



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Моделирование элементов и систем электроснабжения объектов стройиндустрии

направление подготовки/специальность 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Электрохозяйство зданий и сооружений

Форма обучения очная

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью дисциплины «Моделирование элементов и систем электроснабжения объектов стройиндустрии» является освоение методологии и технологии моделирования (в первую очередь компьютерного) при исследовании, проектировании и эксплуатации электротехнических и энергетических систем и устройств.

Задачами освоения дисциплины являются обеспечение студентов необходимым объемом теоретических и практических навыков; формирование у студентов знаний электротехнических законов, методов анализа и реализации электрических, магнитных, электронных и электромеханических цепей, умений аналитическими и экспериментальными способами определять параметры и характеристики типовых электротехнических, электромеханических и электронных элементов и устройств; обучение студентов компьютерному расчету и моделированию с использованием актуального программного обеспечения.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой информационной модели систем электроснабжения объекта капитального строительства	ПК(Ц)-1.3 Проводит оценку созданной информационной модели на соблюдение утвержденных проектных решений	знает правила проверки адекватности модели с учетом проектного задания умеет выбирать оптимальный вариант модели с учетом затрат на построение и требуемой точности владеет навыками способами оценки адекватности модели проектируемому объекту
ПКР-1 Способен участвовать в научно-исследовательской работе в области электроснабжения и электрооборудования зданий и сооружений	ПКР-1.3 Способен анализировать потоки информации, выявлять необходимые результаты для решения задач исследования	знает методы математического и компьютерного анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах с использованием Microsoft Excel и программ компьютерного моделирования LTSpice, Mathcad, MATLAB умеет анализировать электротехнические устройства и использовать адекватные модели для них; строить компьютерные модели по известным математическим моделям; находить и использовать готовые SPICE модели полупроводниковых и других компонентов с интернет-сайтов производителей владеет навыками моделирования электротехнических систем с использованием компьютера и специализированных программ LTSpice, Mathcad, MATLAB, Microsoft Excel

<p>ПКР-2 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения и электрооборудования зданий и сооружений</p>	<p>ПКР-2.3 Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности</p>	<p>знает параметры и особенности работы электротехнических устройств и их моделей; возможности и особенности работы в программных пакетах LTSpice, Mathcad, MATLAB, Microsoft Excel</p> <p>умеет применять, комбинировать и модифицировать модели электротехнических устройств; создавать макеты схем и находить подходящие компоненты для них методом параметрической оптимизации в LTSpice; создавать собственные модели (подсистемы) устройств в LTSpice и MATLAB, используя библиотеку стандартных и пользовательских компонентов; оценивать работу электротехнических устройств различными методами расчета в Mathcad</p> <p>владеет навыками сравнения поведения реального электротехнического устройства и его модели; построения компьютерных моделей в LTSpice, Mathcad, MATLAB, Microsoft Excel</p>
<p>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>УК-1.2 Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации)</p>	<p>знает алгоритмы создания и оценки адекватности моделей; виды моделей и методы их построения, используемые в программах компьютерного моделирования LTSpice, Mathcad, MATLAB</p> <p>умеет выбирать подходящие методы расчетов и моделирования для конкретных задач с целью обеспечить оптимальную точность модели и оптимальное использование машинного времени</p> <p>владеет навыками методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях, в частности, в программах Microsoft Excel, LTSpice, Mathcad, MATLAB</p>

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.2.07 основной профессиональной образовательной программы 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

10.1	Иная контактная работа	2								1,25	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3, ПК(Ц)- 1.3
11.	11 раздел. Контроль										
11.1.	Контроль	2								36	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3, ПК(Ц)- 1.3

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций									
1	Понятие моделирования	Понятие моделирования Понятие моделирования. Модель. Процесс моделирования. Этапы моделирования. Алгоритмы.									
2	Методы моделирования	Методы моделирования Оригинал, модель, подобие. Виды моделирования. Физическое моделирование. Математическое моделирование. Аналоговое моделирование. Модель "черного ящика". Математическая модель. Компьютерная модель. Классификация математических моделей. Аналитические модели. Уровни моделирования. Требования к математическим моделям. Построение математических моделей. Схемотехнический подход.									
3	Моделирование полупроводниковых приборов	Моделирование полупроводниковых приборов Формальные модели. Физические модели. Уравнение Пуассона. Условие Неймана. Уравнение непрерывности. Равновесные концентрации. Рекомбинация Шокли-Холла-Рида (ШХР). Оже-рекомбинация. Поверхностная рекомбинация.									
4	Динамические модели	Динамические модели Динамические регрессионные модели в виде передаточных функций (ПФ). Зависимость входного и выходного сигналов от времени в непрерывных моделях. Зависимость входного и выходного сигналов от времени в дискретных моделях. Модель в виде фильтра Калмана. Модель в виде представления Фурье.									
5	Итерационные методы (методы прогноза и коррекции)	Итерационные методы (методы прогноза и коррекции) Метод Эйлера с итерациями. Метод Милна. Уточненный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты.									
6	Статистическое моделирование	Статистическое моделирование Генераторы случайных чисел. Метод Монте-Карло. Моделирование случайного события. Моделирование случайной величины. Метод ступенчатой аппроксимации. Метод усечения. Метод взятия обратной функции. Моделирование нормально распределенных случайных величин. Моделирование системы случайных величин.									
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование электротехнических схем в LTspice Особенности работы алгоритма моделирования SPICE. Общая структура и соглашения файла списка соединений (netlist). Основные компоненты библиотеки LTspice, их синтаксис и модели. Суффиксы и масштабные коэффициенты. Интерфейс программы. Пример схемы.									
8	Моделирование электротехнических	Моделирование электротехнических схем в MathCAD Знакомство с MathCAD. Интерфейс и особенности работы. Задание									

	схем в MathCAD	констант и переменных. Основные операции. Построение графиков. Действия над матрицами. Решение уравнений.
9	Моделирование электротехнических схем в MATLAB	Моделирование электротехнических схем в MATLAB Рабочая среда MATLAB и MATLAB Simulink. Построение графиков в MATLAB. Пример построения электротехнической схемы.

5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование последовательного колебательного контура Собрать в LTSpice схему последовательного колебательного контура и задать параметры в соответствии с вариантом. Снять и построить резонансную кривую. Измерить и рассчитать основные параметры цепи.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование параллельного колебательного контура Собрать в LTSpice схему параллельного колебательного контура и задать параметры в соответствии с вариантом. Снять и построить резонансную кривую и зависимости тока катушки индуктивности и конденсатора от емкости конденсатора. Измерить и рассчитать основные параметры цепи.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование трехфазной цепи, соединенной по схеме звезда Собрать в LTSpice схему трехфазной цепи, соединенной по схеме звезда, и задать параметры в соответствии с вариантом. Измерить и рассчитать основные параметры цепи при различных нагрузках.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование трехфазной цепи, соединенной по схеме треугольник Собрать в LTSpice схему трехфазной цепи, соединенной по схеме треугольник, и задать параметры в соответствии с вариантом. Измерить и рассчитать основные параметры цепи при различных нагрузках.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование нагрузочного режима однофазного трансформатора Собрать в LTSpice схему нагрузочного режима однофазного трансформатора и задать параметры в соответствии с вариантом. Снять и построить внешнюю характеристику трансформатора.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Снятие выходных статических характеристик биполярного pnp транзистора Собрать в LTSpice схему биполярного pnp транзистора с общим эмиттером и задать параметры в соответствии с вариантом. Снять и построить семейство выходных статических характеристик.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование выпрямителей Собрать в LTSpice схемы нескольких популярных выпрямителей в соответствии с вариантом. Снять и построить напряжение на входе и на выходе выпрямителей с использованием фильтров и без них. Сравнить полученные результаты, сделать выводы.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование пуска трехфазного асинхронного двигателя Изобразить маску трехфазного асинхронного двигателя. Создать схему замещения трехфазного асинхронного двигателя. Поместить полученную модель асинхронного двигателя на схему пуска и промоделировать процессы пуска двигателя в различных режимах.
8	Моделирование электротехнических схем в MathCAD	Расчет параметров цепи различными методами Задать параметры цепи в соответствии с вариантом. Рассчитать токи цепи по законам Кирхгофа. Рассчитать параметры цепи методом контурных токов (МКТ). Рассчитать параметры цепи методом

		узловых напряжений (МУН). Проверить полученные результаты методом баланса мощностей.
8	Моделирование электротехнических схем в MathCAD	Расчет цепи синусоидального тока символическим методом Задать параметры цепи в соответствии с вариантом. Рассчитать комплексные сопротивления в ветвях и эквивалентное сопротивление на входе. Найти комплексные амплитуды токов и их действующие значения. Построить векторные диаграммы и графики временных зависимостей.
8	Моделирование электротехнических схем в MathCAD	Снятие амплитудно-частотных (АЧХ) и фазо-частотных характеристик (ФЧХ) цепи Задать параметры цепи в соответствии с вариантом. Рассчитать и построить АЧХ и ФЧХ RLC-цепи. Сделать выводы.
9	Моделирование электротехнических схем в MATLAB	Расчет трехфазной цепи методом контурных токов трехфазной цепи в MATLAB Моделирование трехфазной цепи по схеме звезда с нейтральным проводом. Расчет фазных и нейтрального токов методом контурных токов. Проверка методом баланса мощностей.

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Понятие моделирования	Понятие моделирования Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
2	Методы моделирования	Методы моделирования Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
3	Моделирование полупроводниковых приборов	Моделирование полупроводниковых приборов Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
4	Динамические модели	Динамические модели Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
5	Итерационные методы (методы прогноза и коррекции)	Итерационные методы (методы прогноза и коррекции) Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
6	Статистическое моделирование	Статистическое моделирование Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование электротехнических схем в LTspice Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование последовательного колебательного контура Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.

7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование параллельного колебательного контура Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование трехфазной цепи, соединенной по схеме звезда Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование трехфазной цепи, соединенной по схеме треугольник Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование нагрузочного режима однофазного трансформатора Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Снятие выходных статических характеристик биполярного pnp транзистора Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование выпрямителей Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
7	Моделирование электротехнических схем в LTspice	Моделирование пуска трехфазного асинхронного двигателя Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
8	Моделирование электротехнических схем в MathCAD	Моделирование электротехнических схем в MathCAD Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
8	Моделирование электротехнических схем в MathCAD	Расчет параметров цепи различными методами Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
8	Моделирование электротехнических схем в MathCAD	Расчет цепи синусоидального тока символическим методом Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
8	Моделирование электротехнических схем в MathCAD	Снятие амплитудно-частотных (АЧХ) и фазо-частотных характеристик (ФЧХ) цепи Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
8	Моделирование электротехнических схем в MathCAD	Моделирование элементов и систем электроснабжения Подготовка к курсовой работе. Выполнение и доработка (при наличии замечаний) разделов курсовой работы.
9	Моделирование электротехнических схем в MATLAB	Моделирование электротехнических схем в MATLAB Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение курсовой работы;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету и экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется в рамках выполнения практических заданий, решения тестов, других форм, предусмотренных РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД для студентов очной формы обучения.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на тестовые вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовить курсовую работу, предусмотренную РПД;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является зачет экзамен. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения занятия – тестирование. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Понятие моделирования	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3	Тестирование в Moodle.
2	Методы моделирования	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3	Тестирование в Moodle.
3	Моделирование полупроводниковых приборов	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3	Тестирование в Moodle.
4	Динамические модели	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3	Тестирование в Moodle.
5	Итерационные методы (методы прогноза и коррекции)	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3	Тестирование в Moodle.
6	Статистическое моделирование	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3	Тестирование в Moodle.
7	Моделирование электротехнических	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3	Тестирование в

	схем в LTspice		Moodle. Практические работы.
8	Моделирование электротехнических схем в MathCAD	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3	Тестирование в Moodle. Практические работы. Курсовая работа.
9	Моделирование электротехнических схем в MATLAB	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3	Тестирование в Moodle.
10	Иная контактная работа	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3, ПК(Ц)-1.3	
11	Контроль	УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3, ПК(Ц)-1.3	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3, ПК(Ц)-1.3.

Тестовые задания по дисциплине размещены в Moodle по адресу: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1010>

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

Оценка «отлично» (зачтено)	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3, ПК(Ц)-1.3.

Вопросы с рисунками и указанием числа вопросов по каждой теме в экзаменационном тесте размещены в Moodle: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1010>

1. Из чего состоит процесс моделирования?
2. Сопоставьте названия кривых и их числовые обозначения на рисунке.
3. Какой вид модели более ориентирован на внешнее подобие исследуемому объекту?
4. Какой вид модели более ориентирован на соответствие внутреннему строению исследуемого объекта?
5. Какой вид модели более ориентирован на поведение исследуемого объекта?
6. Выберите верные утверждения для активных и пассивных моделей.
7. Какой из этапов моделирования, изображенных на рисунке, важнее?
8. В чем основное отличие аналитических моделей от имитационных?
9. Аналитическая модель (выберите верные утверждения)
10. Какой объект можно назвать «серым ящиком»? (выберите верные утверждения)
11. На рис. изображено представление на схемах объекта типа...
12. Регрессионный анализ применяется к модели типа...
13. На рис. изображена...
14. На рис. изображена...
15. Как называется формула, изображенная на рисунке?
16. Как можно увеличить точность в методе Эйлера?
17. Какой метод лежит в основе статистического моделирования?
18. Как можно увеличить точность в методе Монте-Карло?
19. Выберите netlist, соответствующий схеме, изображенной на рисунке?
20. Как сделать комментарий на схеме или в netlist LTSpice?
21. С какого символа в начале строки начинаются директивы в netlist?
22. Какие ненулевые параметры источника напряжения указаны в скобках?
23. Как можно задать величину сопротивления резистора на рисунке? (выберите все верные способы)
24. Какой метод предпочтителен, когда требуется высокая точность расчетов?
25. Какие недостатки применения принципа Δt ?
26. Какие состояния исследуемой системы считаются особыми при применении принципа особых состояний?
27. Когда целесообразно применять объектный принцип моделирования?
28. Выберите среди приведенных названий принципы регламентации событий?
29. Гипотезы о функционировании черного ящика.
30. Линейная модель.
31. Метод Эйлера.
32. Метод разложения в ряды.
33. Метод Рунге-Кутты.
34. Итерационные методы.
35. Модели с сосредоточенными параметрами.
36. Метод Монте-Карло.
37. Датчики и генераторы случайных чисел.
38. Этапы моделирования.
39. Вычислительная среда модели.
40. Способы формирования уравнений цепей.
41. Численное решение линейных динамических схем.
42. Выбор переменных состояний.
43. Существование и единственность решений.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3, ПК(Ц)-1.3.

Практические задания по дисциплине размещены в Moodle по адресу: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1010>

Практическая работа №1. Моделирование последовательного колебательного контура.

Собрать в LTSpice схему последовательного колебательного контура и задать параметры в соответствии с вариантом. Снять и построить резонансную кривую. Измерить и рассчитать основные параметры цепи.

Практическая работа №2. Моделирование параллельного колебательного контура.

Собрать в LTSpice схему параллельного колебательного контура колебательного контура и задать параметры в соответствии с вариантом. Снять и построить резонансную кривую и зависимости тока катушки индуктивности и конденсатора от емкости конденсатора. Измерить и рассчитать основные параметры цепи.

Практическая работа №3. Моделирование трехфазной цепи, соединенной по схеме звезда.

Собрать в LTSpice схему параллельного колебательного контура колебательного контура и задать параметры в соответствии с вариантом. Снять и построить резонансную кривую и зависимости тока катушки индуктивности и конденсатора от емкости конденсатора. Измерить и рассчитать основные параметры цепи.

Практическая работа №4. Моделирование трехфазной цепи, соединенной по схеме треугольник.

Собрать в LTSpice схему трехфазной цепи, соединенной по схеме треугольник, и задать параметры в соответствии с вариантом. Измерить и рассчитать основные параметры цепи при различных нагрузках.

Практическая работа №5. Моделирование нагрузочного режима однофазного трансформатора.

Собрать в LTSpice схему нагрузочного режима однофазного трансформатора и задать параметры в соответствии с вариантом. Снять и построить внешнюю характеристику трансформатора.

Практическая работа №6. Снятие выходных статических характеристик биполярного pnp транзистора.

Собрать в LTSpice схему биполярного pnp транзистора с общим эмиттером и задать параметры в соответствии с вариантом. Снять и построить семейство выходных статических характеристик.

Практическая работа №7. Моделирование выпрямителей.

Собрать в LTSpice схемы нескольких популярных выпрямителей в соответствии с вариантом. Снять и построить напряжение на входе и на выходе выпрямителей с использованием фильтров и без них. Сравнить полученные результаты, сделать выводы.

Практическая работа №8. Моделирование пуска трехфазного асинхронного двигателя.

Изобразить маску трехфазного асинхронного двигателя. Создать схему замещения трехфазного асинхронного двигателя. Поместить полученную модель асинхронного двигателя на схему пуска и промоделировать процессы пуска двигателя в различных режимах.

Практическая работа №9. Расчет параметров цепи различными методами.

Задать параметры цепи в соответствии с вариантом. Рассчитать токи цепи по законам Кирхгофа. Рассчитать параметры цепи методом контурных токов (МКТ). Рассчитать параметры цепи методом узловых напряжений (МУН). Проверить полученные результаты методом баланса мощностей.

Практическая работа №10. Расчет цепи синусоидального тока символическим методом.

Задать параметры цепи в соответствии с вариантом. Рассчитать комплексные сопротивления в ветвях и эквивалентное сопротивление на входе. Найти комплексные амплитуды токов и их действующие значения. Построить векторные диаграммы и графики временных зависимостей.

Практическая работа №11. Снятие амплитудно-частотных (АЧХ) и фазо-частотных характеристик (ФЧХ) цепи.

Задать параметры цепи в соответствии с вариантом. Рассчитать и построить АЧХ и ФЧХ RLC-цепи. Сделать выводы.

Практическая работа №12. Расчет трехфазной цепи методом контурных токов трехфазной цепи в MATLAB.

Задать параметры цепи в соответствии с вариантом. Рассчитать токи и проверить расчет методом баланса мощностей. Сделать выводы.

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций УК-1.2, ПКР-1.3, ПКР-2.3, ПК(Ц)-1.3.

Задание и методические указания по курсовой работе размещены в Moodle по адресу: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1010>

Тема курсовой работы - моделирование элементов и систем электроснабжения.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим

порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса и практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций.

Экзамен проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 60 минут.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; -знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Ковель А. А., Математическое моделирование при анализе и расчёте электрических цепей, Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017	ЭБС
2	Сирота А. А., Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем, М.: Техносфера, 2006	ЭБС
3	Ашихмин и др. В. Н., Введение в математическое моделирование, М.: Логос, 2007	ЭБС
4	Черных И. В., Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink, Саратов: Профобразование, 2017	http://www.iprbookshop.ru/63804.html
5	Алехин В. А., Электротехника и электроника: Лабораторный практикум с использованием Миниатюрной электротехнической лаборатории МЭЛ, компьютерного моделирования, Mathcad и LabVIEW, Саратов: Вузовское образование, 2017	ЭБС
6	Дементьев Ю. Н., Терехин В. Б., Однокопылов И. Г., Рулевский В. М., Компьютерное моделирование электромеханических систем постоянного и переменного тока в среде MATLAB Simulink, Томск: Томский политехнический университет, 2018	ЭБС
7	Дьяконов В. П., MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров, Саратов: Профобразование, 2019	ЭБС
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Шинаков Ю. С., Изучение элементов и технологии применения подсистемы моделирования динамических процессов SIMULINK (MATLAB R2014b), Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2015	http://www.iprbookshop.ru/63323.html
2	Кудинов Ю. И., Практическая работа в MATLAB, Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013	http://www.iprbookshop.ru/55606.html
3	Воскобойников Ю. Е., Математическое моделирование в пакете MathCAD, Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2018	ЭБС
4	Вагер Б. Г., Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, СПб., 2013	ЭБС
5	Павловский Ю. Н., Белотелов Н. В., Бродский Ю. И., Имитационное моделирование, М.: Академия, 2008	ЭБС
6	Чернецова Е. А., Лабораторный практикум "Введение в MATLAB", Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2013	http://www.iprbookshop.ru/12493.html
7	Юсупов Л. Н., Схемотехника. Моделирование вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов, Саратов: Вузовское образование, 2020	ЭБС
1	Семенова Т. И., Шакин В. Н., Введение в математический пакет Matlab, Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2016	http://www.iprbookshop.ru/61469.html

2	Абдуллин А. А., Горшков К. С., Ловлин С. Ю., Поляков Н. А., Общая электротехника. Методические указания к лабораторному практикуму в программе Ltspace, Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2019	ЭБС
3	Митрофанов С. В., Падеев А. С., Использование системы MathCAD при решении задач электротехники и электромеханики, Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005	ЭБС

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Моделирование элементов и систем электроснабжения: метод. указания / сост. Д. В. Горлатов 20 с. Рукопись, подготовленная к изданию.	https://moodle.spbgasu.ru/pluginfile.php/188311/mod_resource/content/3/MESE_KR.pdf
Моделирование элементов и систем электроснабжения. Практические работы: мет. указания для студентов направления 13.04.02. / сост. Д. В. Горлатов. 29 с. Рукопись, подготовленная к изданию.	https://moodle.spbgasu.ru/pluginfile.php/188316/mod_resource/content/3/MESE_PZ.pdf

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	http://www.iprbookshop.ru/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
MathCad версия 15	Mathcad сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г.

Matlab версия R2019a	MATLAB договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"
----------------------	---------------------------------------------------------------------

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
01 . Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
01 . Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
01 . Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016
01 . Компьютерный класс	Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.