

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
« 31 » 08 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В
ЭЛЕКТРОМЕХАНИКЕ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

**Магистерская программа: Методы исследования и моделирования процессов в
электромеханических преобразователях энергии**

Уровень высшего образования: магистратура

Нормативный срок обучения: 2 года

Форма обучения: очная

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующей общекультурной компетенции:

- ОК-2 (способности действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения).

Дисциплина направлена на формирование следующей общепрофессиональной компетенции:

- ОПК-3 (способности использовать иностранный язык в профессиональной сфере).

Дисциплина направлена на формирование следующих профессиональных компетенций:

- ПК-1 (способности планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований);
- ПК – 3 (способности самостоятельно выполнять исследования);
- ПК – 4 (способности проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов техники, подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений, регистрации программ для электронных вычислительных машин и баз данных);
- ПК – 5 (готовности проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений);
- ПК – 8 (способности применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные принципы решения задач математической физики (ОК-2);
- общепрофессиональную терминологию (ОПК-3);
- методы решения задач математической физики (ПК-1);
- общие принципы научного исследования (ПК – 3);
- общие принципы и объекты патентования (ПК – 4);
- особенности конструкции, принципа действия и математической модели ЛИМ (ПК – 5);
- физические трактовки уравнений в частных производных (ПК – 8).

Уметь:

- готовить и аргументировать принятые решения (ОК-2);
- толковать технические термины (ОПК-3);
- представлять результаты научных исследований (ПК-1);
- приложить принципы научного исследования к конкретной задаче (ПК – 3);
- выбрать аналог, выявить новизну полученного технического решения, точно формулировать цели исследования и выводы по нему, назвать технические преимущества полученного решения (ПК – 4);
- оценить технические перспективы нового технологического решения (ПК – 5);
- приближенно решать простые обыкновенные дифференциальные уравнения (ПК – 8).

Владеть:

- навыками формирования типовой структуры задачи (ОК-2);
- навыками использования средств перевода и толкования терминов (ОПК-3);
- навыками планирования решения задачи (ПК-1);
- навыками придавать результатам исследования наглядную форму (ПК – 3);
- навыками оформления принципиальных и структурных схем, комментариев к программам ЭВМ (ПК – 4);
- навыками сравнения различных вариантов исполнения объекта (ПК – 5);
- навыками выделения в решении основных и сопутствующих процессов (ПК – 8).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин Б1. цикла В.ОД.7 образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии», направления «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Математическое моделирование физических процессов в электромеханике» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.1 «Философия технических наук»
- Б1.Б.5 «Иностранный язык»
- Б1.Б.6 «Методология научного творчества»
- Б1.В.ОД.3 «Специальные электрические машины»

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

- Б2.П.1 «Производственная практика»
- Б2.П.2 «Преддипломная практика»
- Б2.Н.1 «Научно-исследовательская работа»

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

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.7	
Часов (всего) по учебному плану:	216	2 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	2 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	2 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	2 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	2 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	3,25, 117	2 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1,25, 45	2 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.5, 18
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.5, 18
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0.5, 18
Выполнение расчетно-графической работы	1.25, 45
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0.5, 18
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	3.25, 117
Подготовка к экзамену	1.25, 45

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

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Диффузионные процессы в электромеханике. Общее описание. Математическая модель.	17	2	2		13	3
2	Тема 2. Обзор методов моделирования. Методы разделения переменных и разложения по собственным функциям	23	2	2	6	13	9
3	Тема 3. Интегральные преобразования Фурье и Лапласа.	21	2	2	4	13	7
4	Тема 4. Диффузия в подвижную среду. Конвективные задачи электромеханики	17	2	2		13	3
5	Тема 5. Расчет электромагнитного поля и сил в линейной индукционной машине	17	2	2		13	3
6	Тема 6. Примеры волновых процессов в электромеханике. Общее описание. Математическая модель.	17	2	2		13	3
7	Тема 7. Общие принципы моделирования. Формула Даламбера.	17	2	2		13	3
8	Тема 8. Метод характеристик.	21	2	2	4	13	7
9	Тема 9. Волновые процессы в ограниченных объектах.	21	2	2	4	13	7
всего 216 часов по видам учебных занятий (включая 45 часов на подготовку к экзамену)			18	18	18	117	45

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Диффузионные процессы в электромеханике. Общее описание. Математическая модель.

Лекция 1. Электрические, магнитные, тепловые, механические, виброакустические процессы в различных видах электромеханических преобразователей. Уравнения в частных производных как модели физических процессов, классификация, физический смысл. Лапласиан, его свойства. Виды уравнения диффузии. Граничные и начальные условия (2 часа).

Практическое занятие 1. Модификации математической модели для неидеальных сердечников, конвективных и неоднородных задач. Освоение приемов построения интуитивного решения диффузионной задачи. Природа физического движения, начальное, конечное и промежуточные состояния. Физически возможные и физически невозможные движения (2 часа).

Самостоятельная работа. Самостоятельные модификации математической модели для неидеальных сердечников, конвективных и неоднородных задач. Освоение приемов построения интуитивного решения диффузионной задачи (13 часов)

Текущий контроль – устный опрос по результатам практической и самостоятельной работы.

Тема 2. Обзор методов моделирования. Методы разделения переменных и разложения по собственным функциям

Лекция 2. Понятие о дифференциальном операторе и собственных функциях. Собственные функции и методы моделирования. Разделение переменных: физико-математическое обоснования. Алгоритм метода. Пример применения. Метод разложения по собственным функциям. Алгоритм метода. Пример применения. (2 часа)

Практическое занятие 2. Решение диффузионных задач методами разделения переменных и разложения по собственным функциям. (2 часа)

Лабораторная работа 1. Моделирование процессов диффузии на однородных уравнениях (2 часа).

Лабораторная работа 2. Поиск собственных функций и частот неоднородной задачи (2 часа)

Лабораторная работа 3. Моделирование диффузии на неоднородных уравнениях (2 часа)

Самостоятельная работа. Подготовка к лабораторным работам. Самостоятельное решение и компьютерная визуализация диффузионных задач методами разделения переменных и разложения по собственным функциям. Физико-техническая оценка решений (13 часов).

Текущий контроль - коллоквиум перед выполнением лабораторных работ, опрос по результатам самостоятельной работы.

Тема 3. Интегральные преобразования Фурье и Лапласа.

Лекция 3. Преобразование Фурье, его свойства, применение для моделирования физических процессов. Функции Грина. Инструментальные средства. Преобразование Лапласа, его свойства, применение для моделирования физических процессов. Инструментальные средства. (2 часа).

Практическое занятие 3. Практическое решение диффузионных задач методами интегральных преобразований Фурье и Лапласа. (2 часа)

Лабораторная работа 4. Моделирование диффузии на базе преобразования. Фурье

Лабораторная работа 5. Моделирование диффузии на базе преобразования. Лапласа

Самостоятельная работа. Подготовка к лабораторным работам. Самостоятельное решение и компьютерная визуализация диффузионных задач методами интегральных преобразований Фурье и Лапласа. Физико-техническая оценка решений (13 часов).

Текущий контроль - коллоквиум перед выполнением лабораторных работ, опрос по результатам самостоятельной работы.

Тема 4. Диффузия в подвижную среду. Конвективные задачи электромеханики

Лекция 4. Конвективные задачи электромеханики. Конвективный перенос и параметрическая неоднородность неявнополусных электрических машин. Параметрические эффекты; технический и энергетический аспекты. Модель конвективной диффузии и её приведение к неконвективной форме. Методы решения. (2 часа)

Практическое занятие 4. Практическое решение задач конвективной диффузии. Визуализация решений. (2 часа)

Самостоятельная работа. Самостоятельное решение и компьютерная визуализация задач конвективной диффузии. Физико-техническая оценка решений (13 часов).

Текущий контроль – устный опрос по результатам самостоятельной работы.

Тема 5. Расчет электромагнитного поля и сил в линейной индукционной машине (ЛИМ)

Лекция 5. Применение и виды ЛИМ. Особенности физических процессов. Особенности конструкции. Математическая модель ЛИМ и её ядро. Основные приемы получения стационарных и нестационарных решений. Способы задания возбуждения. (2 часа)

Практическое занятие 5. Расчет собственных частот ЛИМ при различных скоростях движения. (2 часа)

Самостоятельная работа. Выполнение расчетно-графического задания (13 часов)

Расчетно-графическое задание (пример).

Для ЛИМ с данными в относительных единицах

- длина 1 о.е.
- коэффициент диффузии электромагнитного поля во вторичную часть $\alpha=0.8$ о.е.
- коэффициент затухания магнитного поля в сердечнике индуктора $\beta=2$ о.е.
- магнитная проницаемость зазора $\mu=1$ о.е.
- скорость вторичного элемента: критическая;
- функция возбуждающего тока $j(x,t)=J_m(x)*\cos(x-t)$ о.е.

$$J_m(x) = \begin{cases} 1, & \frac{1}{8} < x < \frac{3}{8} \\ -1, & \frac{5}{8} < x < \frac{7}{8} \\ 0, & \text{в других точках} \end{cases} \text{ о.е.}$$

выполнить следующие расчеты и построения.

1. Найти критическую скорость бегуна $V_{кр}$ и первые $N=10$ значений собственных частот главного магнитного поля.

2. Построить по ним графики распределения векторного магнитного потенциала главного магнитного поля по длине линейной машины для 5 - 6 различных моментов времени, включая начальное и конечное распределения. Начальное распределение потенциала главного поля принять равным $A(x,0)=\varphi(x)=0$.

3. Дать физико-техническую оценку решения с позиций реализуемости, управляемости, технических перспектив, новизны, возможностей совершенствования.

Текущий контроль. Проверка РГЗ и собеседование по результатам его выполнения.

Тема 6. Примеры волновых процессов в электромеханике. Общее описание. Математическая модель.

Лекция 6. Волновые процессы в электромеханике. Электромагнитные волны в электрических машинах. Волны перенапряжений в трансформаторах Модель волновых процессов.

Виды граничных и начальных условий. Их физико-техническая трактовка. Интуитивное решение задачи. (2 часа)

Практическое занятие 6. Практическое получение интуитивных решений волновых задач. (2 часа)

Самостоятельная работа. Самостоятельное получение интуитивных решений волновых задач. Физико-техническая оценка решений (13 часов).

Текущий контроль. Контрольные опросы по результатам практического занятия и самостоятельной работы.

Тема 7. Общие принципы моделирования. Формула Даламбера.

Лекция 7. Общее решение волнового уравнения. Волны произвольной формы: скорость движения, положение фронта волны. Случаи задания начального отклонения и начальной скорости. Формула Даламбера. Примеры.

Практическое занятие 7. Практическое получение решений волновых задач по формуле Даламбера. (2 часа)

Лабораторная работа 6. Моделирование волновых процессов на базе формулы Даламбера. (4 часа).

Самостоятельная работа. Подготовка к лабораторной работе. Самостоятельное получение и визуализация решений волновых задач на основе формулы Даламбера. Физико-техническая оценка решений (13 часов).

Текущий контроль. Контрольные опросы по результатам практического занятия и самостоятельной работы. Коллоквиум перед выполнением лабораторной работы.

Тема 8. Метод характеристик

Лекция 8. Понятие характеристики. Преобразование координат в волновой задаче. Основные положения метода характеристик в бесконечной однородной среде. Пример применения метода. (2 часа).

Практическое занятие 8. Практическое решение волновых задач методом характеристик. (2 часа)

Лабораторная работа 7. Моделирование волновых процессов на базе метода характеристик. (4 часа)

Самостоятельная работа. Подготовка к лабораторной работе. Самостоятельное получение и визуализация решений волновых задач на основе метода характеристик. Физико-техническая оценка решений (13 часов).

Текущий контроль. Контрольные опросы по результатам практического занятия и самостоятельной работы. Коллоквиум перед выполнением лабораторной работы.

Тема 9. Волновые процессы в ограниченных объектах

Лекция 9. Ограниченные (неоднородные) объекты электромеханики. Особенности применения метода характеристик к неоднородным объектам. Характерные области фазового пространства. Пример применения метода. (2 часа)

Практическое занятие 9. Практическое решение неоднородных волновых задач методом характеристик. (2 часа)

Самостоятельная работа. Самостоятельное получение и визуализация решений волновых задач на основе метода характеристик. Физико-техническая оценка решений (13 часов)..

Текущий контроль. Контрольные опросы по результатам практического занятия и самостоятельной работы.

Лекционные занятия (в количестве 9 часов) проводятся в интерактивной форме (используются технологии типа «лекция-провокация», т.е. в процессе лекции делается пред-

намеренная ошибка с последующим опросом студентов на следующей лекции и организацией диалога «преподаватель-студент», «студент-студент» с целью выявления ошибки и установления истины.

На практических занятиях (в количестве 18 часов) используется бригадный метод выполнения задания с разграничением функциональных обязанностей студента при выполнении задания по моделированию – анализ исходных данных, проработка схемы построения модели, выбор технологии моделирования, расчет параметров регуляторов и контуров регулирования, возможная оптимизация. Затем усилия объединяются, и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и практической реализации модели).

Лабораторные работы (в количестве 18 часов) проводятся в интерактивной форме: работа в малых группах (используется бригадный метод выполнения лабораторных работ).

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

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

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

демонстрационные слайды лекций по дисциплине;

методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам, выполнении расчетно-графической работы.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ОК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-8.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).

2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).

3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, при выполнении РГР и подготовки к экзамену.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;

- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;

- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ОК-2 «способности действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения» преподавателем оцениваются результаты деятельности студента по всем видам занятий (лабораторные работы, аудиторные практические занятия, расчетно-графическое задание, практические задания, выполненные в ходе СРС) по модификации математических моделей под конкретику задачи и выработанные студентом оценки корректности и физико-технического смысла полученных решений.

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- основных принципов решения задач математической физики;

наличие **умения**:

- подготовки и аргументации принятых решений;

присутствие **навыка**:

- формирования типовой структуры задачи

Учитываются также предложения студента по модификации модели, метода исследования, способа визуализации решения, изменения набора инструментальных средств.

В ходе выполнения и защит (обсуждений результатов) заданий студенту задается 2 вопроса из перечня:

1. Какими альтернативными методами можно решать данную задачу?
2. Целесообразна ли детализация модели?
3. Какие инструментальные средства имеются для решения подобных задач?
4. Возможны ли тривиальные или нереализуемые решения?
5. Какова типовая структура задачи?
6. Поясните назначение каждого элемента структуры задачи?
7. Как связаны структура задачи и метод её решения?
8. Имеются ли предложения по совершенствованию визуальных отображений решения задачи?
9. Как проверить погрешность решения?
10. Как проверить адекватность модели?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-3 «способности использовать иностранный язык в профессиональной сфере» преподавателем оцениваются результаты деятельности студента по всем видам занятий (лабораторные работы, аудиторные практические занятия, расчетно-графическое задание, практические задания, выполненные в ходе СРС) по общепрофессиональной терминологии, лексике, знание русскоязычных аналогов иноязычных терминов, умения пользоваться словарями и средствами INTERNET для подготовки переводов и поиска значений терминов.

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- общепрофессиональной терминологии;

наличие **умения**:

- толкования технических терминов;

присутствие **навыка**:

- использования средств перевода и толкования терминов.

В ходе выполнения и защит (обсуждений результатов) заданий студенту задается 2 вопроса из перечня:

1. Поясните смысл термина «изоморфный».
2. Поясните смысл термина «адекватный».
3. Найдите толкование термина «континуальное множество».
4. Какие действия с математической моделью производятся инструментальным средством (процедурой) dsolve?
5. Найдите толкование термина «ортогональные функции».
6. Найдите толкование термина «эммерджентный».
7. Найдите толкование термина «оптимальный».
8. Найдите толкование термина «дедуктивный».
9. Найдите толкование термина «рекуррентный».
10. Найдите толкование термина «телеологичный».
11. Найдите толкование термина «дуальный».

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-1 «способности планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований» преподавателем оцениваются результаты деятельности студента по всем видам занятий (лабораторные работы, аудиторные практические занятия, расчетно-графическое задание, практические задания, выполненные в ходе СРС) по модификации математических моделей под конкретику задачи и выработанные студентом оценки корректности и физико-технического смысла полученных решений.

Принимается во внимание **знание** обучающимся:

- методов решения задач математической физики;

наличие **умения**:

- представления результатов научных исследований;

присутствие **навыка**:

- планирования решения задачи.

Учитываются также предложения студента по модификации модели, метода исследования, способа визуализации решения, изменения набора инструментальных средств.

В ходе выполнения и защит (обсуждений результатов) заданий студенту задается 2 вопроса из перечня:

1. Какими альтернативными методами можно решать данную задачу?
2. Целесообразна ли детализация модели?
3. Какие инструментальные средства имеются для решения подобных задач?
4. Возможны ли тривиальные или нереализуемые решения?
5. Каков алгоритм решения задачи?
6. Возможны сведение задачи к однородной или приведение к однородным граничным условия?
7. Как интерпретируется решение задачи? Единственная ли это интерпретация?
8. Что представляет собой решение однородного уравнения? Опишите соответствующий физический процесс.

9. Каковы условия стационарного состояния?
10. Какими средствами производилась визуализация решения?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-3 «способности самостоятельно выполнять исследования» преподавателем оцениваются результаты деятельности студента по выполнению практических заданий в рамках СРС.

Принимается во внимание **знание** обучающимся:

- общих принципов научного исследования;

наличие **умения**:

- приложить принципы научного исследования к конкретной задаче;

присутствие **навыка**:

- придавать результатам исследования наглядную форму.

В ходе обсуждений результатов практических заданий СРС студенту задается 2 вопроса из перечня:

1. Как вы контролировали решение?
2. Как можно экспериментально проверить ваши результаты?
3. Чем вы руководствовались, выбирая метод решения?
4. Чем вы руководствовались, выбирая инструментальные средства?
5. Изложите в краткой форме основные результаты исследования?
6. Что позволяет говорить о научности полученных результатов?
7. Имеет ли решенная задача практическую значимость?
8. Какие факторы определили уровень погрешности решения? Можно ли её снизить? Целесообразно ли это снижение?
9. Какими источниками информации вы пользовались при исследовании модели?
10. Какие формы представления результатов оценивались вами при подготовке отчета по работе?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-4 «способностью проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов техники, подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений, регистрации программ для электронных вычислительных машин и баз данных» преподавателем оцениваются результаты деятельности студента по выполнению практических заданий в рамках СРС. По каждому самостоятельному заданию студент выполняет физико-техническую оценку решений

Принимается во внимание **знание** обучающегося:

- общих принципов и объектов патентования;

наличие **умения**:

- выбрать аналог, выявить новизну полученного технического решения, точно формулировать цели исследования и выводы по нему, назвать технические преимущества полученного решения;

присутствие **навыков**:

- оформления принципиальных и структурных схем, комментариев к программам ЭВМ.

В ходе обсуждений результатов практических заданий СРС студенту задается 2 вопроса из перечня:

1. Какие патентные базы патентной информации вам известны?
2. Какова процедура оценивания идеи патента на изобретение или полезную модель?

3. Какова процедура оформления и подачи заявки на патент?
4. Кто является автором патента?
5. Кто является владельцем патента?
6. Каков ближайший по конструкции (структуре) технический или физический объект?
7. В чем отличие данного устройства от аналога?
8. В чем отличие физических процессов в данном устройстве и аналоге?
9. Какими показателями эффективности можно оценить оба устройства?
10. Насколько конструктивные отличия сказались на эффективности устройства?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-5 «готовности проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений» преподавателем оцениваются результаты выполнения РГЗ.

Принимается во внимание **знание** обучающегося:

- особенностей конструкции, принципа действия и математической модели ЛИМ;
наличие **умения**:

- оценить технические перспективы нового технологического решения;

присутствие **навыков**:

- сравнения различных вариантов исполнения объекта.

В ходе обсуждений результатов РГЗ студенту задается 2 вопроса из перечня:

1. В чем конструктивные отличия ЛИМ и классической электрической машины (ЭМ)?
2. В чем отличие моделей ЛИМ и ЭМ?
3. В чем отличие физических процессов в ЛИМ и ЭМ?
4. Какими показателями эффективности можно оценить оба устройства?
5. Насколько конструктивные отличия сказались на эффективности ЛИМ?
6. Как выглядят собственные функции ЛИМ и ЭМ? В чем их схожесть? В чем отличия?
7. Сравните принципы действия ЛИМ и ЭМ?
8. Можно ли считать ЛИМ параметрически однородной машиной?
9. Можно ли считать ЛИМ параметрически симметричной машиной?
10. Где можно применить ЛИМ?
11. Как получена математическая модель ЛИМ?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-8 «способности применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности» преподавателем оцениваются результаты деятельности студента по выполнению практических заданий в рамках СРС. По каждому самостоятельному заданию студент производит интуитивный (прогнозный) анализ решения задачи, являющийся контрольным для последующего аналитического решения.

Принимается во внимание **знание** обучающихся:

- физических трактовок уравнений в частных производных;

наличие **умения**:

-приблизительно решать простые обыкновенные дифференциальные уравнения;

присутствие **навыков**:

- выделения в решении основных и сопутствующих физических процессов.

В ходе обсуждений результатов практических заданий СРС студенту задается 2 вопроса из перечня:

1. Каковы источники физического движения?

2. Откуда поступает и куда уходит энергия объекта?
3. Каковы начальное, конечное и промежуточные состояния объекта?
4. Одинаковы ли скорости физических процессов в различных точках объекта?
5. Меняется ли форма решения с течением времени?
6. Какую математическую форму может иметь решение?
7. Как изменяется знак Лапласиана по длине объекта?
8. Возможны ли поперечные движения энергии?
9. Возможно ли и желательно ли решение в виде ряда?
10. Как влияет на решение конвективный перенос?
11. Как влияют на решение неизолированные боковые границы объекта?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «Математическое моделирование физических процессов в электромеханике» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задания.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 2 семестр.

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

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Электрические, магнитные, тепловые, механические, виброакустические процессы в различных видах электромеханических преобразователей.
2. Уравнения в частных производных как модели физических процессов, классификация, физический смысл.
3. Лапласиан, его свойства.
4. Виды уравнения диффузии. Граничные и начальные условия.
5. Понятие о дифференциальном операторе и собственных функциях.
6. Собственные функции и методы моделирования.
7. Разделение переменных: физико-математическое обоснования.
8. Алгоритм метода. Пример применения.
9. Метод разложения по собственным функциям. Алгоритм метода. Пример применения.
10. Преобразование Фурье, его свойства, применение для моделирования физических процессов. Инструментальные средства/
11. Функции Грина.
12. Преобразование Лапласа, его свойства, применение для моделирования физических процессов. Инструментальные средства.
13. Конвективные задачи электромеханики.
14. Конвективный перенос и параметрическая неоднородность неявнополусных электрических машин.
15. Параметрические эффекты; технический и энергетический аспекты.
16. Модель конвективной диффузии и её приведение к неконвективной форме. Методы решения.
17. Применение и виды ЛИМ.
18. Особенности физических процессов. Особенности конструкции.
19. Математическая модель ЛИМ и её ядро.
20. Основные приемы получения стационарных и нестационарных решений. Способы задания возбуждения.
21. Волновые процессы в электромеханике.
22. Электромагнитные волны в электрических машинах.
23. Волны перенапряжений в трансформаторах
24. Модель волновых процессов. Виды граничных и начальных условий.
25. Их физико-техническая трактовка. Интуитивное решение задачи.
26. Общее решение волнового уравнения.
27. Волны произвольной формы: скорость движения, положение фронта волны.
28. Случаи задания начального отклонения и начальной скорости.
29. Формула Даламбера. Примеры.

30. Понятие характеристики.
31. Преобразование координат в волновой задаче.
32. Основные положения метода характеристик в бесконечной однородной среде. Пример применения метода.
33. Ограниченные (неоднородные) объекты электромеханики.
34. Особенности применения метода характеристик к неоднородным объектам.
35. Характерные области фазового пространства. Пример применения метода.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной

(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

1. Какими альтернативными методами можно решать данную задачу?
2. Целесообразна ли детализация модели?
3. Какие инструментальные средства имеются для решения подобных задач?
4. Возможны ли тривиальные или нереализуемые решения?
5. Какова типовая структура задачи?
6. Поясните назначение каждого элемента структуры задачи?
7. Как связаны структура задачи и метод её решения?
8. Имеются ли предложения по совершенствованию визуальных отображений решения задачи?
9. Как проверить погрешность решения?
10. Как проверить адекватность модели?
11. Поясните смысл термина «изоморфный».
12. Поясните смысл термина «адекватный».
13. Найдите толкование термина «континуальное множество».
14. Какие действия с математической моделью производятся инструментальным средством (процедурой) `dsolve`?
15. Найдите толкование термина «ортогональные функции».
16. Найдите толкование термина «эмерджентный».
17. Найдите толкование термина «оптимальный».
18. Найдите толкование термина «дедуктивный».
19. Найдите толкование термина «рекуррентный».
20. Найдите толкование термина «телеологичный».
21. Найдите толкование термина «дуальный».
22. Какими альтернативными методами можно решать данную задачу?
23. Целесообразна ли детализация модели?
24. Какие инструментальные средства имеются для решения подобных задач?
25. Возможны ли тривиальные или нереализуемые решения?
26. Каков алгоритм решения задачи?
27. Возможны сведение задачи к однородной или приведение к однородным граничным условия?
28. Как интерпретируется решение задачи? Единственная ли это интерпретация?
29. Что представляет собой решение однородного уравнения? Опишите соответствующий физический процесс.
30. Каковы условия стационарного состояния?
31. Какими средствами производилась визуализация решения?
32. Какие патентные базы патентной информации вам известны?
33. Какова процедура оценивания идеи патента на изобретение или полезную модель?
34. Какова процедура оформления и подачи заявки на патент?
35. Кто является автором патента?

36. Кто является владельцем патента?
37. Каков ближайший по конструкции (структуре) технический или физический объект?
38. В чем отличие данного устройства от аналога?
39. В чем отличие физических процессов в данном устройстве и аналоге?
40. Какими показателями эффективности можно оценить оба устройства?
41. Насколько конструктивные отличия сказались на эффективности устройства?
42. В чем конструктивные отличия ЛИМ и классической электрической машины (ЭМ)?
43. В чем отличие моделей ЛИМ и ЭМ?
44. В чем отличие физических процессов в ЛИМ и ЭМ?
45. Какими показателями эффективности можно оценить оба устройства?
46. Насколько конструктивные отличия сказались на эффективности ЛИМ?
47. Как выглядят собственные функции ЛИМ и ЭМ? В чем их схожесть? В чем отличия?
48. Сравните принципы действия ЛИМ и ЭМ?
49. Можно ли считать ЛИМ параметрически однородной машиной?
50. Можно ли считать ЛИМ параметрически симметричной машиной?
51. Где можно применить ЛИМ?
52. Как получена математическая модель ЛИМ?
53. Каковы источники физического движения?
54. Откуда поступает и куда уходит энергия объекта?
55. Каковы начальное, конечное и промежуточные состояния объекта?
56. Одинаковы ли скорости физических процессов в различных точках объекта?
57. Меняется ли форма решения с течением времени?
58. Какую математическую форму может иметь решение?
59. Как изменяется знак Лапласиана по длине объекта?
60. Возможны ли поперечные движения энергии?
61. Возможно ли и желательно ли решение в виде ряда?
62. Как влияет на решение конвективный перенос?
63. Как влияют на решение изолированные боковые границы объекта?

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

1. Способы модификации математической модели для неидеальных сердечников.
2. Способы модификации математической модели для конвективных задач.
3. Способы модификации математической модели неоднородных задач.
4. Приемы построения интуитивного решения диффузионной задачи.
5. Природа физического движения, начальное, конечное и промежуточные состояния.
6. Физически возможные и физически невозможные движения.
7. Приемы решения диффузионных задач методами разделения переменных
8. Приемы решение диффузионных задач методами интегрального преобразования Фурье
9. Приемы решение диффузионных задач методами интегрального преобразования Лапласа.
10. Приемы решение задач конвективной диффузии. Визуализация решений.
11. Расчет собственных частот ЛИМ при различных скоростях движения.
12. Приемы получения интуитивных решений волновых задач.
13. Приемы получения решений волновых задач по формуле Даламбера.
14. Приемы решения однородных волновых задач методом характеристик.
15. Приемы решения неоднородных волновых задач методом характеристик.
16. Приемы сведения неоднородных граничных условий к однородным.

Первый вопрос в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционному материалу (вопр.1-9). Второй вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях и в процессе выполнения расчетно-графической работы (вопр.10-18).

1. Электрические, магнитные, тепловые, механические, виброакустические процессы в различных видах электромеханических преобразователей. Уравнения в частных производных как модели физических процессов, классификация, физический смысл. Лапласиан, его свойства. Виды уравнения диффузии. Граничные и начальные условия.
2. Понятие о дифференциальном операторе и собственных функциях. Собственные функции и методы моделирования. Разделение переменных: физико-математическое обоснования. Алгоритм метода. Пример применения. Метод разложения по собственным функциям. Алгоритм метода. Пример применения.
3. Преобразование Фурье, его свойства, применение для моделирования физических процессов. Функции Грина. Инструментальные средства. Преобразование Лапласа, его свойства, применение для моделирования физических процессов. Инструментальные средства.
4. Конвективные задачи электромеханики. Конвективный перенос и параметрическая неоднородность неявнополюсных электрических машин. Параметрические эффекты; технический и энергетический аспекты. Модель конвективной диффузии и её приведение к неконвективной форме. Методы решения.
5. Применение и виды ЛИМ. Особенности физических процессов. Особенности конструкции. Математическая модель ЛИМ и её ядро. Основные приемы получения стационарных и нестационарных решений. Способы задания возбуждения.
6. Волновые процессы в электромеханике. Электромагнитные волны в электрических машинах. Волны перенапряжений в трансформаторах Модель волновых процессов. Виды граничных и начальных условий. Их физико-техническая трактовка. Интуитивное решение задачи.
7. Общее решение волнового уравнения. Волны произвольной формы: скорость движения, положение фронта волны. Случаи задания начального отклонения и начальной скорости. Формула Даламбера. Примеры.
8. Понятие характеристики. Преобразование координат в волновой задаче. Основные положения метода характеристик в бесконечной однородной среде. Пример применения метода.
9. Ограниченные (неоднородные) объекты электромеханики. Особенности применения метода характеристик к неоднородным объектам. Характерные области фазового пространства. Пример применения метода.
10. Дать интуитивное решение задачи

$$\begin{aligned}\alpha^2 u_{xx} - u_t &= 0, \\ u(0, t) = T_1, u(l, t) &= T_2, \\ u(x, 0) &= \varphi(x) = x.\end{aligned}$$

11. Дать интуитивное решение задачи

$$\begin{aligned}\alpha^2 u_{xx} - \nu u_x - u_t &= 0 \\ u(0, t) = T_1, u(l, t) &= T_2 \\ u(x, 0) &= \varphi(x) = \sin(x)\end{aligned}$$

12. Дать интуитивное решение

$$\begin{aligned}\alpha^2 u_{xx} - \beta^2 u - u_t &= 0 \\ u(0, t) = T_1, u(l, t) &= T_2 \\ u(x, 0) &= \varphi(x) = \sin(x)\end{aligned}$$

13. Определить метод и построить качественное решение задачи

$$\alpha^2 u_{xx} - u_t = F_{\max} \sin\left(3\pi \frac{x}{l}\right)$$

$$u(0, t) = 0, u(l, t) = 0$$

$$u(x, 0) = \varphi(x) = U_{\max} \sin\left(\pi \frac{x}{l}\right)$$

14. Определить метод и построить качественное решение задачи

$$u_t = \alpha^2 u_{xx}$$

$$u(x, 0) = \varphi(x)$$

$$-\infty < x < \infty, \quad 0 < t < \infty$$

15. Определить метод и построить качественное решение задачи

$$u_t = \alpha^2 u_{xx} + \sin(3\pi x),$$

$$u(0, t) = 0, u(l, t) = 0,$$

$$u(x, 0) = \varphi(x) = \sin(\pi x),$$

$$0 \leq x \leq l, \quad 0 \leq t < \infty$$

16. Определить метод и построить качественное решение задачи

$$u_t = \alpha^2 u_{xx},$$

$$u(0, t) = 0, u(l, t) = 0,$$

$$u(x, 0) = \varphi(x) = \sin(n\pi x), \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

17. Определить метод и построить качественное решение задачи

$$u_{tt} = u_{xx},$$

$$u(x, 0) = e^{-x^2}$$

$$u_t(x, 0) = 0$$

$$-\infty \leq x \leq \infty, \quad 0 \leq t < \infty$$

18. Определить метод и построить качественное решение задачи

$$u_{tt} = u_{xx},$$

$$u(x, 0) = 0$$

$$u_t(x, 0) = x e^{-x^2}$$

$$-\infty \leq x \leq \infty, \quad 0 \leq t < \infty$$

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

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по изучению курса «Математическое моделирование физических процессов в электромеханике», в которые входят методические рекомендации к выполнению и защите лабораторных работ, по выполнению РГР и заданий на самостоятельную работу (см. Приложение к РПД).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Денисов В.Н., Курилин С.П. Матричное моделирование электромагнитных и энергетических процессов в электрических машинах: Учеб. пособие. – Смоленск: РИО филиала ГОУВПО "МЭИ (ТУ)" в г. Смоленске, 2011. – 140 с. (гриф УМО).

б) дополнительная литература:

1. Курилин С.П., Денисов В.Н. Методы и приложения математического моделирования в электротехнике. Монография. - Смоленск: Смоленский филиал "Российского университета кооперации", 2014, - 242 с. ISBN 978-5-91805-037-8.
2. Ибрагимов, Н.Х. Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Классические и новые методы. Нелинейные математические модели. Симметрия и принципы инвариантности [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2012. — 330 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5268

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Дьяконов В.П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании. – М: СОЛОН – Пресс, 2006. – 720 с. (<http://libroteka.com>).

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один час в неделю, практические занятия каждую неделю, расчетно-графическое задание и семь лабораторных работ с трудоемкостью по 2 и 4 часа (всего 18 часов лабораторных работ, включая выполнение и защиту работы). Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией, в частности - иноязычной;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;
правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);
общие правила к оформлению работы;
контрольные вопросы и задания;
список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым задачам из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование *систем* мультимедиа.

При проведении **лабораторных работ** предусматривается использование систем мультимедиа и моделирования.

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

Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы по дисциплине проводятся в компьютерном классе.

В основное оборудование класса входят персональные компьютеры с установленными типовыми средами математического моделирования Maple.

Автор
д-р. техн. наук, профессор

С.П. Курилин

Зав. кафедрой ЭМС
канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры ЭМС №1 от 28.08.2015 года, протокол № 01 .

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- мене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- ме- нен- ных	заме- ме- нен- ных	но- вых	анну- нули- ро- ванн- ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10