение различных сред взрывом и ударом.</b> Лекция 3.1. Методы ударно-волнового нагружения и их характеристика. Нагружение падающей, скользящей и уходящей ударной волной. x-t диаграммы процесса – 2 часа. Лекция 3.2. Нагружение плоским и косым ударом. Метание ударников взрывом. x-t диаграммы процессов – 2 часа.	13	8	4	4	5	10	10
5	9	<b>Раздел 4. Конструкции и расчёт генераторов ударных и детонационных волн.</b> Лекция 4.1. Характеристика конструкций генераторов ударных волн. Линейно-волновые и плоско-волновые детонационные генераторы. Пороховые и газовые пушки – 2 часа. Лекция 4.2. Плоско волновые генераторы ударного действия. Методы расчёта. Генераторы симметрично-сходящихся волн. Электрические и электромагнитные ускорители ударников. Сохранение ударно-сжатых веществ – 2 часа.	13	8	4	4	5	10	10
5	9	<b>Раздел 5. Особенности регистрации ударных волн в различных средах. Датчики преобразователи. Определение параметров ударных волн.</b> Лекция 5.1. Особенности регистрации ударных волн в газообразных, конденсированных и энергетических средах. Побочные явления. Величины, измеряемые в экспериментах – 2 часа. Лекция 5.2. Свидетели явлений и стадий процесса. Датчики преобразователи их классификация, разрешающая способность и скоординированность со средой – 2 часа. Лекция 5.3. Определение параметров ударных волн методами откола, торможения и отражения. Аналитические зависимости для расчёта параметров ударных волн – 2 часа.	16	10	6	4	6	15	15
5	9	<b>Раздел 6. Электрические методы регистрации газодинамических процессов.</b> Лекция 6.1. Электрические методы регистрации процессов. Устройства и приборы для регистрации. Усилители, осциллографы, линии связи, генераторы, импульсов, источники тока, электронные ключи – 2 часа. Лекция 6.2. Системы синхронизации измерительных схем в газодинамическом эксперименте. Элементная база – 2 часа. Лекция 6.3. Электроконтактный метод измерения перемещений волновых и массовых скоростей. Метод измерения перемещения поверхности тел и ударных фронтов реостатными датчиками. Измерительные схемы – 1 час. Лекция 6.4. Методы измерения давлений резистивными, пьезо- и сегнетозлектрическими датчиками. Измерение массовых скоростей ёмкостными датчиками – 1 час.	16	10	6	4	6	15	15
5	9	<b>Раздел 7. Оптические методы и устройства регистрации газодинамических процессов.</b> Лекция 7.1. Факторы, определяющие качество оптических методов. Фоторегистрация на движущейся и неподвижной плёнке. Метод целевой развертки. Конструкции высокоскоростных фоторегистров – 2 часа. Лекция 7.2. Регистрация несветящихся процессов. Типы источников подсветки. Регистрация с подсветкой методами «оптического рычага» и наклонного зеркала. Использование лазерного излучения и световодов – 2 часа. Лекция 7.3. Визуализация несветящихся процессов. Методы светящихся зазоров, зеркального и полного внутреннего отражения. Регистрация светящихся процессов. Понятие об интерференционных и рентгенографических методах измерения – 2 часа.	16	10	6	4	6	15	15
5	9	<b>Раздел 8. Элементы статических методов обработки результатов эксперимента. Выборочный метод измерения случайной величины.</b> Лекция 8.1. Элементы теории вероятностей и математической статистики. Выборочный метод измерения случайной величины – 2 часа.	12	8	2	6	4	15	15
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	68	34	34	40	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	68	34	34	40	100	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение. Виды моделирования в	№1 Геометрическое моделирование в	4

	газодинамике и их взаимодействие. Графическое представление динамики параметров ударно-волновых процессов.	задачах гидрогазодинамики. Предварительный этап. Индивидуальная форма выполнения.	
2	Раздел 2. Экспериментальные, исследовательские комплексы и их оборудование. Полигоны и взрывные камеры.	№1 Геометрическое моделирование в задачах гидрогазодинамики. Основной этап. Индивидуальная форма выполнения.	4
3	Раздел 3. Ударно-волновое нагружение различных сред взрывом и ударом.	№2 Дискретизация расчетной области в задачах гидрогазодинамики. Предварительный этап. Индивидуальная форма выполнения.	4
4	Раздел 4. Конструкции и расчёт генераторов ударных и детонационных волн.	№2 Дискретизация расчетной области в задачах гидрогазодинамики. Основной этап. Индивидуальная форма выполнения.	4
5	Раздел 5. Особенности регистрации ударных волн в различных средах. Датчики преобразователи. Определение параметров ударных волн.	№3 Численное моделирование расчета обтекания осесимметричного тела. Предварительный этап. Индивидуальная форма выполнения.	4
6	Раздел 6. Электрические методы регистрации газодинамических процессов.	№3 Численное моделирование расчета обтекания осесимметричного тела. Основной этап. Индивидуальная форма выполнения.	4
7	Раздел 7. Оптические методы и устройства регистрации газодинамических процессов.	№4 Визуализация и обработка результатов численного моделирования. Предварительный этап. Индивидуальная форма выполнения.	4
8	Раздел 8. Элементы статических методов обработки результатов эксперимента. Выборочный метод измерения случайной величины.	№4 Визуализация и обработка результатов численного моделирования. Основной этап. Индивидуальная форма выполнения.	6
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Виды моделирования в газодинамике и их взаимодействие. Графическое представление динамики параметров ударно-волновых процессов.	Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	2
2		Выполнение курсовой работы и написание отчёта.	1
3	Раздел 2. Экспериментальные, исследовательские комплексы и их оборудование. Полигоны и взрывные камеры.	Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	3
4		Выполнение курсовой работы и написание отчёта.	2
5	Раздел 3. Ударно-волновое нагружение различных сред взрывом и ударом.	Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	3
6		Выполнение курсовой работы и написание отчёта.	2
7	Раздел 4. Конструкции и расчёт генераторов ударных и детонационных волн.	Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению	3

		лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	
8		Выполнение курсовой работы и написание отчёта.	2
9	Раздел 5. Особенности регистрации ударных волн в различных средах. Датчики преобразователи. Определение параметров ударных волн.	Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	3
10		Выполнение курсовой работы и написание отчёта.	3
11	Раздел 6. Электрические методы регистрации газодинамических процессов.	Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	3
12		Выполнение курсовой работы и написание отчёта.	3
13	Раздел 7. Оптические методы и устройства регистрации газодинамических процессов.	Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	3
14		Выполнение курсовой работы и написание отчёта.	3
15	Раздел 8. Элементы статических методов обработки результатов эксперимента. Выборочный метод измерения случайной величины.	Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	2
16		Выполнение курсовой работы и написание отчёта.	2
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>40</b>

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Этап 1. Построение геометрической модели артиллерийского снаряда и расчетной области.	1 - 4	4
Этап 2. Этап 2. Дискретизация расчетной области.	5 - 6	2
Этап 3. Этап 3. Предварительное назначение режимов обтекания. Задание начальных и граничных условий. Выбор модели турбулентности. Определение параметра $Y^+$ .	7 - 8	2
Этап 4. Этап 4. Проведение численного эксперимента для чисел Маха 0,5...3,0 на первом порядке точности. Обработка результатов расчета. Сравнение со штатными значениями.	9 - 10	2
Этап 5. Этап 5. Проведение численного эксперимента для чисел Маха 0,5...3,0 на втором порядке точности. Обработка результатов расчета. Сравнение с первым порядком точности и со штатными значениями.	11 - 12	2
Этап 6. Этап 6. Выполнение индивидуального задания.	13 - 15	3
Этап 7. Этап 7. Оформление отчета.	16 - 17	3
<b>Всего за 9 семестр</b>		<b>18</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9				ЛР		ДР	ЛР			ДР		ЛР			ЛР	ДР	Тест, КР, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- КР – курсовая работа;
- Тест – тест;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- курсовая работа;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Л. П. Орленко. . Физика взрыва и удара. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 37 экз.
2. М. А. Есиков. . Гидрогазодинамика. Простые и ударные волны в идеальном газе. Новосибирск: НГТУ, 2020, эл. рес.
3. Н. П. Михайлов. . Основы математического моделирования процессов взрыва и удара. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
4. С. Г. Андреев, Ф. А. Баум, И. Ф. Кобылкин. . Физика взрыва. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004, 27 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. Google Chrome.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Комплект учебных плакатов по специзделиям;
3. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
4. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
5. Google Chrome.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ГАЗОДИНАМИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели. Дисциплина реализуется на факультете *Е* Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е3* СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-10 (17.05.01) способность применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения;

ОПК-10 (17.05.01) способность применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением общих вопросов экспериментальной газодинамики, изучением комплексов физических эффектов, сопровождающих явления взрыва и удара, изучением методов и устройства генерации ударно-волновых комплексов в различных средах, изучением особенностей регистрации гидрофизических течений современной измерительной аппаратуры и другого оборудования, необходимого для исследования быстропротекающих процессов, изучением методов регистрации параметров ударных волн и детонационных волн, изучением методов регистрации кинематических параметров высокоскоростных соударений, приобретением навыков проектирования газодинамических экспериментов, приобретением навыков регистрации и моделирования ударно-волновых процессов, владением методиками регистрации параметров газодинамических течений, приобретением навыков работы с измерительной аппаратурой и методами обработки результатов эксперимента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- курсовая работа;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение. Виды моделирования в газодинамике и их взаимодействие. Графическое представление динамики параметров ударно-волновых процессов.</b>		
Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	Л. П. Орленко. . Физика взрыва и удара: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (1) Н. П. Михайлов. . Основы математического моделирования процессов взрыва и удара: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1,2) М. А. Есиков. . Газодинамика. Простые и ударные волны в идеальном газе: Новосибирск: НГТУ, 2020 (1)	2
Выполнение курсовой работы и написание отчёта.	С. Г. Андреев, Ф. А. Баум, И. Ф. Кобылкин. . Физика взрыва: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 (2,9)	1
Итого по разделу 1		3
<b>Раздел 2. Экспериментальные, исследовательские комплексы и их оборудование. Полигоны и взрывные камеры.</b>		
Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	С. Г. Андреев, Ф. А. Баум, И. Ф. Кобылкин. . Физика взрыва: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 (3) Л. П. Орленко. . Физика взрыва и удара: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (2) Н. П. Михайлов. . Основы математического моделирования процессов взрыва и удара: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (3)	3
Выполнение курсовой работы и написание отчёта.		2
Итого по разделу 2		5
<b>Раздел 3. Ударно-волновое нагружение различных сред взрывом и ударом.</b>		
Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	С. Г. Андреев, Ф. А. Баум, И. Ф. Кобылкин. . Физика взрыва: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 (3,4) Л. П. Орленко. . Физика взрыва и удара: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (3) Н. П. Михайлов. . Основы математического моделирования процессов взрыва и удара: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (4)	3
Выполнение курсовой работы и написание отчёта.		2

Итого по разделу 3		5
<b>Раздел 4. Конструкции и расчёт генераторов ударных и детонационных волн.</b>		
Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	С. Г. Андреев, Ф. А. Баум, И. Ф. Кобылкин. . Физика взрыва: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 (5) Л. П. Орленко. . Физика взрыва и удара: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (4) Н. П. Михайлов. . Основы математического моделирования процессов взрыва и удара: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (5)	3
Выполнение курсовой работы и написание отчёта.		2
Итого по разделу 4		5
<b>Раздел 5. Особенности регистрации ударных волн в различных средах. Датчики преобразователи. Определение параметров ударных волн.</b>		
Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	Л. П. Орленко. . Физика взрыва и удара: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (5,6) С. Г. Андреев, Ф. А. Баум, И. Ф. Кобылкин. . Физика взрыва: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 (11) Н. П. Михайлов. . Основы математического моделирования процессов взрыва и удара: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (6)	3
Выполнение курсовой работы и написание отчёта.		3
Итого по разделу 5		6
<b>Раздел 6. Электрические методы регистрации газодинамических процессов.</b>		
Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	С. Г. Андреев, Ф. А. Баум, И. Ф. Кобылкин. . Физика взрыва: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 (12,13) Л. П. Орленко. . Физика взрыва и удара: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (7) Н. П. Михайлов. . Основы математического моделирования процессов взрыва и удара: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (7)	3
Выполнение курсовой работы и написание отчёта.		3
Итого по разделу 6		6
<b>Раздел 7. Оптические методы и устройства регистрации газодинамических процессов.</b>		
Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	Л. П. Орленко. . Физика взрыва и удара: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (1) Н. П. Михайлов. . Основы математического моделирования процессов взрыва и удара: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (7) С. Г. Андреев, Ф. А. Баум, И. Ф. Кобылкин. . Физика взрыва: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 (8,11,12)	3
Выполнение курсовой работы и написание отчёта.		3
Итого по разделу 7		6
<b>Раздел 8. Элементы статических методов обработки результатов эксперимента. Выборочный метод измерения случайной величины.</b>		
Формой управления самостоятельной работой студента являются консультации по освоению материалов раздела, подготовке к выполнению лабораторной работы и написанию отчета по лабораторным работам.	С. Г. Андреев, Ф. А. Баум, И. Ф. Кобылкин. . Физика взрыва: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 (1) Н. П. Михайлов. . Основы математического моделирования процессов взрыва и удара: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (8)	2
Выполнение курсовой работы и написание отчёта.		2
Итого по разделу 8		4

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- тест;
- лабораторная работа;
- курсовая работа;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Тест

Перечень тестов для сдачи диф. зачета, общей сложностью 32 вопроса, размещен в УМК дисциплины.

#### Лабораторная работа

Лабораторные работы представляются в электронной форме. Защита лабораторных работ проходит в форме демонстрации работающей программы и владения студентом навыками работы с программным комплексом.

Допуск к защите лабораторной работы студентом служит:

- соответствие варианта задания, отсутствие явных ошибок в расчетах;
- наличие необходимых пунктов;

Основой для положительной защиты лабораторной работы является усвоение студентом знаний на уровне не менее 80% по теоретическим материалам лабораторной работы. Оценка достигнутого уровня знаний студента осуществляется путем контроля корректности и верности ответов студента на выборочные вопросы преподавателя, приведенные в УМК настоящей дисциплины.

#### Курсовая работа

Курсовая работа представляется в печатной форме. Защита курсовых работ проходит в форме доклада студента о выполненной работе и ответов на вопросы из перечня вопросов к курсовой работе, размещенным в УМК настоящей дисциплины.

Допуск к защите курсовой работы студентом служит:

- наличие всех защищенных лабораторных работ;
- наличие отчета по выполненной курсовой работе;
- соответствие варианта задания, отсутствие явных ошибок в расчетах;
- наличие необходимых разделов и графического материала;
- качество оформления пояснительной записки.

Основой для положительной защиты курсовой работы является усвоение студентом знаний на уровне не менее 80% по теоретическим материалам курсовой работы. Оценка достигнутого уровня знаний студента осуществляется путем контроля корректности и верности ответов студента на выборочные вопросы преподавателя, приведенные в УМК настоящей дисциплины.

Защита курсовой работы оценивается оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не защитил».

Основой для определения оценки служит уровень усвоения студентом материала, предусмотренного учебной программой дисциплины.

– оценки «отлично» по итогам защиты курсовой работы заслуживает студент, обнаруживший при ответах на вопросы всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, выполнивший курсовую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку оформленную в соответствии с действующими требованиями;

– оценки «хорошо» по итогам защиты курсовой работы заслуживает студент, обнаруживший полное

знание учебно-программного материала, выполнивший курсовую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку содержащую незначительные отступления от действующих требований и погрешности оформления;

– оценки «удовлетворительно» по итогам защиты курсовой работы заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, выполнивший курсовую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку содержащую серьезные отступления от действующих требований и существенные погрешности оформления;

– оценка «не защитил» по итогам защиты курсовой работы выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала и материалов представленной им курсовой работы, допустившему принципиальные ошибки при ответах на вопросы преподавателя. Как правило, оценка «не защитил» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании БГТУ без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

#### **Дифференцированный зачет**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Основой для определения оценки дифференцированного зачета по итогам семестра служит наличие всех защищенных работ, предусмотренных учебной программой дисциплины, и уровень усвоения студентом материала по тестовым вопросам, также предусмотренных учебной программой дисциплины:

- оценки «отлично» при ответе на не менее 80% из заданных тестовых вопросов;
- оценки «хорошо» при ответе на не менее 60% из заданных тестовых вопросов;
- оценки «удовлетворительно» при ответе на не менее 40% из заданных тестовых вопросов;
- оценки «не зачтено» при ответе на менее 40% из заданных тестовых вопросов.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-10 (17.05.01)	ОПК-10 (17.05.01)	
5	9	Раздел 1. Введение. Виды моделирования в газодинамике и их взаимодействие. Графическое представление динамики параметров ударно-волновых процессов.	11	8	4	4	3	10	10	Тест, Лабораторная работа
5	9	Раздел 2. Экспериментальные, исследовательские комплексы и их оборудование. Полигоны и взрывные камеры.	11	6	2	4	5	10	10	Тест, Лабораторная работа
5	9	Раздел 3. Ударно-волновое нагружение различных сред взрывом и ударом.	13	8	4	4	5	10	10	Лабораторная работа, Тест
5	9	Раздел 4. Конструкции и расчёт генераторов ударных и детонационных волн.	13	8	4	4	5	10	10	Лабораторная работа, Тест
5	9	Раздел 5. Особенности регистрации ударных волн в различных средах. Датчики преобразователи. Определение параметров ударных волн.	16	10	6	4	6	15	15	Тест, Лабораторная работа
5	9	Раздел 6. Электрические методы регистрации газодинамических процессов.	16	10	6	4	6	15	15	Лабораторная работа, Тест
5	9	Раздел 7. Оптические методы и устройства регистрации газодинамических процессов.	16	10	6	4	6	15	15	Лабораторная работа, Тест
5	9	Раздел 8. Элементы статических методов обработки результатов эксперимента. Выборочный метод измерения случайной величины.	12	8	2	6	4	15	15	Тест, Курсовая работа
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	68	34	34	40	100	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			108	68	34	34	40	100	100	