

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.10	Моделирование электротехнических систем		
Учебный план:		ФГОС3++b130302Ц-3_24-14.plx	
Кафедра:	30	Автоматизированного электропривода и электротехники	
Направление подготовки: (специальность)		13.03.02 Электроэнергетика и электротехника	
Профиль подготовки: (специализация)		Цифровое управление электрическими системами и машинами	
Уровень образования:		бакалавриат	
Форма обучения:		очная	

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
5	УП	34	17	17	75,75	0,25	4	Зачет
	РПД	34	17	17	75,75	0,25	4	
Итого	УП	34	17	17	75,75	0,25	4	
	РПД	34	17	17	75,75	0,25	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144

Составитель (и):

старший преподаватель

Ершов К.К.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизированного
электропривода и электротехники

Благодарный Н.С.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Благодарный Н.С.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области практического применения физико-математического аппарата для анализа и моделирования теоретических и экспериментальных исследований, для определения, в частности, возможностей используемого или выбираемого оборудования для обеспечения качественного технологического процесса.

1.2 Задачи дисциплины:

Получение практических навыков по:

- моделированию сложных электрических цепей, устройств силовой электроники, электрических машин и электротехнических систем в целом;
- анализу результатов моделирования с целью доказательства работоспособности исследуемого оборудования;
- оценки эффективности предлагаемых технических решений.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Теоретические основы электротехники

Математика

Информационные технологии

Теоретическая механика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен участвовать в разработке мероприятий по совершенствованию и модернизации электротехнического оборудования, улучшения его эксплуатационных характеристик
Знать: Методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.
Уметь: Применять физико-математический аппарат, использовать методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.
Владеть: Соответствующим физико-математическим аппаратом, методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.
ПК-4: Готовность к выполнению работ по эксплуатации электротехнического оборудования
Знать: Области применения и характеристики соответствующего электротехнического оборудования и систем управления, области применения и возможности типового электрооборудования.
Уметь: Применять контрольно-измерительную технику, диагностировать состояние технического и программного обеспечения электротехнического оборудования.
Владеть: Навыками работы с электротехнической аппаратурой, электронными устройствами, микропроцессорной и измерительной техникой.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Общие понятия о моделировании	5					О
Тема 1. Основные понятия о моделировании, применение математического моделирования в работе с электротехническими и другими системами. Преимущества моделирования при проектировании и исследовании сложных систем.		2			4	
Тема 2. Классификация математических моделей. Общие сведения о компьютерном моделировании. Отличия между компьютерным и математическим моделированием. Порядок выполнения математического и компьютерного моделирования.		2			4	
Раздел 2. Назначение и возможности визуально ориентированной среды моделирования SIMULINK.						,КПр
Тема 3. Общие сведения о программной среде. Обзор стандартных блоков. Размещение блоков в рабочей области и создание связей между блоками. Создание простых моделей.		4			8	
Тема 4. Выполнение расчетов. Общие сведения о численных методах решения дифференциальных уравнений. Подбор оптимального времени шага для методов с фиксированным шагом и ограничение времени шага для методов с переменным шагом. Выполнение моделирования		2	2		6	
Тема 5. Получение результатов. Вывод результатов в рабочее поле. Получение результатов моделирования в виде графиков. Получение результатов моделирования в виде массивов. Оформление результатов для вывода на печать.		2	1		8	
Раздел 3. Динамика электротехнических систем.						Л,

Тема 6. Динамические характеристики объектов управления. Математическое описание объектов управления: дифференциальные уравнения, передаточные функции, уравнения в пространстве состояний. Переход от одного способа описания объекта к другому. Лабораторная работа №1: Построение модели объекта, описанного системой дифференциальных уравнений.		4	2	4	8	
Тема 7. Анализ динамических характеристик технических систем. Точное определение перерегулирования и быстродействия системы по переходным процессам. Оценка качества по частотным характеристикам системы. Построение карты нулей и полюсов.		4	2		10	
Раздел 4. Моделирование электротехнических систем.						
Тема 8. Моделирование линейных цепей постоянного и переменного тока. Анализ установившихся режимов в комплексной плоскости. Получение вольт-амперных характеристик. Анализ переходных процессов при постоянных и периодических воздействиях. Лабораторная работа №2: Построение модели разветвленной электрической цепи.		6	2	4	9,75	
Тема 9. Моделирование полупроводниковых приборов и выпрямителей. Анализ вольт-амперных характеристик полупроводников. Анализ работы полупроводниковых устройств при активной и активно-индуктивной нагрузке. Моделирование систем импульсно-фазового управления. Лабораторная работа №3: Моделирование управляемого выпрямителя.		4	4	5	8	Л
Тема 10. Моделирование электрических машин. Анализ режимов работы двигателей постоянного тока и асинхронных двигателей. Построение механических и рабочих характеристик. Анализ динамических характеристик. Лабораторная работа №4: Моделирование асинхронного двигателя.		4	4	4	10	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	17	17	75,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		68,25			75,75	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-1	Имеет хорошие представления о методах анализа и моделирования, исследования при решении профессиональных задач; Способен пользоваться физико-математическими аппаратами и использует при решении поставленных задач методы анализа моделирования и исследования; Использует соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
ПК-4	Демонстрирует хорошие знания при применении соответствующего электротехнического оборудования и систем управления, и их возможности; Показывает способность грамотно эксплуатировать контрольно-измерительную технику, диагностировать состояние технического и программного обеспечения электротехнического оборудования; Уверено работает с электротехнической аппаратурой, электронными устройствами, микропроцессорной и измерительной техникой.

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Студент демонстрирует хорошее понимание задач и возможностей моделирования электротехнических систем. Свободно ориентируется в библиотеках MATLAB Simulink . Знает назначение и умеет настраивать большое количество блоков представленных в различных разделах библиотек. Умеет самостоятельно построить структурные схемы базовых электротехнических систем.	
Не зачтено	Задачи моделирования не понимает. Анализ результатов дается с трудом. Базовые технические системы не может построить. В библиотеках Simulink ориентируется с трудом	

5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Работа с окном настройки элементов Scope.
2	Работа с окном настройки элементов Display.
3	Назначение элементов раздела Sources.
4	Назначение элементов раздела Sinks.
5	Назначение элементов раздела Signal Routing.
6	Порядок построения простейших моделей.
7	Назначение раздела Simscape
8	Основные элементы раздела Math Operations.
9	Назначение элементов раздела Discrete.
10	Основные элементы раздела Discontinuities.
11	Основные элементы раздела Continuous.
12	Построение структурной схемы асинхронного двигателя.
13	Построение структурной схемы электрической цепи.

14	Построение структурной схемы четырехполюсника.
15	Построение структурной схемы электрического фильтра.
16	Построение структурной схемы замещения трансформатора.
17	Построение переходных процессов при возмущающих воздействиях, их анализ.
18	Построение структурной схемы выпрямителя.
19	Построение переходных характеристик, их анализ.
20	Алгоритм построения ЛАФЧХ. Анализ устойчивости. Область существенных частот. Частота среза.
21	Структурные схемы пропорционально-интегрально-дифференциальных регуляторов. Область их применения.
22	Структурные схемы пропорционально интегральных регуляторов. Область их применения.
23	Динамические модели тиристорных преобразователей.
24	Работа с окном настройки элементов XY Graph.

5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Записать дифференциальное уравнение, передаточную функцию и уравнения в пространстве состояний для электрической цепи
2. Построить структурную схему электрической цепи с использованием стандартных блоков Simulink.
3. Построить модель трансформатора.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными данными среды моделирования.
- Время на подготовку ответа по 45 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Ряжских, В. И., Ряжских, А. В., Костина, Т. И.	Динамические системы. Математическое моделирование	Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/118611.html
Осипов, В. Е.	Моделирование электронных устройств в среде Matlab. В 2-х частях. Ч.1	Омск: Омский государственный технический университет	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/124843.html
Галишников, Ю. П.	Цифровое моделирование электромагнитных и электромеханических переходных процессов в электрических системах	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/114994.html
Осипов, В. Е.	Моделирование электронных устройств в среде Matlab. В 2-х частях. Ч.2	Омск: Омский государственный технический университет	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/124844.html
Калинин, С. В., Мальцев, Н. В.	Математическое моделирование устройств и систем	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2022	https://www.iprbooks.hop.ru/126568.html

6.1.2 Дополнительная учебная литература

Штанг, А. А., Мятёж, А. В., Ярославцев, М. В.	Моделирование тягового привода в MATLAB Simulink	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2016	https://www.iprbooks.hop.ru/91607.html
Гурова, Е. Г.	Моделирование электротехнических систем	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2014	http://www.iprbookshop.ru/44966.html
Осипова, Н. В.	Моделирование систем управления	Москва: Издательский Дом МИСиС	2019	https://www.iprbooks.hop.ru/98083.html
Жмудь, В. А., Французова, Г. А., Востриков, А. С.	Динамика мехатронных систем	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2014	http://www.iprbookshop.ru/45367.html
Лыкин, А. В.	Математическое моделирование электрических систем и их элементов	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2013	http://www.iprbookshop.ru/45384.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

ГОСТ База стандартов. Общероссийский классификатор стандартов. Электротехника. [Электронный ресурс]. URL: <https://engeneer.ru/oks/elektrotehnika>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду