

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ, ПРОЧНОСТНЫХ И ТЕПЛОВЫХ ЗАДАЧ

Направление/специальность подготовки	17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
Специализация/профиль/программа подготовки	Стрелково-пушечное вооружение
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ

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	68	17	17	34	40	0	18	22	диф. зач.
5	10	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	119	34	34	51	97	0	18	79	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И  
РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ \_\_\_\_\_

Егоров Владимир Викторович, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ  
ОРУЖИЕ**

Заведующий кафедрой Афанасьев А.С., д.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ**

Заведующий кафедрой Афанасьев А.С., д.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ, ПРОЧНОСТНЫХ И ТЕПЛОВЫХ ЗАДАЧ**

### **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-2 — способность демонстрировать знание методов проектирования автоматического оружия и всех элементов стрелково-пушечного вооружения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-2**

*знания:*

Основные понятия и методы аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления;

Фундаментальные понятия, законы и теории современной и классической физики;

Основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;;

*умения:*

Использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;;

*навыки:*

Физического моделирования для решения прикладных задач по будущей специальности;

Применения современного математического инструментария для решения математических, физических и тепловых задач;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ, ПРОЧНОСТНЫХ И ТЕПЛОВЫХ ЗАДАЧ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОГО ВООРУЖЕНИЯ, ФИЗИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.**

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
- ОПК-7 — Способен анализировать текущее состояние и тенденции развития оружия и систем вооружения

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 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	Практические занятия		
5	9	<b>Раздел 1. Метод конечных элементов.</b> 1.1. Введение. Основные понятия МКЭ. 1.2. Интерполяция искомой функции с помощью функции формы. Уравнения жесткости конечного элемента. Разрешающие уравнения МКЭ. 1.3 Применение МКЭ для расчетов. Реализация МКЭ в пакете ANSYS.	21	13	3	4	6	8	5
5	9	<b>Раздел 2. Основы работы в ANSYS.</b> 2.1. Графический интерфейс. 2.2. Работа с проектом в WORKBENCH.	8	6	2	0	4	2	10
5	9	<b>Раздел 3. Геометрическое моделирование.</b> 3.1. Графический интерфейс модуля Design Modeler. 3.2. Создание эскиза геометрической модели 3.3 Создание объемных моделей. Управление элементами в дереве построения.	17	9	3	0	6	8	5
5	9	<b>Раздел 4. Управление материалами и их свойствами.</b> 4.1. Графический интерфейс модуля управления материалами. Работа с источниками данных. Работа с материалами и их свойствами. 4.2. Использование пластичных материалов.	21	13	3	4	6	8	5
5	9	<b>Раздел 5. Генерация конечно-элементной сетки.</b> 5.1. Порядок разбиения. Общие настройки генератора сеток. 5.2. Работа с меню Mesh Control. 5.3. Работа с виртуальной топологией.	21	13	3	4	6	8	15
5	9	<b>Раздел 6. Нагрузки и граничные условия. Настройки решателя.</b> 6.1. Виды нагрузок и особенности их задания. Инерционные нагрузки. Конструкционные нагрузки. 6.2 Граничные условия 6.3. Параметры и опции решателя.	20	14	3	5	6	6	10
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	68	17	17	34	40	50
5	10	<b>Раздел 7. Численное решение и обработка результатов.</b> 1.3. Запуск решателя и мониторинг численного решения 1.4. Перемещения. Деформация и напряжения. 1.3. Нестандартные результаты. Результаты на альтернативной геометрии. 1.4. Экспорт результатов и генерация отчета.	35	16	5	6	5	19	10
5	10	<b>Раздел 8. Моделирование контактных взаимодействий и кинематических связей.</b> 2.1. Классификация контактов. Контактные и целевые элементы. 2.2. Создание контактных пар. 2.3. Настройка параметров контактной пары. 2.4. Анализ начального состояния и постпроцессинг контактных пар.	36	17	5	6	6	19	15
5	10	<b>Раздел 9. Моделирование теплофизических задач.</b> 3.1 Постановка теплофизических задач в ANSYS Multiphysics 3.2 Этапы препроцессорной подготовки решения 3.3 Типология теплофизических задач.	37	18	7	5	6	19	25
<b>Всего за 10 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	50
<b>Всего по дисциплине</b>			216	119	34	34	51	97	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Метод конечных элементов.	Решение уравнений МКЭ. Анализ результатов решения. Одномерная нестационарная задача. Двумерная нестационарная задача.	6
2	Раздел 2. Основы работы в ANSYS.	Графический интерфейс. Работа с проектом в WORKBENCH.	4
3	Раздел 3. Геометрическое моделирование.	Создание геометрических модели. Создание объемных моделей. Операции моделирования.	6
4	Раздел 4. Управление материалами и их свойствами.	Использование пластичных материалов. Задание пластических свойств материала. Задание свойств гиперупругих материалов.	6
5	Раздел 5. Генерация конечно-элементной сетки.	Контроль формы элементов. Локальное изменение сетки. Работа с виртуальной топологией	6
6	Раздел 6. Нагрузки и граничные условия. Настройки решателя.	Инерционные и конструкционные нагрузки. Контроль шагов решения. Управление решателем. Управление результатами решения. Управление текущим анализом.	6
<b>Всего за 9 семестр</b>			34
7	Раздел 7. Численное решение и обработка	Запуск решателя и мониторинг численного решения Перемещения. Деформация и напряжения. Нестандартные	5

	результатов.	результаты. Результаты на альтернативной геометрии. Экспорт результатов и генерация отчета.	
8	Раздел 8. Моделирование контактных взаимодействий и кинематических связей.	Классификация контактов. Контактные и целевые элементы. Создание контактных пар. Настройка параметров контактной пары. Анализ начального состояния и постпроцессинг контактных пар	6
9	Раздел 9. Моделирование теплофизических задач.	Нестационарный теплообмен. Нагрев пластины по заданному режиму с переменной во времени нагрузкой	6
<b>Всего за 10 семестр</b>			17

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Метод конечных элементов.	Решение уравнений МКЭ. Анализ результатов решения. Одномерная нестационарная задача. Двумерная нестационарная задача.	4
2	Раздел 4. Управление материалами и их свойствами.	Использование пластичных материалов. Задание пластических свойств материала. Задание свойств гиперупругих материалов.	4
3	Раздел 5. Генерация конечно-элементной сетки.	Контроль форм элементов. Локальное изменение сетки. Работа с виртуальной топологией.	4
4	Раздел 6. Нагрузки и граничные условия. Настройки решателя.	Инерционные и конструкционные нагрузки Контроль шагов решения. Управление решателем. Управление результатами решения. Управление текущим анализом.	5
<b>Всего за 9 семестр</b>			17
5	Раздел 7. Численное решение и обработка результатов.	Расчет балок и рам с помощью пакета ANSYS	6
6	Раздел 8. Моделирование контактных взаимодействий и кинематических связей.	Решение задачи об одноосном растяжении упругого пространства в пакете ANSYS	6
7	Раздел 9. Моделирование теплофизических задач.	Стационарный теплообмен в прямоугольной заготовке. Заданные температуры поверхностей	5
<b>Всего за 10 семестр</b>			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Метод конечных элементов.	Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	2
2		Работа на Курсовой работой	6
3	Раздел 2. Основы работы в ANSYS.	Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	2
4	Раздел 3. Геометрическое моделирование.	Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	5
5		Работа на Курсовой работой	3
6	Раздел 4. Управление материалами и их свойствами.	Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	5
7		Работа над Курсовой работой	3
8	Раздел 5. Генерация конечно-элементной сетки.	Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	5
9		Работа над Курсовой работой	3
10	Раздел 6. Нагрузки и граничные условия. Настройки решателя.	Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	3

11		Работа над Курсовой работой	3
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>40</b>
12	Раздел 7. Численное решение и обработка результатов.	Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	19
13	Раздел 8. Моделирование контактных взаимодействий и кинематических связей.	Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	19
14	Раздел 9. Моделирование теплофизических задач.	Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	19
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>57</b>

### 3.5. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Подготовка исходных данных для решения прочностной (динамической) задачи	1 - 3	3
Этап 2. Подготовка геометрических моделей для решения прочностной (динамической) задачи	4 - 6	3
Этап 3. Создание сетки конечных элементов для решения прочностной (динамической) задачи	7 - 9	3
Этап 4. Задание нагрузок и граничных условий для решения прочностной (динамической) задачи	10 - 12	3
Этап 5. Решение прочностной (динамической) задачи	13 - 14	3
Этап 6. Обработка результатов. Подготовка отчета.	15 - 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				Отч. по ПЗ		ДР			Отч. по ПЗ, КР	ДР			Отч. по ПЗ, КР			ДР	Вопр.Диф.Зач, КР, диф. зач.
10						ДР				ДР						ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- КР – курсовая работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Е. Г. Макаров. . Метод конечных элементов в прочностных расчётах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
2. М. А. Денисов. . Математическое моделирование теплофизических процессов. ANSYS и CAE-проектирование. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2011, эл. рес.

### 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. <http://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»;
3. <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:**

1. Проектор.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Компьютерный комплект;
3. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Компьютерный комплект;
3. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

### **6.4. 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 **ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ, ПРОЧНОСТНЫХ И ТЕПЛОВЫХ ЗАДАЧ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2 способность демонстрировать знание методов проектирования автоматического оружия и всех элементов стрелково-пушечного вооружения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с деформированием конструкций, машин и механизмов в пределах упругости и методами их расчёта на статическую, динамическую и контактную прочность и жёсткость, а также тепловых расчетов с помощью программного пакета инженерных расчётов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**51 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**97 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 119 ч. аудиторных занятий, и 97 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.
Раздел 1. Метод конечных элементов.		
Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	Е. Г. Макаров. . Метод конечных элементов в прочностных расчётах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1)	2
Работа на Курсовой работой		6
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Основы работы в ANSYS.		
Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	Е. Г. Макаров. . Метод конечных элементов в прочностных расчётах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2)	2
Итого по разделу 2		2
Раздел 3. Геометрическое моделирование.		
Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	Е. Г. Макаров. . Метод конечных элементов в прочностных расчётах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (3)	5
Работа на Курсовой работой		3
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Управление материалами и их свойствами.		
Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	Е. Г. Макаров. . Метод конечных элементов в прочностных расчётах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (4)	5
Работа над Курсовой работой		3
Итого по разделу 4		8
Раздел 5. Генерация конечно-элементной сетки.		
Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	Е. Г. Макаров. . Метод конечных элементов в прочностных расчётах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (5)	5
Работа над Курсовой работой		3
Итого по разделу 5		8
Раздел 6. Нагрузки и граничные условия. Настройки решателя.		
Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	Е. Г. Макаров. . Метод конечных элементов в прочностных расчётах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (6)	3
Работа над Курсовой работой		3

Итого по разделу 6		6
<b>Раздел 7. Численное решение и обработка результатов.</b>		
Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	Е. Г. Макаров. . Метод конечных элементов в прочностных расчётах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (7)	19
Итого по разделу 7		19
<b>Раздел 8. Моделирование контактных взаимодействий и кинематических связей.</b>		
Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	Е. Г. Макаров. . Метод конечных элементов в прочностных расчётах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (8)	19
Итого по разделу 8		19
<b>Раздел 9. Моделирование теплофизических задач.</b>		
Самостоятельная углубленная проработка материалов раздела	М. А. Денисов. . Математическое моделирование теплофизических процессов. ANSYS и CAE-проектирование: Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2011 (1,2,3)	19
Итого по разделу 9		19

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- курсовая работа;
- дифференцированный зачет;
- 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.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому занятию принимается с оценкой "отлично" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 2-х правильных ответах на 2 вопроса по теме практического занятия. Отчет по практическому занятию принимается с оценкой "хорошо" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 1-м правильном ответе на 2 вопроса по теме практического занятия. Отчет по практическому занятию принимается с оценкой "удовлетворительно" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 1-м правильном ответе на 3 вопроса по теме практического занятия.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Перечень вопросов представлен в УМК

#### Курсовая работа

Курсовая работа принимается с оценкой "отлично" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 3-х правильных ответах на 3 вопроса по теме курсовой работы. Курсовая работа принимается с оценкой "хорошо" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 2-х правильных ответах на 3 вопроса по теме курсовой работы. Курсовая работа принимается с оценкой "удовлетворительно" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 1-м правильном ответе на 3 вопроса по теме курсовой работы. Курсовая работа не принимается при наличии замечаний к пояснительной записке. Темы для выполнения курсовой работы размещены в УМК дисциплины.

#### Дифференцированный зачет

Оценка за диф. зачет выставляется как результирующая оценка за ответы на два вопроса билета и за решение задачи. Оценка дифференцированного зачета определяется следующими критериями: «неудовлетворительно» – отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопросы) или отказ от ответа; нет удовлетворительного ответа на дополнительные вопросы, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала; решение задачи содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе; «удовлетворительно» – правильно анализирует, описывает понятия, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов; подход к решению задачи правильный, но есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы; «хорошо» – демонстрирует полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями после дополнительных уточняющих вопросов; ход решения задачи правильный, есть незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;

«отлично» – демонстрирует свободное и полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями; решение задачи и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя.

### **Дифференцированный зачет**

Оценка за диф. зачет выставляется как результирующая оценка за ответы на два вопроса билета и за решение задачи. Оценка дифференцированного зачета определяется следующими критериями: «неудовлетворительно» – отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопросы) или отказ от ответа; нет удовлетворительного ответа на дополнительные вопросы, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала; решение задачи содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе; «удовлетворительно» – правильно анализирует, описывает понятия, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов; подход к решению задачи правильный, но есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы; «хорошо» – демонстрирует полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями после дополнительных уточняющих вопросов; ход решения задачи правильный, есть незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов; «отлично» – демонстрирует свободное и полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями; решение задачи и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя.

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	Практические занятия		ПСК-2	
5	9	Раздел 1. Метод конечных элементов.	21	13	3	4	6	8	5	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 2. Основы работы в ANSYS.	8	6	2	0	4	2	10	Вопросы к дифференцированному зачету
5	9	Раздел 3. Геометрическое моделирование.	17	9	3	0	6	8	5	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 4. Управление материалами и их свойствами.	21	13	3	4	6	8	5	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 5. Генерация конечно-элементной сетки.	21	13	3	4	6	8	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 6. Нагрузки и граничные условия. Настройки решателя.	20	14	3	5	6	6	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по практическому заданию
Всего за 9 семестр			108	68	17	17	34	40	50	
5	10	Раздел 7. Численное решение и обработка результатов.	35	16	5	6	5	19	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа, Отчет по практическому заданию



5	10	<b>Раздел 8. Моделирование контактных взаимодействий и кинематических связей.</b>	36	17	5	6	6	19	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа, Отчет по практическому заданию
5	10	<b>Раздел 9. Моделирование теплофизических задач.</b>	37	18	7	5	6	19	25	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа
<b>Всего за 10 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	50	
<b>Всего по дисциплине</b>			216	119	34	34	51	97	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-2

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Конечно-элементная модель конструкции представляет собой набор ... простой формы
  - № 2 Уменьшение (измельчение) сетки конечных элементов ... точность расчёта
  - № 3 Уменьшение (измельчение) сетки конечных элементов ... время расчёта
  - № 4 Наиболее часто для оценки прочности детали используют, сравнивая с допустимыми, эквивалентные ... по Мизесу
  - № 5 Назовите основные недостатки аналитических методов решения задач
  - № 6 На более поздних проектных стадиях количество рассматриваемых проектных вариантов ...
  - № 7 Функция формы – это аппроксимирующая функция искомой величины внутри ...
  - № 8 Матрица жесткости ... относительно диагонали.
  - № 9 В структурированной сетке по номеру элемента можно определить ... его ближайших соседей
  - № 10 Критерий разрушения хрупких материалов заключается в том, что если в определённой точке тела максимальное главное ... достигает значения разрыва, происходит разрушение
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Метод конечных элементов (МКЭ) вместо аналитического решения задач используют, как правило, из-за
    - a) Сложности описания геометрии реальных конструкций
    - b) Сложности моделирования граничных условий
    - c) Высокой скорости решения (вычисления) в сравнении с аналитическими методами
    - d) Нелинейности характеристик материалов
  - № 2 Параметрическое моделирование геометрии позволяет
    - a) Реализовать параметрическую оптимизацию
    - b) Связать геометрию модели заданными соотношениями
    - c) Определить заданные параметры (напряжения, деформации и др.) при постпроцессорной обработке модели
  - № 3 Элементы второго порядка
    - a) Имеют узлы только в углах
    - b) Имеют только прямые грани
    - c) Могут иметь параболические границ
  - № 4 Элементы третьего порядка
    - a) Имеют узлы только в углах
    - b) Представляют собой только кубические элементы
    - c) Могут иметь грани, описываемые кубической параболой
  - № 5 ANSYS WORKBENCH предназначен для (выберите наиболее подходящий вариант)
    - a) Передачи информации между разными видами анализа
    - b) Визуализации результатов расчётов
    - c) Совместной работы над расчётными проектами

- № 6 Какой модуль проекта позволяет задавать свойства материалов?
- a) Engineering Data
  - b) Physical Properties
  - c) Engineering Toolbox
- № 7 Генерация конечно-элементной сетки относится к
- a) предпроцессорной обработке
  - b) процессорной обработке
  - c) постпроцессорной обработке
- № 8 Специализированное программное обеспечение для проектных расчётов используют из-за (выберите наиболее подходящие варианты):
- a) Безальтернативности для некоторых задач
  - b) Нестандартных подходов к решению
  - c) Широкой поддержки пользователей
- № 9 Укажите какая из величин для материала будет наибольшей
- a) Предел пропорциональности
  - b) Предел упругости
  - c) Предел текучести
  - d) Предел прочности
- № 10 Укажите какая из величин для материала будет наименьшей
- a) Предел пропорциональности
  - b) Предел упругости
  - c) Предел текучести
  - d) Предел прочности