

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра фундаментальной математики**

Авторы-составители: **Аптуков Валерий Нагимович**  
**Скачкова Елена Александровна**

Рабочая программа дисциплины

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ**

Код УМК 94502

Утверждено  
Протокол №9  
от «22» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Компьютерное моделирование прикладных задач

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **01.05.01** Фундаментальные математика и механика  
направленность Программа широкого профиля

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Компьютерное моделирование прикладных задач** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.05.01** Фундаментальные математика и механика (направленность : Программа широкого профиля)

**ОПК.3** Способен решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

#### **Индикаторы**

**ОПК.3.3** Применяет на практике опыт решения задач с использованием базовых алгоритмов, анализа типов коммуникаций и интеграции различных типов программного обеспечения

**ПК.1** Способен решать профессиональные задачи, возникающие при проведении научных и прикладных исследований

#### **Индикаторы**

**ПК.1.1** Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований

**УК.1** Способен осуществлять анализ проблемных ситуаций и выработать решение на основе системного подхода

#### **Индикаторы**

**УК.1.1** Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников

**УК.1.2** Работает с противоречивой информацией из разных источников, находит пробелы в необходимой для разрешения проблемы информации, определяет варианты устранения пробелов

**УК.2** Способен управлять проектом, организовывать и руководить работой команды

#### **Индикаторы**

**УК.2.2** Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы

**УК.3** Способен осуществлять коммуникации в рамках академического и профессионального взаимодействия на русском и иностранном языках

#### **Индикаторы**

**УК.3.3** Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах

**УК.3.4** Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.05.01 Фундаментальные математика и механика (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11,12
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	5
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	180
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	70
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	42
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	110
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (4)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (11 триместр) Экзамен (12 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Входной контроль**

Входным контролем предусмотрена проверка знаний и умений по векторной алгебре, математическому анализу, аналитической геометрии и обыкновенным дифференциальным уравнениям.

### **Основные допущения механики деформируемого твердого тела**

Понятие сплошной среды, однородность, изотропия. Внешние и внутренние силы. Принцип Сен-Венана

### **Основы теории напряженного и деформированного состояния**

Метод сечений. Вектор напряжений. Нормальное и касательное напряжение. Тензор напряжений. Преобразование компонент тензора напряжений при повороте осей координат. Абсолютные и относительные деформации. Продольные и угловые деформации. Соотношения Коши

### **Основные модели МТДТ**

Связи между напряжениями и деформациями. Закон Гука. Диаграмма деформирования металлов. Пластичность. Вязкость. Ползучесть. Релаксация напряжений

### **КМ №1**

Основные допущения, гипотезы, понятия механики деформируемого твердого тела

### **Математическая постановка плоской задачи теории упругости**

Основные уравнения теории упругости. Уравнения равновесия. Граничные условия. Уравнения совместности деформаций. Формулировка задачи в перемещениях и в напряжениях. Вариационная постановка задач теории упругости

### **Задачи теории упругости в декартовых и полярных координатах**

Функция Эри. Системы уравнений теории упругости в декартовых и полярных координатах

### **Примеры решения некоторых задач плоской теории упругости**

Задача о деформировании балки под действием сосредоточенной силы и распределенной нагрузки. Задача о концентрации напряжений в пластинке с отверстием. Задача о действии сосредоточенной силы на границе полупространства

### **КМ №2**

Плоская задача теории упругости

### **ИКМ**

Решение простейших задач плоской теории упругости

### **Пакет прикладных программ ANSYS**

описание общих возможностей пакета, структура пакета, входные и выходные файлы, формат файлов; постановка задач

### **Модуль пакета для построения и триангуляции плоских областей по файлу описания геометрии**

описание файла ввода данных; ключевые точки; базовые кривые: отрезки, дуги, сплайны; задание областей; параметры сетки, точки сгущения

### **Модуль пакета для решения задачи по файлу задания механических характеристик и граничных условий**

описание файла ввода данных; механические характеристики, граничные условия: ограничение перемещений, задание поверхностных нагрузок

### **Модуль визуализации полученного решения в плоской области**

описание возможностей графического модуля; виды графического материала: изолинии; изополосы, векторное поле; выводимые функции, характеризующие напряженно-деформированное состояние; построение линейных графиков вдоль отрезка и дуги окружности, определение значения функции в точке области

### **Пакет прикладных программ ANSYS**

описание общих возможностей пакета; структура пакета; входные и выходные файлы; формат файлов; постановка задач

### **Модуль пакета для решения задачи по файлу задания температурных характеристик и граничных условий**

описание файла ввода данных; температурные характеристики, граничные условия: температуры, поток тепла, конвективный теплообмен

### **КМ №1**

Учебные программные средства для решения двумерных задач теории упругости: структура и основные модули

### **КМ №2**

Учебные программные средства для решения двумерных температурных задач: структура и основные модули

### **ИКМ**

Решение конкретных двумерных задач теории упругости и распределения температуры, сравнение с аналитическим решением

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Саталкина, Л. В. Математическое моделирование : задачи и методы механики. Учебное пособие / Л. В. Саталкина, В. Б. Пеньков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 97 с. — ISBN 978-5-88247-584-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/22880>
2. Новожилов, В. В. Теория упругости / В. В. Новожилов. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Политехника, 2020. — 410 с. — ISBN 978-5-7325-0956-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/94829>
3. Байков, В. А. Уравнения математической физики : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Байков, А. В. Жибер. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 254 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02925-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/437520>

### Дополнительная:

1. Аптуков В. Н., Ландик Л. В., Скачков А. П. Технологии использования современных пакетов прикладных программ при решении задач механики сплошных сред: учебно-методическое пособие / В. Н. Аптуков, Л. В. Ландик, А. П. Скачков. - Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1907-8, 2-е изд. - 1. <http://www.campus.psu.ru/library/node/23356>
2. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела: учебное пособие / Ю. Н. Работнов. - Москва: Наука, 1988. - 711.
3. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости: [руководство] : перевод с английского / С. П. Тимошенко, Дж. Гудьер ; пер. М. И. Рейтман ; ред. Г. С. Шапиро. - Москва: Наука, 1979. - 560.
4. Аптуков В. Н., Ландик Л. В., Фонарев А. В. Метод конечных элементов и нерегулярные сетки для решения стационарных задач переноса тепла и статики упругих тел: учебное пособие для математических направлений и специальностей университетов / В. Н. Аптуков, Л. В. Ландик, А. В. Фонарев. - Пермь, 2002, ISBN 5-7944-0264-4. - 120. - Библиогр.: с. 118



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Компьютерное моделирование прикладных задач** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice».

Специализированное программное обеспечение: Ansys.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - компьютерный класс. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с

доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Компьютерное моделирование прикладных задач**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.3**

**Способен решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ОПК.3.3</b> Применяет на практике опыт решения задач с использованием базовых алгоритмов, анализа типов коммуникаций и интеграции различных типов программного обеспечения	Уметь: решать задачи прикладного характера, вырабатывать рекомендации в терминах предметной области.	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Незнание основных приемов доказательств утверждений, неумение сформулировать результат, невладение следствиями полученного результата</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Неполное знание основных приемов доказательств утверждений, слабое умение сформулировать результат, отсутствие владением следствиями полученного результата</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знание некоторых приемов доказательств утверждений, умение частично сформулировать результат, владение некоторыми следствиями полученного результата</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Знание основных приемов доказательств утверждений, умение сформулировать результат, владение следствиями полученного результата</p>

**ПК.1**

**Способен решать профессиональные задачи, возникающие при проведении научных и прикладных исследований**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ПК.1.1</b> Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований	Знать: Основные понятия, идеи, методы решения математических задач, возникающих в производственной и технологической деятельности. Уметь: формулировать	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не владеет проблемно-задачной формой представления математических и естественнонаучных знаний. Не умеет формулировать математическую и естественнонаучную проблему в производственно-технологической сфере. Не</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>математическую и естественнонаучную проблему в производственно-технологической сфере</p> <p>Владеть: проблемно-задачной формой представления математических и естественнонаучных знаний</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> знает понятия, идеи, методы, решения математических задач, возникающих в производственной и технологической деятельности</p> <p><b>Удовлетворительн</b> недостаточно владеет проблемно-задачной формой представления математических и естественнонаучных знаний. Плохо формулирует математические и естественнонаучные проблемы в производственно-технологической сфере. Плохо знает понятия, идеи, методы, решения математических задач, возникающих в производственной и технологической деятельности</p> <p><b>Хорошо</b> владеет проблемно-задачной формой представления математических и естественнонаучных знаний. Умеет формулировать математическую и естественно-научную проблему в производственно-технологической сфере. Умеет описывать основные этапы построения; знает понятия, идеи, методы, решения математических задач, возникающих в производственной и технологической деятельности</p> <p><b>Отлично</b> свободно владеет проблемно-задачной формой представления математических и естественнонаучных знаний. Уверенно формулирует математические и естественнонаучные проблемы в производственно-технологической сфере; хорошо знает понятия, идеи, методы, решения математических задач, возникающих в производственной и технологической деятельности</p>

## УК.1

### Способен осуществлять анализ проблемных ситуаций и выработать решение на основе системного подхода

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников	Знает способы поиска научной информации, способы оценки ее надежности. Умеет осуществлять поиск научной информации. Владеет навыками критической оценки надежности научной информации.	<b>Неудовлетворител</b> Не знает способы поиска научной информации, способы оценки ее надежности. Не умеет осуществлять поиск научной информации. Не владеет навыками критической оценки надежности научной информации. <b>Удовлетворительн</b> Показывает общие, но не структурированные знания о способах поиска научной информации, способы оценки ее надежности. Демонстрирует частично сформированное умение осуществлять поиск научной информации. Показывает фрагментарное применение навыков критической оценки надежности научной информации. <b>Хорошо</b> Сформированные, но содержащие отдельные недочеты знания способов поиска научной информации, способы оценки ее надежности. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения осуществлять поиск научной информации. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков критической оценки надежности научной информации. <b>Отлично</b> Сформированные систематические знания способов поиска научной информации, способы оценки ее надежности. Сформированное умение осуществлять поиск научной информации. Успешное систематическое применение навыков критической оценки надежности научной информации.
<b>УК.1.2</b> Работает с	Знает способы работы с противоречивой информацией.	<b>Неудовлетворител</b> Не знает способы работы с противоречивой

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
противоречивой информацией из разных источников, находит пробелы в необходимой для разрешения проблемы информации, определяет варианты устранения пробелов	Умеет работать с противоречивой информацией из разных источников. Владеет навыками находить пробелы в информации, определять варианты устранения этих пробелов.	<p><b>Неудовлетворител</b> информацией. Не умеет работать с противоречивой информацией из разных источников. Не владеет навыками находить пробелы в информации, определять варианты устранения этих пробелов.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Показывает общие, но не структурированные знания о способах работы с противоречивой информацией. Демонстрирует частично сформированное умение работать с противоречивой информацией из разных источников. Показывает фрагментарное применение навыков находить пробелы в информации, определять варианты устранения этих пробелов.</p> <p><b>Хорошо</b> Сформированные, но содержащие отдельные недочеты знания способов работы с противоречивой информацией. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения работать с противоречивой информацией из разных источников. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков находить пробелы в информации, определять варианты устранения этих пробелов.</p> <p><b>Отлично</b> Сформированные систематические знания способов работы с противоречивой информацией. Сформированное умение работать с противоречивой информацией из разных источников при анализе. Успешное систематическое применение навыков находить пробелы в информации, определять варианты устранения этих пробелов.</p>

## УК.2

### Способен управлять проектом, организовывать и руководить работой команды

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
УК.2.2 Разрабатывает план проекта в рамках	Знать: методологию осуществления планирования Уметь: разрабатывать текущие	<p><b>Неудовлетворител</b> Не знает: методологию осуществления планирования</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы</p>	<p>и перспективные планы, определять необходимые ресурсы для реализации проекта            Владеть: способностью подготовки соответствующих предложений по реализации разработанных планов</p>	<p><b>Неудовлетворител</b>            Не умеет: разрабатывать текущие и перспективные планы, определять необходимые ресурсы для реализации проекта            Не владеет: способностью подготовки соответствующих предложений по реализации разработанных планов</p> <p><b>Удовлетворительн</b>            Частично знает: методологию осуществления планирования            Частично умеет: разрабатывать текущие и перспективные планы, определять необходимые ресурсы для реализации проекта            Частично владеет: способностью подготовки соответствующих предложений по реализации разработанных планов</p> <p><b>Хорошо</b>            Знает: методологию осуществления планирования            Умеет: разрабатывать текущие и перспективные планы            Владеет: способностью подготовки соответствующих предложений по реализации разработанных планов</p> <p><b>Отлично</b>            Знает: методологию осуществления планирования            Умеет: разрабатывать текущие и перспективные планы, определять необходимые ресурсы для реализации проекта            Владеет: способностью подготовки соответствующих предложений по реализации разработанных планов</p>

### УК.3

**Способен осуществлять коммуникации в рамках академического и профессионального взаимодействия на русском и иностранном языках**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>УК.3.3</b> Представляет</p>	<p>Знать требования к подготовке научных докладов, обзоров и</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Отсутствие знаний о содержании требований</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p>	<p>отчетов. Уметь формулировать предмет, объект, цели, задачи и гипотезы научной работы. Владеть навыками обоснования проблемы исследования и дизайна исследования, а также обсуждения полученных результатов.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> к подготовке научных докладов, обзоров и отчетов. Отсутствие умения формулировать предмет, объект, цели, задачи и гипотезы научной работы. Отсутствие навыков обоснования проблемы и дизайна исследования, а также обсуждения полученных результатов.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Общие, но не структурированные знания о содержании требований к подготовке научных докладов, обзоров и отчетов. Частично сформированное умение формулировать предмет, объект, цели, задачи и гипотезы научной работы. Фрагментарное применение навыков обоснования проблемы и дизайна исследования, а также обсуждения полученных результатов.</p> <p><b>Хорошо</b> Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о содержании требований к подготовке научных докладов, обзоров и отчетов. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение формулировать предмет, объект, цели, задачи и гипотезы научной работы. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков обоснования проблемы и дизайна исследования, а также обсуждения полученных результатов.</p> <p><b>Отлично</b> Сформированные систематические знания о содержании требований к подготовке научных докладов, обзоров и отчетов. Сформированное умение формулировать предмет, объект, цели, задачи и гипотезы научной работы. Успешное и систематическое применение навыков обоснования проблемы и дизайна исследования, а также обсуждения полученных результатов.</p>



Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>УК.3.4</b> Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий</p>	<p>Знать особенности академической профессиональной коммуникации. Уметь создавать тексты для академической профессиональной коммуникации. Владеть навыком использования коммуникационных технологий для презентации текстов в академической профессиональной коммуникации.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Не знает особенности академической профессиональной коммуникации. Не умеет создавать тексты для академической профессиональной коммуникации. Не владеет навыком использования коммуникационных технологий для презентации текстов в академической профессиональной коммуникации.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Располагает общими сведениями об особенностях академической профессиональной коммуникации. При консультативной поддержке может создавать тексты для академической профессиональной коммуникации. Частично владеет навыками использования коммуникационных технологий для презентации текстов в академической профессиональной коммуникации.</p> <p><b>Хорошо</b> Имеет общее представление об особенностях академической профессиональной коммуникации. Самостоятельно (при консультативной поддержке) может создавать тексты для академической профессиональной коммуникации. При консультативной поддержке владеет навыками использования коммуникационных технологий для презентации текстов в академической профессиональной коммуникации.</p> <p><b>Отлично</b> Знает особенности академической профессиональной коммуникации. Умеет создавать тексты для академической профессиональной коммуникации. Владеет навыком использования коммуникационных технологий для презентации текстов в академической профессиональной коммуникации.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>Входной контроль</b>	Входной контроль <b>Входное тестирование</b>	Входным контролем предусмотрена проверка знаний и умений по векторной алгебре, математическому анализу, аналитической геометрии и обыкновенным дифференциальным уравнениям.

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.2</b> Работает с противоречивой информацией из разных источников, находит пробелы в необходимой для разрешения проблемы информации, определяет варианты устранения пробелов</p> <p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>ПК.1.1</b> Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p> <p><b>УК.2.2</b> Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы</p> <p><b>УК.3.4</b> Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий</p> <p><b>УК.3.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ОПК.3.3</b> Применяет на практике опыт решения задач с использованием базовых алгоритмов, анализа типов коммуникаций и интеграции различных типов программного обеспечения</p>	<p>КМ №1</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Основные допущения, гипотезы, понятия механики деформируемого твердого тела</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.2</b> Работает с противоречивой информацией из разных источников, находит пробелы в необходимой для разрешения проблемы информации, определяет варианты устранения пробелов</p> <p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>ПК.1.1</b> Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p> <p><b>УК.2.2</b> Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы</p> <p><b>УК.3.4</b> Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий</p> <p><b>УК.3.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ОПК.3.3</b> Применяет на практике опыт решения задач с использованием базовых алгоритмов, анализа типов коммуникаций и интеграции различных типов программного обеспечения</p>	<p>КМ №2</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Плоская задача теории упругости</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.2</b> Работает с противоречивой информацией из разных источников, находит пробелы в необходимой для разрешения проблемы информации, определяет варианты устранения пробелов</p> <p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>ПК.1.1</b> Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p> <p><b>УК.2.2</b> Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы</p> <p><b>УК.3.4</b> Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий</p> <p><b>УК.3.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ОПК.3.3</b> Применяет на практике опыт решения задач с использованием базовых алгоритмов, анализа типов коммуникаций и интеграции различных типов программного обеспечения</p>	<p>ИКМ</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Решение простейших задач плоской теории упругости</p>

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Входной тест состоит из 20 заданий. Каждое задание оценивается от 2,5 до 5 баллов при правильном решении. Отсутствие решения или неверно решенное задание оценивается в 0 баллов. 100	100

### КМ №1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знание основных форм закона Гука: обобщенный закон Гука, закон Гука для деформаций сдвига, закон Гука для первых инвариантов тензора напряжений и деформаций, основные константы, размерности.	10
Знание основных понятий напряженного состояния: вектор и тензор напряжений, нормальное и касательное напряжение, правило знаков.	5
Знание основных понятий и положений: сплошная среда, упругость, однородность и неоднородность, изотропия и анизотропия.	5
Знание классификации внешних сил: сосредоточенные, поверхностные, объемные, размерность	5
Знание основных понятий деформированного состояния: перемещения, абсолютные и относительные деформации, продольные деформации и деформации сдвига.	5

### КМ №2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знание основных уравнений плоской задачи теории упругости: уравнение равновесия, закон Гука, уравнения Коши, уравнения совместности деформаций, граничные условия.	10
Знание постановки задачи плоской теории упругости с использованием функции Эри: определение напряжений через функцию Эри, переход к граничным условиям, частные	10

решения бигармонического уравнения	
Знание основных понятий преобразования компонент тензора напряжений при повороте осей координат: главные площадки, главные напряжения, круг Мора максимальные касательные напряжения.	10

### **ИКМ**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание постановок и решений простейших задач плоской теории упругости в декартовой системе координат: изгиб консоли под действием сосредоточенной силы и распределенной нагрузки.	15
Знание постановок и решений простейших задач плоской теории упругости в полярной системе координат в условиях центрально-осевой симметрии: полый цилиндр под действием внутреннего давления, полый цилиндр под действием внешнего давления, вращение диска с постоянной угловой скоростью.	15
Знание постановок и решений простейших двумерных задач плоской теории упругости в полярной системе координат: растяжение бесконечной пластины с круглым отверстием, действие сосредоточенной силы на границу полупространства, соосное сжатие круглого диска диаметрально противоположными силами.	10

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### **Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
------------------------------------	--	---

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.2</b> Работает с противоречивой информацией из разных источников, находит пробелы в необходимой для разрешения проблемы информации, определяет варианты устранения пробелов</p> <p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>ПК.1.1</b> Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p> <p><b>УК.2.2</b> Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы</p> <p><b>УК.3.4</b> Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий</p> <p><b>УК.3.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ОПК.3.3</b> Применяет на практике опыт решения задач с использованием базовых алгоритмов, анализа типов коммуникаций и интеграции различных типов программного обеспечения</p>	<p>КМ №1</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Учебные программные средства для решения двумерных задач теории упругости: структура и основные модули</p>



<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.2</b> Работает с противоречивой информацией из разных источников, находит пробелы в необходимой для разрешения проблемы информации, определяет варианты устранения пробелов</p> <p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>ПК.1.1</b> Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p> <p><b>УК.2.2</b> Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы</p> <p><b>УК.3.4</b> Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий</p> <p><b>УК.3.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ОПК.3.3</b> Применяет на практике опыт решения задач с использованием базовых алгоритмов, анализа типов коммуникаций и интеграции различных типов программного обеспечения</p>	<p>КМ №2</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Учебные программные средства для решения двумерных температурных задач: структура и основные модули</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.2</b> Работает с противоречивой информацией из разных источников, находит пробелы в необходимой для разрешения проблемы информации, определяет варианты устранения пробелов</p> <p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>ПК.1.1</b> Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p> <p><b>УК.2.2</b> Разрабатывает план проекта в рамках поставленной задачи (цель и задачи проекта, ожидаемые результаты и их применение) и определяет необходимые для реализации проекта ресурсы</p> <p><b>УК.3.4</b> Устанавливает и поддерживает контакты в академическом и профессиональном взаимодействии с использованием современных коммуникативных технологий</p> <p><b>УК.3.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ОПК.3.3</b> Применяет на практике опыт решения задач с использованием базовых алгоритмов, анализа типов коммуникаций и интеграции различных типов программного обеспечения</p>	<p>ИКМ</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Решение конкретных двумерных задач теории упругости и распределения температуры, сравнение с аналитическим решением</p>

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### КМ №1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знание и навыки работы с основными модулями учебных программных средств для решения двумерных задач теории упругости	10
Уметь графически построить результаты полученного решения двумерной задачи теории упругости – модуль Graph_FEM_exe.	10
Уметь составлять входной файл данных .dat для построения геометрии расчетной области и конечно-элементной сетки – модуль MESH_32.exe.	5
Уметь составлять входной файл данных .d02 для ввода граничных условий двумерной задачи теории упругости и механических свойств областей – модуль ELAST_TG_exe.	5

### КМ №2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знание и навыки работы с основными модулями учебных программных средств для решения двумерных температурных задач	10
Уметь составлять входной файл данных .d01 для ввода граничных условий двумерной температурной задачи и теплофизических свойств областей – модуль TERM_TG_exe.	10
Уметь графически построить результаты полученного решения двумерной задачи теории упругости – модуль GRAPH_FEM_exe.	5
Уметь составлять входной файл данных .dat для построения геометрии расчетной области и конечно-элементной сетки – модуль MESH_32.exe.	5

### ИКМ

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Решение индивидуальных заданий по решению конкретных задач теории упругости и сравнению результатов с аналитическим решением	15
Решение индивидуальных заданий по решению конкретных температурных задач и сравнению результатов с аналитическим решением	15
Решение индивидуальных заданий по построению геометрии конкретных областей и	

