

**МИНОБРНАУКИ 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

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Суслин А. В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	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)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	зач.
5	10	4	144	68	34	34	0	76	0	18	58	экз.
ВСЕГО		7	252	119	68	51	0	133	0	18	115	

*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: 2024

Программу составил:

Кафедра ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ  
Филимон Сергей Васильевич, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

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 ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД**

## **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:

ПСК-20 — способность 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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-20**

*знания:*

на уровне представлений: основные закономерности сплошных сред;

на уровне воспроизведения: численные метод конечных элементов в приложении к задачам оценки функционирования боеприпасов;

на уровне понимания: фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики;

*умения:*

теоретические: использовать при проектировании боеприпасов методы математического моделирования и механики сплошных сред;

практические: применять математические методы, физические законы и химические закономерности для решения практических задач в области проектирования боеприпасов и взрывателей;

*навыки:*

практического применения программных средств для компьютерного моделирования процессов функционирования боеприпасов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, КОНСТРУКЦИИ И ДЕЙСТВИЕ БОЕПРИПАСОВ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ПСК-20 — 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 7 з.е., 252 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		ПСК-20
5	9	<b>Раздел 1. Математический аппарат механики сплошных сред.</b> 1.1. Цель и содержание курса. 1.2. Общие положения и гипотезы механики сплошных сред. 1.3. Элементы векторной алгебры и векторного анализа. 1.4. Градиент скалярной функции векторного аргумента. 1.5. Дивергенция векторной функции векторного аргумента. 1.6. Ротор вектора. 1.7. Основные теоремы векторного анализа.	20	12	12	0	8	10
5	9	<b>Раздел 2. Основные понятия, уравнения и соотношения механики сплошных сред.</b> 2.1. Системы отсчёта. Индивидуализация точек материального континуума. 2.2. Подход Эйлера и Лагранжа к изучению движения сплошной среды. 2.3. Теория деформаций, тензор деформаций, главные оси и главные деформации, инварианты тензора деформаций, шаровой тензор и девиатор тензора деформаций. 2.4. Понятие об уравнениях совместности деформаций, тензор скоростей деформации. 2.5. Тензор напряжений, главные оси, главные площадки и главные значения тензора, инварианты тензора напряжений, шаровой тензор и девиатор тензора напряжений. 2.6. Законы сохранения, первый закон термодинамики. 2.7. Второй закон термодинамики, обратимые и необратимые процессы. Понятие энтропии. 2.8. Краевая задача прикладной механики сплошных сред, виды постановок.	50	24	16	8	26	15
5	9	<b>Раздел 3. Модели сплошных сред, их физические соотношения.</b> 3.1. Физическое поведение деформируемых сред. Уравнения состояния. 3.2. Механическое поведение деформируемых сред. Диаграмма механического поведения. 3.3. Реологические модели сплошных сред, упругая среда Гука, вязкие среды, пластические среды.	38	15	6	9	23	25
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	51	34	17	57	50
5	10	<b>Раздел 4. Метод конечных элементов в задачах механики сплошных сред.</b> 4.1. Общие положения метода конечных элементов и его этапы. 4.2. Типы конечных элементов, функции формы элементов. 4.3. Свойства интерполяционного полинома, аппроксимация скалярных и векторных величин. 4.4. Типы сеток, разбиение области на конечные элементы. 4.5. Нумерация узлов и элементов, объединение конечных элементов в ансамбль. 4.6. Методы построения разрешающей системы уравнений, вариационный метод, метод Бубнова-Галеркина. 4.7. Линейная задача теории упругости. 4.8. Методы решения нелинейных задач, метод переменной жесткости, метод Ильюшина. 4.9. Особенности решения динамических задач.	86	50	16	34	36	20
5	10	<b>Раздел 5. Приближенные аналитические решения задач прикладной механики сплошных сред.</b> 5.1. Решение задачи о динамическом расширении сферической полости в упругопластической среде с линейным упрочнением и дилатансией. 5.2. Приложение решения задачи о динамическом расширении сферической полости к задачам расчета взрыва и удара, гипотеза локальных взаимодействий. 5.3. Решение задачи о формировании воронки выброса, функция показателя выброса, размеры области разрушения в среде. 5.4. Решение задачи о деформировании и разрушении упругопластического ударника. 5.5. Задачи контактного взаимодействия элементов ведущей части снаряда со стволом, гладкий ствол, нарезной ствол. 5.6. Колебания оси бронебойного оперенного подкалиберного снаряда при его движении по каналу ствола.	58	18	18	0	40	30
<b>Всего за 10 семестр</b>			144	68	34	34	76	50
<b>Всего по дисциплине</b>			252	119	68	51	133	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Основные понятия, уравнения и соотношения механики сплошных сред.	Исследование напряженно-деформированного состояния, собственных форм и частот колебаний консольной балки	4
2		Исследование плоского напряженного состояния элементов конструкций	4
3	Раздел 3. Модели сплошных сред, их физические соотношения.	Исследование напряженно-деформированного состояния конструкций с осевой симметрией	4
4		Решение задач с малыми упругопластическими деформациями	5
Всего за 9 семестр			17
5	Раздел 4. Метод конечных элементов в задачах механики сплошных сред.	Анализ напряженно-деформированного состояния элементов конструкций артиллерийских выстрелов	34
Всего за 10 семестр			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Математический аппарат механики сплошных сред.	Самостоятельное углубленное изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	8
2	Раздел 2. Основные понятия, уравнения и соотношения механики сплошных сред.	Самостоятельное углубленное изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	12
3		Подготовка к лабораторным работам и выполнение отчетов	14
4	Раздел 3. Модели сплошных сред, их физические соотношения.	Самостоятельное углубленное изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	11
5		Подготовка к лабораторным работам и выполнение отчетов	12
Всего за 9 семестр			57
6	Раздел 4. Метод конечных элементов в задачах механики сплошных сред.	Самостоятельное углубленное изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	18
7		Подготовка к лабораторным работам и выполнение отчетов	10
8		Выполнение курсовой работы	8
9	Раздел 5. Приближенные аналитические решения задач прикладной механики сплошных сред.	Самостоятельное углубленное изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	30
10		Выполнение курсовой работы	10
Всего за 10 семестр			76

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Сбор исходных данных	1 - 3	2
Этап 2. Создание моделей и задание свойств материалов.	4 - 5	2
Этап 3. Построение сетки КЭ, задание краевых условий	6 - 7	2
Этап 4. Расчеты и анализ результатов	8 - 9	2
Этап 5. Выполнение индивидуального исследования	10 - 12	2
Этап 6. Оформление пояснительной записки	13 - 15	6
Этап 7. Подготовка к защите	15 - 17	2
<b>Всего за 10 семестр</b>		18

## 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	КПос	ДР			ЛР, КПос	ДР				ЛР	КПос, КР	ДР	Вопр. Зач, Вопр. Экз, зач.
10						ДР				ДР						ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- КПос – контроль посещаемости;

- КР – курсовая работа;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- контроль посещаемости;
- курсовая работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Санников. . Решение уравнений математической физики методом конечных элементов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
2. Г. В. Лепеш. . Оценка функционирования ведущих поясков. Л.: Изд-во ЛМИ, 1990, 35 экз.
3. Г. В. Лепеш, М. Я. Водопьянов. . Приложение метода конечных элементов к расчёту прочности артиллерийских снарядов при выстреле. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993, 55 экз.
4. К. М. Иванов, О. Г. Агошков. . Механика сплошных неоднородных и композиционных сред . СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 50 экз.
5. Н. В. Могильников, В. В. Горбунов, Л. Ф. Левицкий. . Движение снаряда в стволе и на траектории. Тула: Тул. гос. ун-т, 2007, 70 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. В. Учайкин. . Механика. Основы механики сплошных сред. СПб.: Лань, 2017, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
4. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система.

### 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.

### 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. Интерактивная доска;
2. Проектор;
3. Учебные разрезные артиллерийские и минометные выстрелы, реактивные снаряды различного вида действия;
4. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

### **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 **ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-20 способность 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.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием боеприпасов. Является логическим продолжением содержания дисциплин: математика, физика, теоретическая механика, сопротивление материалов физика взрыва и удара и служит основой для прохождения преддипломной практики и выполнения ВКР.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- контроль посещаемости;
- курсовая работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), лабораторный практикум (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**133 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 252 ч., из них 119 ч. аудиторных занятий, и 133 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. Математический аппарат механики сплошных сред.</b>		
Самостоятельное углубленное изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	К. М. Иванов, О. Г. Агошков. . Механика сплошных неоднородных и композиционных сред : СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1.1) В. В. Учайкин. . Механика. Основы механики сплошных сред: СПб.: Лань, 2017 (1.1, 1.2)	8
Итого по разделу 1		8
<b>Раздел 2. Основные понятия, уравнения и соотношения механики сплошных сред.</b>		
Самостоятельное углубленное изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	К. М. Иванов, О. Г. Агошков. . Механика сплошных неоднородных и композиционных сред : СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-2) В. А. Санников. . Решение уравнений математической физики методом конечных элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1.2-3.4) Г. В. Лепеш, М. Я. Водопьянов. . Приложение метода конечных элементов к расчёту прочности артиллерийских снарядов при выстреле: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993 (1-4)	12
Подготовка к лабораторным работам и выполнение отчетов	Г. В. Лепеш, М. Я. Водопьянов. . Приложение метода конечных элементов к расчёту прочности артиллерийских снарядов при выстреле: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993 (1-4)	14
Итого по разделу 2		26
<b>Раздел 3. Модели сплошных сред, их физические соотношения.</b>		
Самостоятельное углубленное изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	К. М. Иванов, О. Г. Агошков. . Механика сплошных неоднородных и композиционных сред : СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (3) В. А. Санников. . Решение уравнений математической физики методом конечных элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3) Г. В. Лепеш, М. Я. Водопьянов. . Приложение метода конечных элементов к расчёту прочности артиллерийских снарядов при выстреле: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993 (1-4)	11
Подготовка к лабораторным работам и выполнение отчетов	Г. В. Лепеш, М. Я. Водопьянов. . Приложение метода конечных элементов к расчёту прочности артиллерийских снарядов при выстреле: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993 (1-4)	12
Итого по разделу 3		23
<b>Раздел 4. Метод конечных элементов в задачах механики сплошных сред.</b>		
Самостоятельное углубленное изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Г. В. Лепеш. . Оценка функционирования ведущих поясков: Л.: Изд-во ЛМИ, 1990 (1-2) В. А. Санников. . Решение уравнений математической физики методом конечных элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1.2-3.4)	18
Подготовка к лабораторным работам и выполнение отчетов	Г. В. Лепеш, М. Я. Водопьянов. . Приложение	10

работам и выполнение отчетов	метода конечных элементов к расчёту прочности артиллерийских снарядов при выстреле: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993 (1-4)	
Выполнение курсовой работы		8
Итого по разделу 4		36
<b>Раздел 5. Приближенные аналитические решения задач прикладной механики сплошных сред.</b>		
Самостоятельное углубленное изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Н. В. Могильников, В. В. Горбунов, Л. Ф. Левицкий. . Движение снаряда в стволе и на траектории: Тула: Тул. гос. ун-т, 2007 (1-3) Г. В. Лепеш. . Оценка функционирования ведущих поясков: Л.: Изд-во ЛМИ, 1990 (1-2) Г. В. Лепеш, М. Я. Водопьянов. . Приложение метода конечных элементов к расчёту прочности артиллерийских снарядов при выстреле: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993 (1-4)	30
Выполнение курсовой работы		10
Итого по разделу 5		40

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контроль посещаемости;
- вопросы к зачету;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- курсовая работа;
- зачет;
- экзамен.

### 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.

#### Контроль посещаемости

Студент положительно аттестовывается при посещении более 50% занятий.

#### Вопросы к зачету

Фонды оценочных средств, контрольные вопросы, позволяющие оценить результаты образования по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины

#### Лабораторная работа

Выполнение лабораторной работы засчитывается по итогу отчета по лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе предоставляется в письменной форме. Отчет по лабораторной работе проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Критерии оценивания – для принятия решения о выполнении лабораторной работы необходимо дать правильные ответы на три и более вопроса из пяти, заданных преподавателем. Фонды оценочных средств, задания для лабораторных работ, контрольные вопросы, позволяющие оценить результаты образования по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины.

#### Вопросы к экзамену

Фонды оценочных средств, билеты и вопросы к экзамену, позволяющие оценить результаты образования по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины

#### Курсовая работа

Курсовая работа представляется в печатной форме. Прием курсовой работы оформляется после ее защиты. Защита курсовой работы проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Курсовые работы содержат 2 задания.

Защита курсовой работы возможна как целиком, так и отдельно по заданиям. Защита всех выполненных заданий является полной защитой курсовой работы.

Правильное оформление пояснительной записки и верные своевременные ответы студента на вопросы преподавателя являются основанием для приема курсовой работы.

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.

Курсовая работа не может быть принята к защите в следующих случаях:

- несоответствие варианта задания, наличие ошибок в расчетах;
- низкое качество графического материала пояснительной записки (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках);
- отсутствие необходимых разделов;
- отсутствие необходимого графического материала;
- и т.п.

### **Зачет**

Зачет оформляется по результатам ответов на теоретические вопросы:

- оценка «зачтено» ставится при верном ответе на 3 вопроса из 5, заданных преподавателем;
- оценка «не зачтено» ставится при ответе менее чем на 3 вопроса из 5, заданных преподавателем.

### **Экзамен**

Промежуточный контроль проходит в форме устного экзамена по билетам. Билет содержит 3 вопроса.

Результаты ответов студента оцениваются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

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

- оценки «отлично» заслуживает студент защитивший и сдавший курсовую работу и всех, предусмотренных программой лабораторных работ, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала;

- оценки «хорошо» заслуживает студент защитивший и сдавший курсовую работу и всех, предусмотренных программой лабораторных работ, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

- оценки «удовлетворительно» заслуживает студент защитивший и сдавший курсовую работу и всех, предусмотренных программой лабораторных работ, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного

учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



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		ПСК-20	
5	9	Раздел 1. Математический аппарат механики сплошных сред.	20	12	12	0	8	10	Лабораторная работа, Вопросы к зачету, Контроль посещаемости
5	9	Раздел 2. Основные понятия, уравнения и соотношения механики сплошных сред.	50	24	16	8	26	15	Лабораторная работа, Вопросы к зачету, Контроль посещаемости
5	9	Раздел 3. Модели сплошных сред, их физические соотношения.	38	15	6	9	23	25	Лабораторная работа, Вопросы к зачету, Контроль посещаемости
Всего за 9 семестр			108	51	34	17	57	50	
5	10	Раздел 4. Метод конечных элементов в задачах механики сплошных сред.	86	50	16	34	36	20	Лабораторная работа, Вопросы к экзамену, Контроль посещаемости
5	10	Раздел 5. Приближенные аналитические решения задач прикладной механики сплошных сред.	58	18	18	0	40	30	Курсовая работа, Вопросы к экзамену, Контроль посещаемости
Всего за 10 семестр			144	68	34	34	76	50	
Всего по дисциплине			252	119	68	51	133	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-20

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Дайте определение материальной частицы
  - № 2 Какие величины связывает матрица жесткости?
  - № 3 Дайте определение матрицы
  - № 4 Какие математические операции определены для матриц?
  - № 5 Как называется математический объект, инвариантный по отношению к преобразованиям координат
  - № 6 Дайте определение единичной матрицы
  - № 7 Тензором какого ранга является скаляр?
  - № 8 Тензором какого ранга является вектор?
  - № 9 Какой из подходов к изучению движения деформируемых сред ориентирован на определения параметров в каждой фиксированной точке пространства?
  - № 10 Какой из подходов к изучению движения деформируемых сред ориентирован на определения параметров в каждой индивидуальной точке среды?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какие виды нагрузок не рассматриваются при построении локальных матриц элементов?
    - Сосредоточенные
    - Поверхностные
    - Объемные
    - Касательные
  - № 2 Что является объектом аппроксимации в МКЭ?
    - Исходное дифференциальное уравнение
    - Неизвестное решение
    - Распределение напряжений
    - Распределение деформаций
  - № 3 При дискретизации области размерность элемента определяется:
    - размерностью задачи
    - степенью аппроксимирующего полинома
    - тензором деформаций
    - тензором напряжений
  - № 4 Матрица жесткости связывает:
    - неизвестные узловые переменные с известными узловыми внешними воздействиями
    - известные узловые переменные с неизвестными узловыми внешними воздействиями
    - известные узловые внешние воздействия с характеристиками материала исследуемого тела
    - характеристики материала исследуемого тела с деформациями
  - № 5 Выберите свойство, не являющееся атрибутом конечного элемента:
    - размерность
    - степень аппроксимирующего полинома

- геометрическая форма
  - количество узлов
- № 6 Матрица жесткости конечного элемента имеет размерность:
- $N(e) \times N(e)$
  - $N(e) \times 1$
  - $N(e) \times 2$
  - $N(e) \times 3$
- № 7 Вектор узловых воздействий конечного элемента имеет размерность:
- $N(e) \times N(e)$
  - $N(e) \times 1$
  - $N(e) \times 2$
  - $N(e) \times 3$
- № 8 В прочностных задачах основное уравнение МКЭ записывается в виде:  $[K] \cdot \{U\} = \{F\}$ . Вектор  $\{U\}$  называется –
- вектор столбец узловых перемещений
  - вектор столбец деформаций
  - вектор столбец внешних нагрузок
  - вектор столбец внутренних сил
- № 9 В прочностных задачах основное уравнение МКЭ записывается в виде:  $[K] \cdot \{U\} = \{F\}$ . Вектор  $\{F\}$  называется –
- вектор столбец узловых перемещений
  - вектор столбец деформаций
  - вектор столбец внешних нагрузок
  - вектор столбец внутренних сил
- № 10 Какие величины связывает матрица жесткости?
- Узловые силы с узловыми перемещениями
  - Напряжения с узловыми перемещениями
  - Напряжения с узловыми силами
  - Поверхностные и объемные нагрузки с узловыми силами