

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 26.09.2023 15:29:45

Уникальный программный ключ:

efd3ecd9d183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Моделирование в материаловедении»

Цель преподавания дисциплины

Формирование знаний в области

численного моделирования поведения материалов при различных внешних физических воздействиях, умений и навыков проектирования.

Задачи изучения дисциплины:

- знать методы поиска и выбора специализированного программного обеспечения для расчета и проектирования параметров материалов различного функционального назначения;
- знать типовые программные продукты, ориентированные на решение задач моделирования физических процессов, протекающих в исследуемом продукте профессиональной деятельности;
- уметь применять современные методы моделирования физических процессов для их программной реализации;
- уметь применять средства автоматизированного проектирования для проведения численного эксперимента и прогнозирования поведения материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами;
- владеть навыками программирования на одном из языков высокого уровня для анализа эффективности и корректности работы программного обеспечения, используемого в профессиональной деятельности
- навыками работы с современными автоматизированными системами проектирования (CAD).

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ОПК-1 (н) Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК-5 (н) Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

ОПК-6/ ОПК-4(н) Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

Разделы дисциплины

Возможности системы автоматизированного проектирования Autodesk Inventor, основанные на методе конечных элементов. Линейные, эллиптические уравнения в частных производных в одном измерении. Примеры одномерных уравнений упругости, теплопроводности и массопереноса. Информация о системах автоматизированного проектирования (официальные сайты Comsol, Ansys, Inventor, FEMM, Agros2D). Граничные условия. Сильная форма

дифференциального уравнения в частных производных для одномерного растяжения-сжатия. Аналитическое решение. Проектирование в программном пакете FEMM (свободное ПО). Слабая форма дифференциального уравнения в частных производных. Эквивалентность сильной и слабой форм. Проектирование в программном пакете Agros2D (свободное ПО). Метод конечных элементов для одномерных уравнений. Линейные базисные функции. Локальные и глобальные координаты. Представление слабой формы в виде суммы интегралов на каждом элементе. Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Граничные условия Дирихле. Коммуникации в проектировании при помощи цифровых инструментов. Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Граничные условия Неймана. Использование доски Miro для создания планов-графиков выполнения проекта с указанием сроков и ответственных, применение системы Google – документов для планирования деятельности по курсовому проекту Основы структурного программирования в Python (типы данных, ветвления, циклы). Документирование проектной деятельности (Word, Excel, Power Point). Язык программирования Python (процедуры, функции, массивы, матрицы). Полиномы Лагранжа более высоких порядков в качестве базисных функций. Метод конечных элементов для одномерных уравнений. Квадратичные базисные функции. Локальные и глобальные координаты. Представление слабой формы в виде суммы интегралов на каждом элементе (квадратичные базисные функции). Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Квадратичные базисные функции. Граничные условия Дирихле и Неймана. Ознакомление с базами данных citrination.com и materialproject.org.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

естественно-научного
(наименование ф-та, полностью)

 Ряполов П.А.
(подпись, фамилия, инициалы)

« 02 » 06 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование в материаловедении

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология,

(шифр и наименование направления подготовки)

направленность (профиль) «Современные композиционные материалы»

(наименование направленности (профиля))

форма обучения очная

ОПОП ВО с присвоением двух квалификаций одного уровня высшего образования

Курск – 2023

Рабочая программа дисциплины составлена:

- в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. №922;
- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, утвержденного утвержденным приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 924
- на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные композиционные материалы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 12 от 29.05.2023).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные композиционные материалы» с присвоением двух квалификаций одного уровня высшего образования на совместном заседании выпускающих кафедр фундаментальной химии и химической технологии,
нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики
(наименования выпускающих кафедр по базовому и сопрягаемому направлениям подготовки) (протокол № 8 от 02.06.2023).

Зав. кафедрой фундаментальной химии и химической технологии .

(наименование выпускающей кафедры по базовому направлению подготовки)

К.Х.Н., доцент

(уч. степень, уч. звание)

Кувардин Н.В.

Зав. кафедрой нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики .

(наименование выпускающей кафедры по сопрягаемому направлению подготовки)

к.ф.-м.н., доцент

(уч. степень, уч. звание)

Кузько А.Е.

Разработчик программы

к.ф.-м.н., доцент

(уч. степень, уч. звание)

Кузько А.В.

Директор научной библиотеки

Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные композиционные материалы», одобренного Ученым советом университета протокол № ____ « ____ » _____ 20__ г., на совместном заседании выпускающих кафедр фундаментальной химии и химической технологии, _____ нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики _____ (наименования выпускающих кафедр по базовому и сопрягаемому направлениям подготовки) (протокол № __ от _____).

Зав. кафедрой фундаментальной химии и химической технологии _____ .
(наименование выпускающей кафедры по базовому направлению подготовки)

(уч. степень, уч. звание)

Зав. кафедрой нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики _____ .
(наименование выпускающей кафедры по сопрягаемому направлению подготовки)

(уч. степень, уч. звание)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные композиционные материалы», одобренного Ученым советом университета протокол № ____ « ____ » _____ 20__ г., на совместном заседании выпускающих кафедр фундаментальной химии и химической технологии, _____ нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики _____ (наименования выпускающих кафедр по базовому и сопрягаемому направлениям подготовки) (протокол № __ от _____).

Зав. кафедрой фундаментальной химии и химической технологии _____ .
(наименование выпускающей кафедры по базовому направлению подготовки)

(уч. степень, уч. звание)

Зав. кафедрой нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики _____ .
(наименование выпускающей кафедры по сопрягаемому направлению подготовки)

(уч. степень, уч. звание)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные композиционные материалы», одобренного Ученым советом университета протокол № ____ « ____ » _____ 20__ г., на совместном заседании выпускающих кафедр фундаментальной химии и химической технологии,
нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики
(наименования выпускающих кафедр по базовому и сопрягаемому направлениям подготовки) (протокол № __ от _____).

Зав. кафедрой фундаментальной химии и химической технологии _____.
(наименование выпускающей кафедры по базовому направлению подготовки)

(уч. степень, уч. звание)

Зав. кафедрой нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики _____.
(наименование выпускающей кафедры по сопрягаемому направлению подготовки)

(уч. степень, уч. звание)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные композиционные материалы», одобренного Ученым советом университета протокол № ____ « ____ » _____ 20__ г., на совместном заседании выпускающих кафедр фундаментальной химии и химической технологии,
нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики
(наименования выпускающих кафедр по базовому и сопрягаемому направлениям подготовки) (протокол № __ от _____).

Зав. кафедрой фундаментальной химии и химической технологии _____.
(наименование выпускающей кафедры по базовому направлению подготовки)

(уч. степень, уч. звание)

Зав. кафедрой нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики _____.
(наименование выпускающей кафедры по сопрягаемому направлению подготовки)

(уч. степень, уч. звание)

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Формирование знаний в области численного моделирования поведения материалов при различных внешних физических воздействиях, умений и навыков проектирования.

1.2 Задачи дисциплины

- знать методы поиска и выбора специализированного программного обеспечения для расчета и проектирования параметров материалов различного функционального назначения;
- знать типовые программные продукты, ориентированные на решение задач моделирования физических процессов, протекающих в исследуемом продукте профессиональной деятельности;
- уметь применять современные методы моделирования физических процессов для их программной реализации;
- уметь применять средства автоматизированного проектирования для проведения численного эксперимента и прогнозирования поведения материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами;
- владеть навыками программирования на одном из языков высокого уровня для анализа эффективности и корректности работы программного обеспечения, используемого в профессиональной деятельности
- навыками работы с современными автоматизированными системами проектирования (CAD).

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов	Знать: - основные математические методы поиска решения задач моделирования поведения материалов при заданных внешних воздействиях; - возможности программного

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<p>обеспечения для поиска САПР применимой для решения поставленной задачи;</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы математического анализа и синтеза для выявления существенных свойств модели и ее построения: <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить и оценивать различные источники информации, осуществлять поиск характеристик исследуемого материала; - определять ключевые идеи и выводы при исследовании материала, формулировать и проверять гипотезы; - анализировать, интерпретировать и визуализировать результаты моделирования; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками синтеза знаний, полученных из различных источников, для решения задач в области материаловедения; - навыками поиска и выбора методов моделирования, средств проектирования в конкретных задачах исследования материала; - самостоятельно осваивать новые приложения для теоретического и экспериментального исследования поведения материалов.
ОПК-1 (н)	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.5(н) Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - язык программирования (Python или C++) для моделирования поведения материалов; - типовые программные продукты, ориентированные на решение задач моделирования физических процессов, протекающих в исследуемом материале при

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<p>заданных внешних воздействиях;</p> <ul style="list-style-type: none"> - средства автоматизированного проектирования для решения задач профессиональной деятельности <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять САПР КОМПАС-3D для расчета деформаций и напряжений в материале; - применять программное обеспечение FEMM для расчета магнитных и электрических свойств материалов; - применять программное обеспечение Agros 2D для расчета тепловых свойств материалов; <p>Владеть (или иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками программирования (Python или C++) для выполнения моделирования - навыками использования прикладных программ для моделирования физико-математических процессов протекающих в материале при различных внешних нагрузках - навыками работы с современными автоматизированными системами проектирования (CAD)
ОПК-5 (н)	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-5.2(н) Оценивает по критериям эффективности и безопасности технические решения по технологии и применению материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - критерии эффективности технических решений: соответствие решения поставленным задачам, точность и повторяемость результатов; - критические параметры материалов (предел прочности, температуру плавления и т.д.) для оценки максимально допустимых нагрузок при эксплуатации; - границы применения методов моделирования для определения безопасных условий эксплуата-

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<p>ции материалов;</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить предварительные оценочные расчеты для прогнозирования результатов испытаний и диапазона допустимых нагрузок; - выбирать оптимальные методы исследования и безопасной диагностики поведения материала; - оценить оптимальность использования материала для данного технологического процесса и безопасности его обработки; - условия реализации и <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыком оценки адекватности математической модели для конкретной производственной ситуации; - навыками визуализации результатов моделирования и анализа рисков и угроз использования материалов с заданной геометрией - навыками проектирования геометрии детали, моделирования методом конечных элементов поведения эталонных систем для оценки обеспечения безопасности реальных объектов;
ОПК-6/ ОПК-4(н)	Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ОПК-6.1/ ОПК-4.1(н) Ориентируется в современных информационных технологиях	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень онлайн платформ на которых можно пройти курсы по изучению метода конечных элементов; - онлайн-платформы (например, Replit) для разработки программного обеспечения; - облачные технологии, возможности облачных хранилищ (например, Replit), которые предоставляет своим пользователям облачное хранилище фай-

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<p>лов, с которыми можно работать с файлами из разных мест и целой командой.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - создавать геометрию модели в современном программном обеспечении; - использовать инструменты разбиения геометрической модели на элементы с помощью программ - генераторов пространственной сетки; - использовать инструменты формирования системы уравнений для каждого элемента, объединения их в единую систему уравнений и решения с помощью численных методов; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками интерполяции результатов моделирования на исходную геометрическую модель для получения распределения напряжений, деформаций или других интересующих величин; - навыками визуализации полученных результатов с помощью специализированного программного обеспечения - навыками анализа полученных результатов и автоматического формирования отчетов в специальном программном обеспечении
		<p>ОПК-6.2/ ОПК-4.2(н) Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы формализации фундаментальных физических законов в области механики, термодинамики, электричества и осуществления вычислений на языке программирования для использования в профессиональной деятельности; - основные понятия и методы

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<p>линейной алгебры и математического моделирования для корректного определения перечня ресурсов и программного обеспечения в профессиональной деятельности</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы поиска информационных ресурсов и программного обеспечения в сети Интернет; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять современные методы моделирования физических процессов для их программной реализации - осуществлять поиск ресурсов и современного программного обеспечения, необходимых в профессиональной деятельности - осуществлять выбор специализированного программного обеспечения для решения сформулированных задач профессиональной деятельности; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками аналитического и численного решения дифференциальных и алгебраических уравнений посредством информационных технологий, - навыками поиска ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности - навыками программирования на одном из языков высокого уровня для анализа эффективности и корректности работы программного обеспечения, используемого в профессиональной деятельности
		ОПК-6.3/ ОПК-4.3(н) Применяет современные информаци-	Знать: -возможности свободного программного обеспечения на базе

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
		онные технологии и программные средства для решения задач профессиональной деятельности	<p>метода конечных элементов для решения профессиональных задач (FEMM, Agros2D)</p> <p>-возможности коммерческих систем автоматизированного проектирования на базе метода конечных элементов (Comsol, Ansys, Inventor)</p> <p>-возможности поиска специализированной профессиональной информации посредством Google Академии (Google Scholar) – поисковой системы по научным работам</p> <p>Уметь:</p> <p>- проектировать изделия из различных материалов посредством программных продуктов FEMM, Agros2D, Компас 3D;</p> <p>-обрабатывать и интерпретировать информацию, используя такие программные продукты как LibreOffice Writer, Calc, Impress</p> <p>- применять программы для организации видеоконференций в коммуникационном процессе для ускорения процесса передачи профессиональной информации</p> <p>Владеть (или иметь опыт деятельности):</p> <p>- навыком обработки данных и построения графиков в LibreOffice Culc</p> <p>- навыками обсуждения задач профессиональной деятельности посредством графического представления информации на доске Miro с целью принятия совместных обоснованных решений</p> <p>- навыками обмена информацией с применением системы</p>

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			Google – документов

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Моделирование в материаловедении» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата бакалавриата 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные композиционные материалы» с присвоением двух квалификаций одного уровня высшего образования

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3,4 семестрах.

Дисциплина имеет практико-ориентированный характер.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 8 зачетных единиц (з.е.), 288 академических часа.

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	288
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	122,3
в том числе:	
лекции	42
лабораторные занятия	30
практические занятия	48
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	111,7
Контроль (подготовка к экзамену)	54
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	2,30
в том числе:	
зачет	не предусмотрен
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрен
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	2,30

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Возможности системы автоматизированного проектирования Autodesk Inventor, основанные на методе конечных элементов.	Преимущества автоматизированного проектирования Система автоматизированного проектирования (САПР) Autodesk Inventor Метод конечных элементов. Основные этапы проектирования для САПР (CAD), основанных на методе конечных элементов
2	Линейные, эллиптические уравнения в частных производных в одном измерении. Примеры одномерных уравнений упругости, теплопроводности и массопереноса. Информация о системах автоматизированного проектирования (официальные сайты Comsol, Ansys, Inventor, FEMM, Agros2D)	Линейные, эллиптические уравнения в частных производных в одном измерении. Примеры одномерных дифференциальных уравнений в частных производных: упругость, теплопроводность и массоперенос. Информация о системах автоматизированного проектирования (официальные сайты Comsol, Ansys, Inventor, FEMM, Agros2D)
3	Граничные условия. Сильная форма дифференциального уравнения в частных производных для одномерного растяжения-сжатия. Аналитическое решение. Проектирование в программном пакете FEMM (свободное ПО)	Граничные условия. Сильная форма дифференциального уравнения в частных производных для одномерного растяжения-сжатия. Аналитическое решение. Проектирование в программном пакете FEMM (свободное ПО)
4	Слабая форма дифференциального уравнения в частных производных. Эквивалентность сильной и слабой форм. Проектирование в программном пакете Agros2D (свободное ПО)	Слабая форма дифференциального уравнения в частных производных. Эквивалентность сильной и слабой форм. Проектирование в программном пакете Agros2D (свободное ПО)
5	Метод конечных элементов для одномерных уравнений. Линейные базисные функции. Локальные и глобальные координаты.	Метод конечных элементов для одномерных уравнений. Линейные базисные функции. Локальные и глобальные координаты. Представление весовой функции в виде суммы базисных функций, умноженных на ее степени свободы. Представление функции смещения в виде суммы базисных функций, умноженных на ее степени свободы.
6	Представление слабой формы в виде суммы интегралов на каждом элементе	Представление слабой формы в виде суммы интегралов на каждом элементе
4 семестр		

7	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Граничные условия Дирихле. Коммуникации в проектировании при помощи цифровых инструментов.	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Граничные условия Дирихле. Коммуникации в проектировании при помощи цифровых инструментов. (Проведение совещаний при помощи Zoom, обмен информацией посредством системы Google – документов, Power Point)
8	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Граничные условия Неймана. Использование доски Miro для создания планов-графиков выполнения проекта с указанием сроков и ответственных, применение системы Google – документов для планирования деятельности по курсовому проекту	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Граничные условия Неймана. Использование доски Miro для создания планов-графиков выполнения проекта с указанием сроков и ответственных, применение системы Google – документов для планирования деятельности по курсовому проекту
9	Основы структурного программирования в Python (типы данных, ветвления, циклы) Документирование проектной деятельности (Word, Excel, Power Point)	Язык программирования Python (типы данных, ветвления, циклы) Документирование проектной деятельности (Word, Excel, Power Point)
10	Язык программирования Python (процедуры, функции, массивы, матрицы)	Язык программирования Python (процедуры, функции, массивы, матрицы)
11	Полиномы Лагранжа более высоких порядков в качестве базисных функций. Метод конечных элементов для одномерных уравнений. Квадратичные базисные функции. Локальные и глобальные координаты.	Полиномы Лагранжа более высоких порядков в качестве базисных функций. Метод конечных элементов для одномерных уравнений. Квадратичные базисные функции. Локальные и глобальные координаты исследования)
12	Представление слабой формы в виде суммы интегралов на каждом элементе (квадратичные базисные функции)	Представление слабой формы в виде суммы интегралов на каждом элементе (квадратичные базисные функции)
13	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Квадратичные базисные функции. Граничные условия Дирихле и Неймана.	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Квадратичные базисные функции. Граничные условия Дирихле и Неймана.
14	Ознакомление с базами данных citrination.com и materialproject.org	Ознакомление с базами данных citrination.com и next-gen.materialsproject.org (legacy.materialsproject.org) (базы данных, обеспечивающие открытый веб-доступ к вычисленной информации об известных и прогнозируемых материалах, а также дающие on-line инструменты анализа и разработки новых материалов)

Таблица 4.1.2 –Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Возможности системы автоматизированного проектирования КОМПАС 3D, основанные на методе конечных элементов	2	1	1,2	У-1, У-2, МУ-1, МУ-3	ЛР-2 ПР-1 ПР-2 Т-2	ОПК-5 (н) ОПК-6/ОПК-4(н)
2	Линейные, эллиптические уравнения в частных производных в одном измерении. Примеры одномерных уравнений упругости, теплопроводности и массопереноса. Информация о системах автоматизированного проектирования (официальные сайты Comsol, Ansys, Inventor, FEMM, Agros2D)	4	2	3,4	У-1, У-2, МУ-1, МУ-3	ЛР-4 ПР-3 ПР-4 Т-5	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-6/ОПК-4(н)
3	Граничные условия. Сильная форма дифференциального уравнения в частных производных для одномерного растяжения-сжатия. Аналитическое решение. Проектирование в программном пакете FEMM (свободное ПО)	4	3,4	5	У-1, У-2, МУ-1, МУ-3	ЛР-6 ЛР-8 ПР-8 Т-7	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)
4	Слабая форма дифференциального уравнения в частных производных. Эквивалентность сильной и слабой форм. Проектирование в	4	5,6	6	У-1, У-2, МУ-1, МУ-3	ЛР-9 ЛР-10 ПР-10 Т-12	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)

	программном пакете Agros2D (свободное ПО)						
5	Метод конечных элементов для одномерных уравнений. Линейные базисные функции. Локальные и глобальные координаты.	2	7	7	У-1, У-2, МУ-1, МУ-3	ЛР-12 ПР-14 Т-14	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н)
6	Представление слабой формы в виде суммы интегралов на каждом элементе	2	8	8,9	У-1, У-2, МУ-1, МУ-3	ЛР-16 ПР-15 ПР-17 Т-16	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н)
4 семестр							
7	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Граничные условия Дирихле. Коммуникации в проектировании при помощи цифровых инструментов. (Проведение совещаний при помощи Zoom, обмен информацией посредством системы Google – документов, Power Point)	4	9	10	У-1, У-2, МУ-2, МУ-3	ЛР-1 ПР-2 Т-2	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)
8	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Граничные условия Неймана. Использование доски Migo для создания планов-графиков выполнения проекта с указанием сроков и ответственных, применение системы Google – документов для планирования деятельности по курсовому проекту	6	10	11	У-1, У-2, МУ-2, МУ-3	ЛР-3 ПР-4 Т-4	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)
9	Основы структурного программирова-	6	11	12	У-1, У-2,	ЛР-5 ПР-6	УК-1 ОПК-1 (н)

	ния в Python (типы данных, ветвления, циклы) Документирование проектной деятельности (Word, Excel, Power Point)				МУ-2, МУ-3	Т-6	ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)
10	Язык программирования Python (процедуры, функции, массивы, матрицы)	4		13	У-1, У-2, МУ-2, МУ-3	ПР-7 Т-8	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)
11	Полиномы Лагранжа более высоких порядков в качестве базисных функций. Метод конечных элементов для одномерных уравнений. Квадратичные базисные функции. Локальные и глобальные координаты.	4	12	14	У-1, У-2, МУ-2, МУ-3	ЛР-8 ПР-9 Т-9	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)
12	Представление слабой формы в виде суммы интегралов на каждом элементе (квадратичные базисные функции)	4	13		У-1, У-2, МУ-2, МУ-3	ЛР-10 ПР-10 Т-10	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)
13	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Квадратичные базисные функции. Граничные условия Дирихле и Неймана.	4		15	У-1, У-2, МУ-2, МУ-3	ПР-11 Т-11	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)
14	Ознакомление с базами данных citration.com и materialproject.org	4	14		У-1, У-2, МУ-2, МУ-3	ЛР-12 Т-12	ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)

ЛР – защита лабораторной работы, ПР – защита практического задания, Т – тестирование

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем,
---	----------------------------------	--------

		час
1	2	3
3 семестр		
1	Анализ напряжений стального стержня при перпендикулярной нагрузке в Autodesk Inventor	2
2	Расчет параметров и визуализация поля соленоида без сердечника в FEMM	2
3	Визуализация и определение параметров поля соленоида с сердечником в FEMM	4
4	Определение магнитной индукции поля проводника с током в FEMM	2
5	Расчет и визуализация поля температур трубы дымохода квадратного сечения в FEMM	2
6	Визуализация электрического поля конденсатора из двух прямоугольных пластин с учетом краевых эффектов в FEMM	2
7	Расчет заряда системы двух проводящих сфер, находящихся под напряжением в FEMM	2
8	Расчёт емкости конденсатора квадратного сечения в FEMM и Agros2D	2
Итого за 3 семестр:		18
4 семестр		
9	Численный расчет поля разрядника с системой электродов «сфера – диск» в Agros2D	2
10	Расчет заряда системы электродов, состоящих из двух сфер в Agros2D, сравнение характеристик, полученных в FEMM	2
11	Визуализация электрического поля конденсатора из двух дисков с учетом краевых эффектов в Agros2D	2
12	Визуализация и определение параметров поля соленоида с сердечником в Agros2D, сравнение характеристик, полученных в FEMM	2
13	Определение магнитной индукции поля проводника с током в Agros2D	2
14	Возможности проектирования поля постоянного магнита в Agros2D	2
Итого за 4 семестр:		12
Итого		30

4.2.2 Практические занятия

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№	Наименование практического (семинарского) занятия	Объем, час
1	2	3
3 семестр		
1	Простейшие программы на языках Python и C++. Типы данных	4
2	Ветвления в языках Python и C++. Условный оператор. Сложные условия	4
3	Циклы в языках Python и C++. Вложенные циклы	4
4	Функции в языках Python и C++	4
5	Списки в языке Python. Массивы в языке C++. Алгоритмы обработки массивов	4
6	Матрицы в языках Python и C++. Обработка элементов матрицы	4
7	Скалярное произведение векторов. Произведение вектора на матрицу. Умножение матрицы на матрицу	4
8	Численное интегрирование. Метод прямоугольников	4
9	Численное интегрирование. Метод трапеций	4
Итого за 3 семестр		36

4 семестр		
10	Численное интегрирование. Метод Симпсона	2
11	Численное интегрирование. Метод Монте-Карло	2
12	Метод Гаусса (численное интегрирование в языках Python и C++) при рассчитанных гауссовых точках и коэффициентах для интервала интегрирования -1; 1	2
13	Метод Гаусса (численное интегрирование в языках Python и C++) при рассчитанных гауссовых точках и коэффициентах для произвольного интервала интегрирования	2
14	Метод Гаусса (численное интегрирование в языках Python и C++) при рассчитанных гауссовых точках и коэффициентах для интервала интегрирования -1; 1	2
15	Метод Гаусса (численное интегрирование в языках Python и C++) при рассчитанных гауссовых точках и коэффициентах для произвольного интервала интегрирования	2
Итого за 4 семестр		12
Итого		48

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Возможности системы автоматизированного проектирования Autodesk Inventor, основанные на методе конечных элементов.	2 неделя	12
2	Линейные, эллиптические уравнения в частных производных в одном измерении. Примеры одномерных уравнений упругости, теплопроводности и массопереноса. Информация о системах автоматизированного проектирования (официальные сайты Comsol, Ansys, КОМПАС 3D, FEMM, Agros2D)	4 неделя	14
3	Граничные условия. Сильная форма дифференциального уравнения в частных производных для одномерного растяжения-сжатия. Аналитическое решение. Проектирование в программном пакете FEMM (свободное ПО)	6 неделя	14
4	Слабая форма дифференциального уравнения в частных производных. Эквивалентность сильной и слабой форм. Проектирование в программном пакете Agros2D (свободное ПО)	8 неделя	14
5	Метод конечных элементов для одномерных уравнений. Линейные базисные функции. Локальные и глобальные координаты.	10 неделя	14
6	Представление слабой формы в виде суммы интегралов на каждом элементе	12 неделя	11,85
Итого за 3 семестр:			79,85

4 семестр			
7	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Граничные условия Дирихле. Коммуникации в проектировании при помощи цифровых инструментов. (Проведение совещаний при помощи Zoom, обмен информацией посредством системы Google – документов, Power Point)	14 неделя	4
8	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Граничные условия Неймана. Использование доски Miro для создания планов-графиков выполнения проекта с указанием сроков и ответственных, применение системы Google – документов для планирования деятельности по курсовому проекту	16 неделя	4
9	Основы структурного программирования в Python (типы данных, ветвления, циклы) Документирование проектной деятельности (Word, Excel, Power Point)	2 неделя	4
10	Язык программирования Python (процедуры, функции, массивы, матрицы)	4 неделя	4
11	Полиномы Лагранжа более высоких порядков в качестве базисных функций. Метод конечных элементов для одномерных уравнений. Квадратичные базисные функции. Локальные и глобальные координаты.	6 неделя	4
12	Представление слабой формы в виде суммы интегралов на каждом элементе (квадратичные базисные функции)	8 неделя	4
13	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Квадратичные базисные функции. Граничные условия Дирихле и Неймана.	10 неделя	4
14	Ознакомление с базами данных citrination.com и materialproject.org	12 неделя	3,85
Итого за 4 семестр:			31,85
Итого			111,7

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников университета.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

- вопросов к экзаменам;

- методических указаний к выполнению лабораторных работ, практических заданий

т.д.

типографией университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

Реализация ОПОП ВО с присвоением двух квалификаций одного уровня высшего образования и компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
3 семестр			
1	Лабораторная работа: «Визуализация и определение параметров поля соленоида с сердечником в FEMM»	Компьютерная симуляция	4
2	Практическое занятие: «Матрицы в языках Python и C++. Обработка элементов матрицы»	Компьютерная симуляция	4
3	Практическое занятие: «Скалярное произведение векторов. Произведение вектора на матрицу. Умножение матрицы на матрицу»	Компьютерная симуляция	4

Итого за 3 семестр:			12
4 семестр			
4	Лабораторная работа: «Визуализация и определение параметров поля соленоида с сердечником в Agros2D, сравнение характеристик, полученных в FEMM»	Компьютерная симуляция	2
5	Практическое занятие: «Метод Гаусса (численное интегрирование в языках Python и C++) при рас-считанных гауссовых точках и коэффициентах для произвольного интервала интегрирования»	Компьютерная симуляция	2
Итого за 4 семестр:			4
Итого			16

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование общепрофессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому, воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и (или) лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки, высокого профессионализма ученых, их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки;

- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися (разбор конкретных ситуаций);

- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы ¹ формирования компетенций и дисциплины (модули), практики, при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Высшая математика Физика Общая и неорганическая химия Аналитическая химия Физическая химия Моделирование в материаловедении Философия История России	Учебная ознакомительная практика Учебная технологическая практика Физическая химия Поверхностные явления и дисперсные системы Лабораторный практикум по поверхностным явлениям и дисперсным системам Моделирование в материаловедении Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем Процессы получения наночастиц и наноматериалов	Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем Производственная преддипломная практика
ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	Физика Аналитическая химия Электротехника и схемотехника Физическая химия	Безопасность жизнедеятельности Физическая химия Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем Учебная технологическая практика	Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем
ОПК-6/ ОПК-4(н) Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Современные информационные технологии в профессиональной деятельности Инженерная и компьютерная графика	Электротехника и схемотехника Учебная технологическая практика	

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
УК-1/ начальный, основной	УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные математические методы поиска решения задач моделирования поведения материалов при заданных внешних воздействиях; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить и оценивать различные источники информации, осуществлять поиск характеристик исследуемого материала; 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные математические методы поиска решения задач моделирования поведения материалов при заданных внешних воздействиях; - возможности программного обеспечения для поиска САПР применимой для решения поставленной задачи; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить и оценивать различные источники информации, осуществлять поиск характеристик исследуемого материала; - определять ключевые идеи и выводы при исследова- 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные математические методы поиска решения задач моделирования поведения материалов при заданных внешних воздействиях; - возможности программного обеспечения для поиска САПР применимой для решения поставленной задачи; - методы математического анализа и синтеза для выявления существенных свойств модели и ее построения; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить и оценивать различные источники информации, осуществлять поиск характеристик исследуемого материала; - определять ключевые идеи и выводы при исследовании материала, формулиро-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками синтеза знаний, полученных из различных источников, для решения задач в области материаловедения; 	<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками синтеза знаний, полученных из различных источников, для решения задач в области материаловедения; - навыками поиска и выбора методов моделирования, средств проектирования в конкретных задачах исследования материала; 	<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками синтеза знаний, полученных из различных источников, для решения задач в области материаловедения; - навыками поиска и выбора методов моделирования, средств проектирования в конкретных задачах исследования материала; - самостоятельно осваивать новые приложения для теоретического и экспериментального исследования поведения материалов.
ОПК-1 (н) начальный, основной	ОПК-1.5(н) Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	Знать: - язык программирования (Python или C++) для моделирования поведения материалов;	Знать: - язык программирования (Python или C++) для моделирования поведения материалов; - типовые программные продукты, ориентированные на решение задач моделирования физических	Знать: - язык программирования (Python или C++) для моделирования поведения материалов; - типовые программные продукты, ориентированные на решение задач моделирования физических процессов, протека-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять САПР КОМПАС-3D для расчета деформаций и напряжений в материале; <p>Владеть (или иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками программирования (Python или C++) для выполнения моделирования 	<p>процессов, протекающих в исследуемом материале при заданных внешних воздействиях;</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять САПР КОМПАС-3D для расчета деформаций и напряжений в материале; - применять программное обеспечение FEMM для расчета магнитных и электрических свойств материалов; <p>Владеть (или иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками программирования (Python или C++) для выполнения моделирования - навыками использования прикладных программ для моделирования физико-математических процессов протекающих в материале 	<p>ющих в исследуемом материале при заданных внешних воздействиях;</p> <ul style="list-style-type: none"> - средства автоматизированного проектирования для решения задач профессиональной деятельности <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять САПР КОМПАС-3D для расчета деформаций и напряжений в материале; - применять программное обеспечение FEMM для расчета магнитных и электрических свойств материалов; - применять программное обеспечение Agros 2D для расчета тепловых свойств материалов; <p>Владеть (или иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками программирования (Python или C++) для выполнения моделирования - навыками использования прикладных программ для моделирования физико-математических процессов протекающих в материале при различных внешних нагрузках - навыками работы с

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
			ле при различных внешних нагрузках	современными автоматизированными системами проектирования (CAD)
ОПК-5 (н) начальный, основной	ОПК-5.2(н) Оценивает по критериям эффективности и безопасности технические решения по технологии и применению материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - критерии эффективности технических решений: соответствие решения поставленным задачам, точность и повторяемость результатов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить предварительные оценочные расчеты для прогнозирования результатов испытаний и диапазона допустимых нагрузок; 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - критерии эффективности технических решений: соответствие решения поставленным задачам, точность и повторяемость результатов; - критические параметры материалов (предел прочности, температуру плавления и т.д.) для оценки максимально допустимых нагрузок при эксплуатации; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить предварительные оценочные расчеты для прогнозирования результатов испытаний и диапазона допустимых нагрузок; - выбирать оптимальные методы исследования и безопасной диагностики поведения материала; 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - критерии эффективности технических решений: соответствие решения поставленным задачам, точность и повторяемость результатов; - критические параметры материалов (предел прочности, температуру плавления и т.д.) для оценки максимально допустимых нагрузок при эксплуатации; - границы применения методов моделирования для определения безопасных условий эксплуатации материалов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить предварительные оценочные расчеты для прогнозирования результатов испытаний и диапазона допустимых нагрузок; - выбирать оптимальные методы исследования и безопасной диагностики поведения материала; - оценить оптимальность использования материала для данно-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыком оценки адекватности математической модели для конкретной производственной ситуации; 	<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыком оценки адекватности математической модели для конкретной производственной ситуации; - навыками визуализации результатов моделирования и анализа рисков и угроз использования материалов с заданной геометрией 	<p>го технологического процесса и безопасности его обработки;</p> <ul style="list-style-type: none"> - условия реализации и <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыком оценки адекватности математической модели для конкретной производственной ситуации; - навыками визуализации результатов моделирования и анализа рисков и угроз использования материалов с заданной геометрией - навыками проектирования геометрии детали, моделирования методом конечных элементов поведения эталонных систем для оценки обеспечения безопасности реальных объектов;
ОПК-6/ ОПК-4(н)/ начальный, основной	ОПК-6.1/ ОПК-4.1(н) Ориентируется в современных информационных технологиях	Знать: - перечень онлайн платформ на которых можно пройти курсы по изучению метода конечных элементов;	Знать: - перечень онлайн платформ на которых можно пройти курсы по изучению метода конечных элементов; - онлайн-платформы (например, Replit) для разработки про-граммного	Знать: - перечень онлайн платформ на которых можно пройти курсы по изучению метода конечных элементов; - онлайн-платформы (например, Replit) для разработки программного обеспечения; - облачные техноло-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - создавать геометрию модели в современном программном обеспечении; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками интерполяции результатов моделирования на исходную геометрическую модель для получения 	<p>обеспечения</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - создавать геометрию модели в современном программном обеспечении; - использовать инструменты разбиения геометрической модели на элементы с помощью программ - генераторов пространственной сетки; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками интерполяции результатов моделирования на исходную геометрическую модель для получения распре- 	<p>гии, возможности облачных хранилищ (например, Replit), которые предоставляет своим пользователям облачное хранилище файлов, с которыми можно работать с файлами из разных мест и целой командой.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - создавать геометрию модели в современном программном обеспечении; - использовать инструменты разбиения геометрической модели на элементы с помощью программ - генераторов пространственной сетки; - использовать инструменты формирования системы уравнений для каждого элемента, объединения их в единую систему уравнений и решения с помощью численных методов; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками интерполяции результатов моделирования на исходную геометрическую модель для получения распределенных напряжений, деформаций или других

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		распределения напряжений, деформаций или других интересующих величин;	деления напряжений, деформаций или других интересующих величин; - навыками визуализации полученных результатов с помощью специализированного программного обеспечения	интересующих величин; - навыками визуализации полученных результатов с помощью специализированного программного обеспечения - навыками анализа полученных результатов и автоматического формирования отчетов в специальном программном обеспечении
	ОПК-6.2/ ОПК-4.2(н) Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	Знать: - принципы формализации фундаментальных физических законов в области механики, термодинамики, электричества и осуществления вычислений на языке программирования для использования в профессиональной деятельности;	Знать: - принципы формализации фундаментальных физических законов в области механики, термодинамики, электричества и осуществления вычислений на языке программирования для использования в профессиональной деятельности; - основные понятия и методы линейной алгебры и математического моделирования для корректного определения перечня ресурсов и программного обеспечения в профессиональной деятельности	Знать: - принципы формализации фундаментальных физических законов в области механики, термодинамики, электричества и осуществления вычислений на языке программирования для использования в профессиональной деятельности; - основные понятия и методы линейной алгебры и математического моделирования для корректного определения перечня ресурсов и программного обеспечения в профессиональной деятельности - основные методы поиска информационных ресурсов и

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять современные методы моделирования физических процессов для их программной реализации <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками аналитического и численного решения дифференциальных и алгебраических уравнений посредством информационных технологий, 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять современные методы моделирования физических процессов для их программной реализации - осуществлять поиск ресурсов и современного программного обеспечения, необходимых в профессиональной деятельности <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками аналитического и численного решения дифференциальных и алгебраических уравнений посредством информационных технологий, - навыками поиска ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности 	<p>программного обеспечения в сети Интернет;</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять современные методы моделирования физических процессов для их программной реализации - осуществлять поиск ресурсов и современного программного обеспечения, необходимых в профессиональной деятельности - осуществлять выбор специализированного программного обеспечения для решения сформулированных задач профессиональной деятельности; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками аналитического и численного решения дифференциальных и алгебраических уравнений посредством информационных технологий, - навыками поиска ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности - навыками программирования на одном из языков высокого уровня для анализа

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
				эффективности и корректности работы программного обеспечения, используемого в профессиональной деятельности
	ОПК-6.3/ ОПК-4.3(н) Применяет современные информационные технологии и программные средства для решения задач профессиональной деятельности	Знать: -возможности свободного программного обеспечения на базе метода конечных элементов для решения профессиональных задач (FEMM, Agros2D) Уметь: - проектировать изделия из различных материалов посредством программных продуктов FEMM, Agros2D, Компас 3D;	Знать: -возможности свободного программного обеспечения на базе метода конечных элементов для решения профессиональных задач (FEMM, Agros2D) -возможности коммерческих систем автоматизированного проектирования на базе метода конечных элементов (Comsol, Ansys, КОМПАС 3D) Уметь: - проектировать изделия из различных материалов посредством программных продуктов FEMM, Agros2D, Компас 3D; -обрабатывать и интерпретировать	Знать: -возможности свободного программного обеспечения на базе метода конечных элементов для решения профессиональных задач (FEMM, Agros2D) -возможности коммерческих систем автоматизированного проектирования на базе метода конечных элементов (Comsol, Ansys, КОМПАС 3D) -возможности поиска специализированной профессиональной информации посредством Google Академии (Google Scholar) – поисковой системы по научным работам Уметь: - проектировать изделия из различных материалов посредством программных продуктов FEMM, Agros2D, Компас 3D; -обрабатывать и интерпретировать информацию, используя такие программные

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Владеть (или иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыком обработки данных и построения графиков в LibreOffice Calc 	<p>информацию, используя такие программные продукты как LibreOffice Writer, Calc, Impress</p> <p>Владеть (или иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыком обработки данных и построения графиков в LibreOffice Calc - навыками обсуждения задач профессиональной деятельности посредством графического представления информации на доске Miro с целью принятия совместных обоснованных решений 	<p>продукты как LibreOffice Writer, Calc, Impress</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять программы для организации видеоконференций в коммуникационном процессе для ускорения процесса передачи профессиональной информации <p>Владеть (или иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыком обработки данных и построения графиков в LibreOffice Calc - навыками обсуждения задач профессиональной деятельности посредством графического представления информации на доске Miro с целью принятия совместных обоснованных решений - навыками обмена информацией с применением системы Google – документов

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Возможности системы автоматизированного проектирования КОМПАС 3D, основанные на методе конечных элементов.	ОПК-5 (н) ОПК-6/ОПК-4(н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по лабораторной работе	1	согласно табл 7.2
				отчет по практическому занятию	1,2	
				БТЗ	1-10	
2.	Линейные, эллиптические уравнения в частных производных в одном измерении. Примеры одномерных уравнений упругости, теплопроводности и массопереноса. Информация о системах автоматизированного проектирования (официальные сайты Comsol, Ansys, Inventor, FEMM, Agros2D)	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-6/ОПК-4(н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по лабораторной работе	2	согласно табл 7.2
				отчет по практическому занятию	3, 4	
				БТЗ	11-17	
3.	Граничные условия. Сильная форма дифференциального уравнения в частных про-	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по лабораторной работе	3,4	согласно табл 7.2
				отчет по практическому занятию	5	

	изводных для одномерного растяжения-сжатия. Аналитическое решение. Проектирование в программном пакете FEMM (свободное ПО)			БТЗ	18-25	
4.	Слабая форма дифференциального уравнения в частных производных. Эквивалентность сильной и слабой форм. Проектирование в программном пакете Agros2D (свободное ПО)	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по лабораторной работе	5,6	согласно табл 7.2
				отчет по практическому занятию	6	
				БТЗ	26-32	
5.	Метод конечных элементов для одномерных уравнений. Линейные базисные функции. Локальные и глобальные координаты.	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по лабораторной работе	7	согласно табл 7.2
				отчет по практическому занятию	7	
				БТЗ	33-42	
6.	Представление слабой формы в виде суммы интегралов на каждом элементе	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по лабораторной работе	8	согласно табл 7.2
				отчет по практическому занятию	8, 9	

				БТЗ	43-50	
4 семестр						
7.	Слабая форма дифференциального уравнения в частных производных. Эквивалентность сильной и слабой форм. Проектирование в программном пакете Agros2D (свободное ПО)	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по лабораторной работе	9	согласно табл 7.2
				отчет по практическому занятию	10	
				БТЗ	51-57	
8.	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Граничные условия Неймана. Использование доски Mingo для создания планов-графиков выполнения проекта с указанием сроков и ответственных, применение системы Google – документов для планирования деятельности по курсовому проекту	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по лабораторной работе	10	согласно табл 7.2
				отчет по практическому занятию	11	
				БТЗ	58-62	

9.	Язык программирования Python (процедуры, функции, массивы, матрицы)	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по лабораторной работе	12	согласно табл 7.2
				отчет по практическому занятию	14	
				БТЗ	62-69	
10.	Основы структурного программирования в Python (типы данных, ветвления, циклы) Документирование проектной деятельности (Word, Excel, Power Point)	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по практическому занятию	13	согласно табл 7.2
				БТЗ	70-75	
11.	Полиномы Лагранжа более высоких порядков в качестве базисных функций. Метод конечных элементов для одномерных уравнений. Квадратичные базисные функции. Локальные и глобальные координаты.	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по лабораторной работе	12	согласно табл 7.2
				отчет по практическому занятию	14	
				БТЗ	76-80	
12.	Представление слабой формы в виде суммы интегралов на каждом элементе (квадратичные базисные функции)	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по лабораторной работе	13	согласно табл 7.2
				БТЗ	81-85	

13.	Сборка. Матрично-векторная форма дифференциального уравнения в частных производных. Квадратичные базисные функции. Граничные условия Дирихле и Неймана.	УК-1 ОПК-1 (н) ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по практическому занятию	15	согласно табл 7.2
				БТЗ	86-91	
14.	Ознакомление с базами данных citrination.com и materialproject.org	ОПК-5 (н) ОПК-6/ ОПК-4(н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие СРС	отчет по лабораторной работе	14	согласно табл 7.2
				БТЗ	92-100	

БТЗ – банк вопросов и заданий в тестовой форме.

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы в тестовой форме по разделу (теме) 4 «Слабая форма дифференциального уравнения в частных производных. Эквивалентность сильной и слабой форм»

Как осуществляется процесс перехода от сильной формы уравнения упругости к слабой, используя формулу интегрирования по частям?

1) Как осуществляется процесс перехода от дифференциального уравнения упругости к интегральному, используя формулу интегрирования по частям?

2) Как, зная число узлов N в разбиении длины стержня, найти число элементов Ω ?

3) Как, зная число элементов Ω в разбиении длины стержня, найти число узлов N ?

4) Как выглядит уравнение упругости в слабой форме при разбиении длины стержня на элементы?

5) Как выглядит формула Гаусса-Лежандра для вычисления определённого интеграла?

Типовые контрольные вопросы к лабораторной работе

Лабораторная работа №2

1. Как задать геометрию модели, используя узлы, сегменты, дуги?

2. Как добавить материал в вашу модель и как распределить его по регионам?

3. Как задать границу для вашей модели?
4. Как определить значение поля в данной точке?
5. Как построить значения поля вдоль линии?
6. Как рассчитать индуктивность и сопротивление?
7. Как визуализировать поле с помощью цвета?
8. Как создать «открытое» граничное условие для анализа неограниченной задачи?
9. Как задать размер сетки конечных элементов?
10. Как применить граничные условия к отрезкам в модели?
11. Как запустить генератор сетки и решатель?
12. Как запустить постпроцессор и вычислить полученный тепловой поток?

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в виде бланкового и/или компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обу-

чающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

Пусть при решении одномерного уравнения упругости в сильной форме над областью $(0,1)$ распределение силы $f = 0$ при $0 < x \leq 1/2$; $f = 1$ для $1/2 < x < 1$, граничные условия $u(0) = 0$ и $u(1) = 1/8$. Какой вид имеет аналитическое решение $u(x)$?

- Линейная зависимость для $0 < x \leq 1/2$ и константа для $1/2 < x < 1$
- Линейная зависимость для $0 < x \leq 1/2$ и квадратичная для $1/2 < x < 1$
- Невозможно определить
- Такой же как f

7. Если двухединичная область $-1 < \xi < 1$ отображается на элемент с границами $x_{1e} = 1.5$, $x_{2e} = 3.2$, то производная $dx/d\xi$ равна

- 2.5
- 1.5
- 0.85
- 0

8 Верно ли утверждение, что окончательное собранное матрично-векторное уравнение, которое необходимо решить, чтобы получить численное решение, справедливо только для одного значения вектора степени свободы весовой функции?

- Верно
- Неверно

9. Чему равна сумма квадратурных весов при интегрировании методом Гаусса при использовании 3-х и 4-х квадратурных точек соответственно?

- 1; 1
- 3; 4
- 2; 2
- $1/3$; $1/4$

10. Чему равны весовые коэффициенты при численном интегрировании методом квадратуры Гаусса при использовании двух квадратурных точек?

- 2; 2
- $-\sqrt{1/3}$; $\sqrt{1/3}$
- 1; 1
- $-2\sqrt{1/3}$; $2\sqrt{1/3}$

Компетентностно-ориентированная задача:

1. Рассчитать параметры и визуализировать поле соленоида без сердечника (внутри воздух), используя программный пакет FEMM.

Пусть катушка, изображенная на рисунке (см. ниже), имеет внутренний диаметр 1 дюйм, внешний диаметр 3 дюйма и длину 2 дюйма. Катушка состоит из 1000

витков медной проволоки (марка меди 18 AWG). По проводу катушки течет постоянный ток 1 Ампер.

Так как задача осесимметричная для моделирования в FEMM достаточно задать геометрию фрагмента сечения катушки вдоль ее оси.

Ось r направлена по радиусу соленоида от оси катушки ($r = 0$) горизонтально вправо, в указанном сечении ток течет от наблюдателя.

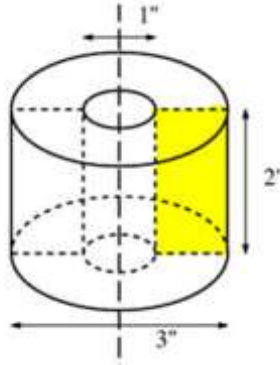


Рисунок - Катушка с воздушным сердечником

2. Рассчитать емкость метрового конденсатора квадратного сечения с помощью программной среды Agros2D, сторона внешней обкладки которого равна 4 см, а внутренней – 2 см (смотри рисунок ниже). Для расчетов вследствие симметрии достаточно смоделировать только $\frac{1}{4}$ конденсатора, а потом полученные аддитивные величины умножить на 4. Диэлектрик между пластинами – воздух. (6 баллов)

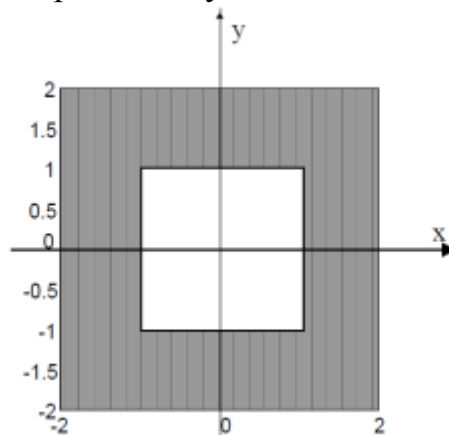


Рисунок - Конденсатор квадратного поперечного сечения

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

– положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;

– методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
3 семестр				
Лабораторная работа «Анализ напряжений стального стержня при перпендикулярной нагрузке в КОМПАС 3D»	0,5	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	1	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа «Расчет параметров и визуализация поля соленоида без сердечника в FEMM»	0,5	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	1	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа «Визуализация и определение параметров поля соленоида с сердечником в FEMM»	0,5	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	1	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа «Определение магнитной индукции поля проводника с током в FEMM»	0,5	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	1	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа «Расчет и визуализация поля температур трубы дымохода квадратного сечения в FEMM»	0,5	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	1	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа «Визуализация электрического поля конденсатора из двух прямоугольных пластин с учетом краевых эффектов в FEMM»	0,5	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	1	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа «Расчет заряда системы двух проводящих сфер, находящихся под напряжением в	0,5	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	1	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе

FEMM»				
Лабораторная работа «Расчёт емкости конденсатора квадратного сечения в FEMM и Agros2D»	0,5	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	1	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Практическая работа «Простейшие программы на языках Python и C++. Типы данных»	0,5	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	1	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
Практическая работа «Ветвления в языках Python и C++. Условный оператор. Сложные условия»	0,5	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	1	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
Практическая работа «Циклы в языках Python и C++. Вложенные циклы»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
Практическая работа «Функции в языках Python и C++»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
Практическая работа «Списки в языке Python. Массивы в языке C++. Алгоритмы обработки массивов»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
Практическая работа «Матрицы в языках Python и C++. Обработка элементов матрицы»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
Практическая работа «Скалярное произведение векторов. Произведение вектора на матрицу. Умножение матрицы на матрицу»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
Практическая работа «Численное интегрирование. Метод прямоугольников»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
Практическая работа «Численное интегрирование. Метод трапеций»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
СРС	12		24	
Итого	24		48	

Посещаемость	0		16	
экзамен	0		36	
Итого	24		100	
4 семестр				
Лабораторная работа «Численный расчет поля разрядника с системой электродов «сфера – диск» в Agros2D»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа «Расчет заряда системы электродов, состоящих из двух сфер в Agros2D, сравнение характеристик, полученных в FEMM»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа «Визуализация электрического поля конденсатора из двух дисков с учетом краевых эффектов в Agros2D»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа «Визуализация и определение параметров поля соленоида с сердечником в Agros2D, сравнение характеристик, полученных в FEMM»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа «Определение магнитной индукции поля проводника с током в Agros2D»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа «Возможности проектирования поля постоянного магнита в Agros2D»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Практическая работа «Численное интегрирование. Метод Симпсона»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
Практическая работа «Численное интегрирование. Метод Монте-Карло»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
Практическая работа «Метод Гаусса (численное интегрирование в языках Python и C++)»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практи-	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе

при рассчитанных гауссовых точках и коэффициентах для интервала интегрирования -1; 1»		ческой работе		
Практическая работа «Метод Гаусса (численное интегрирование в языках Python и C++) при рассчитанных гауссовых точках и коэффициентах для произвольного интервала интегрирования»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
Практическая работа «Метод Гаусса (численное интегрирование в языках Python и C++) при рассчитанных гауссовых точках и коэффициентах для интервала интегрирования -1; 1»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
Практическая работа «Метод Гаусса (численное интегрирование в языках Python и C++) при рассчитанных гауссовых точках и коэффициентах для произвольного интервала интегрирования»	1	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе	2	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе
СРС	12		24	
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
экзамен	0		36	
Итого	24		100	

–

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Клуникова, Ю. В. Метод конечных элементов для моделирования устройств и систем : учебное пособие / Ю. В. Клуникова, С. П. Малюков, М. В. Анисеев. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019. - 86 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577777> (дата обращения 19.09.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

2. Маковкин, Г. А. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела : учебное пособие / Г. А. Маковкин, С. Ю. Лихачева. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), 2012. – Ч. 1. – 72 с. – <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427425> (дата обращения 19.09.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

8.2 Дополнительная учебная литература

3. Формалев, В. Ф. Численные методы : учебник / В. Ф. Формалев, Д. Ревизников. - Москва : Физматлит, 2006. - 399 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69333> (дата обращения 19.09.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

4. Деклу, Ж. Метод конечных элементов / Ж. Деклу ; под ред. Н. Н. Яненко ; пер. с фр. Б. И. Квасова. – Москва : Мир, 1976. – 95 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456946> (дата обращения 19.09.2023). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

5. Колокольникова, А. И. Word 2019 : теория и практика : учебное пособие : в 2 частях / А. И. Колокольникова. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – Часть 1. – 296 с. –URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=595446> (дата обращения 19.09.2023). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

8.3 Перечень методических указаний

1. Моделирование в материаловедении (1 часть) : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Кузько [и др.]. - Курск : ЮЗГУ, 2022. - 67 с. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

2. Моделирование в материаловедении (2 часть) : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Кузько [и др.]. - Курск : ЮЗГУ, 2022. - 69 с. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

3. Моделирование в материаловедении : методические указания к выполнению практических работ для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехноло-

гии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Кузько [и др.]. - Курск : ЮЗГУ, 2022. - 37 с. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

4. Моделирование в материаловедении : методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Кузько [и др.]. - Курск : ЮЗГУ, 2022. - 13 с. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:
Физика металлов и металловедение

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <https://replit.com/languages/python3> – онлайн-компилятор и интерпретатор Python.
2. <https://www.python.org/> – официальный сайт Python (высокоуровневого языка программирования общего назначения с динамической строгой типизацией и автоматическим управлением памятью)
3. <https://thesaurus.rusnano.com/wiki/> – Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов.
4. <http://biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
5. <https://phys.org/> - новости науки, исследований и технологий (press release on-line).
6. <http://www.consultant.ru> - Официальный сайт компании «Консультант Плюс».
7. <https://kompas.ru/> – КОМПАС-3D – это российская импортнезависимая система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и сотен тысяч профессиональных пользователей.
8. <https://apm.ru/apm-fem> – АРМ FEM – система прочностного анализа, предназначенная для работы в интерфейсе российской САД-системы КОМПАС-3D
9. <http://www.comsol.com/> - Comsol Multiphysics
10. <https://www.libreoffice.org/discover/calc/> - Calc - это бесплатная программа для работы с электронными таблицами.
11. <https://www.femm.info/wiki/HomePage> - FEMM - это программный пакет на базе метода конечных элементов для решения двумерных плоских и осесимметричных задач магнитостатики и электростатики.
12. <http://www.agros2d.org/> – Agros2D – это программный пакет с открытым исходным кодом для численного решения (МКЭ) двумерных связанных задач (Multiphysics) в технических дисциплинах.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции, лабораторные и практические занятия.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия и положения каждой новой темы; важные положения аргументируются и иллюстрируются примерами из практики; объясняется практическая значимость изучаемой темы; делаются выводы; даются рекомендации для самостоятельной работы по данной теме. На лекциях необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных вопросов. В ходе лекции студент должен конспектировать учебный материал. Конспектирование лекций – сложный вид работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это лично студентом в режиме реального времени в течение лекции. Не следует стремиться записать лекцию дословно. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем кратко записать ее. Желательно заранее оставлять в тетради пробелы, куда позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно внести дополнительные записи. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, который преподаватель дает в начале лекционного занятия. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Необходимым является глубокое освоение содержания лекции и свободное владение им, в том числе использованной в ней терминологией. Работу с конспектом лекции целесообразно проводить непосредственно после ее прослушивания, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях. Работа с конспектом лекции предполагает перечитывание конспекта, внесение в него, по необходимости, уточнений, дополнений, разъяснений и изменений. Некоторые вопросы выносятся за рамки лекций. Изучение вопросов, выносимых за рамки лекционных занятий, предполагает самостоятельное изучение студентами дополнительной литературы, указанной в п.8.2.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины продолжается на лабораторных и практических занятиях, которые обеспечивают контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному и практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, спо-

способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. При работе с источниками и литературой необходимо:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прочитанное;
- фиксировать основное содержание прочитанного текста; формулировать устно и письменно основную идею текста; составлять план, формулировать тезисы.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю. Обязательным элементом самостоятельной работы по дисциплине является самоконтроль. Одной из важных задач обучения студентов способам и приемам самообразования является формирование у них умения самостоятельно контролировать и адекватно оценивать результаты своей учебной деятельности и на этой основе управлять процессом овладения знаниями. Овладение умениями самоконтроля приучает студентов к планированию учебного труда, способствует углублению их внимания, памяти и выступает как важный фактор развития познавательных способностей. Самоконтроль включает:

- оперативный анализ глубины и прочности собственных знаний и умений;
- критическую оценку результатов своей познавательной деятельности.

Самоконтроль учит ценить свое время, позволяет вовремя заметить и исправить свои ошибки. Формы самоконтроля могут быть следующими:

- устный пересказ текста лекции и сравнение его с содержанием конспекта лекции;
- составление плана, тезисов, формулировок ключевых положений текста по памяти;
- пересказ с опорой на иллюстрации, чертежи, схемы, таблицы, опорные положения.

Самоконтроль учебной деятельности позволяет студенту оценивать эффективность и рациональность применяемых методов и форм умственного труда, находить допускаемые недочеты и на этой основе проводить необходимую коррекцию своей познавательной деятельности.

При подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине необходимо повторить основные теоретические положения каждой изученной темы и основные термины, самостоятельно решить несколько типовых компетентностно-ориентированных задач.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные технологии:

1. Электронная информационно-образовательная среда ЮЗГУ. Учебные курсы ЮЗГУ <https://do.swsu.ru/>;

2. Электронная информационно-образовательная среда ЮЗГУ (версия 2.0). Информационный портал ЮЗГУ.

Программное обеспечение:

Антивирус Kaspersky

LibreOffice – офисный пакет (свободное программное обеспечение)

Libreoffice Calc - это бесплатная программа для работы с электронными таблицами.

ANSYS – универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа (коммерческое ПО)

Comsol Multiphysics – программный комплекс для инженерного анализа методом конечных-элементов.

FEMM – это программный пакет на базе метода конечных элементов для решения двумерных плоских и осесимметричных задач магнитостатики и электростатики.

Agros2D – это программный пакет с открытым исходным кодом для численного решения (МКЭ) двумерных связанных задач (Multiphysics) в технических дисциплинах.

Autodesk Inventor – система трёхмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования (САПР) компании Autodesk, предназначенная для создания цифровых прототипов промышленных изделий

Python – высокоуровневый язык программирования общего назначения с динамической типизацией и автоматическим управлением памятью

Информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <https://elibrary.ru> : режим доступа: по подписке

2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека on-line» <https://lib.swsu.ru/resursy/elektronno-bibliotechnye-sistemy/368-universitetskaya-biblioteka-onlajn.html> режим доступа: по подписке

3. Электронно-библиотечная система IPRsmart <https://www.iprbookshop.ru/> режим доступа: по подписке

4. Ресурсы международного научного издательства Springer Nature: <https://rd.springer.com/> режим доступа: по подписке

5. Национальная электронная библиотека (НЭБ) <https://rusneb.ru/> режим доступа: по подписке

6. База данных «Orbit» <https://www.questel.com/> режим доступа: по подписке

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и компьютерный класс, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол,

стул для преподавателя; доска. ОС5121 Проектор мультимедийный с экраном inFocus in2102 с экраном Braun Photo Technik Standart 155x155 см (в комплекте с кабелем VGA 5м и переходником). Мобильный ПК ACER"Aspire 5720-102G16Mi (32032). Персональные компьютеры ПК S1155 Intel i3 (IntelRH67/i3-2130 3/40GHz/DDR III-4Gb/HDD SATA III 320Gb/DVD+R/RW/450Bt/клавиатура, мышь/23"LCD Samsung B2330(ZKfV)), год выпуска 2011, 15 шт.

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу**дисциплины**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			