

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электрическая тяга»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Б1.В.11 «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЯГОВОГО
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ»**

для направления подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по профилю

«Электрический транспорт»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Электрическая тяга»

Протокол № 6 от «13» января 2025 г.

Заведующий кафедрой
«Электрическая тяга»
«13» января 2025 г.

А.М. Евстафьев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
«13» января 2025 г.

А.Е. Цаплин

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование тягового электрооборудования» (Б1.В.11) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (далее – ФГОС ВО), утвержденного «28» февраля 2018 г., приказ Минобрнауки России № 144, с учетом требований работодателя ГУП «Петербургский метрополитен» к выпускнику бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электрический транспорт».

Целью изучения дисциплины является получение знаний, умений и навыков в области математического моделирования необходимых для построения математических моделей электронных преобразователей систем тягового электропривода с использованием современных программно-аппаратных средств, а также для формирования, по результатам математического моделирования электропривода, соответствующей технической документации.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- знает системы автоматизированного проектирования, предназначенные для моделирования тягового электрооборудования;
- знает методики выполнения расчетов с использованием средств математического моделирования тягового электрооборудования;
- знает требования нормативных документов к устройству простых узлов, блоков тягового электрооборудования, необходимые при формировании математических моделей;
- знает типовые проектные решения по простым узлам, блокам тягового электрооборудования, аналогичным подлежащим разработке, используемые при формировании математических моделей;
- умеет применять программное обеспечение для проведения расчетов методом математического моделирования и систему автоматизированного проектирования для формирования графических моделей тягового электрооборудования;
- умеет применять систему автоматизированного проектирования при разработке графической модели тягового электрооборудования;
- умеет выполнять необходимые расчеты с использованием средств математического моделирования тягового электрооборудования;
- умеет пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью «Интернет» при формировании математических моделей и проведению компьютерного эксперимента тягового электрооборудования;
- умеет применять методики и процедуры системы менеджмента качества для анализа справочной и реферативной информации о существующих технических решениях по простым узлам, блокам тягового электрооборудования, на этапе формирования математических моделей тягового электрооборудования;
- получил опыт деятельности по изучению технической документации при формировании математической модели тягового электрооборудования;

- получил опыт деятельности по изучению материалов для формирование математических моделей и проведению компьютерного эксперимента тягового электрооборудования;
- получил опыт деятельности по работе в системе автоматизированного проектировании при разработке графической модели тягового электрооборудования.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций (части компетенций). Сформированность компетенций (части компетенции) оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

В рамках изучения дисциплины (модуля) осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Выполнение отчета о проведенном обследовании оборудования, для которого разрабатывается система электропривода	
<p>ПК-1.1.6 Знает систему автоматизированного проектирования</p> <p>ПК-1.2.2 Умеет применять программу, используемую для написания и модификации документов, проведения расчетов, систему автоматизированного проектирования для выполнения текстовых и графических разделов отчета о проведенном обследовании оборудования, для которого разрабатывается система электропривода</p> <p>ПК-1.3.1 Изучение технической документации на оборудование, для которого разрабатывается система электропривода.</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знает системы автоматизированного проектирования, предназначенные для моделирования тягового электрооборудования - умеет применять программное обеспечение для проведения расчетов методом математического моделирования и систему автоматизированного проектирования для формирования графических моделей тягового электрооборудования - получил опыт деятельности по изучению технической документации при формировании математической модели тягового электрооборудования
ПК-2 Выполнение технического задания на разработку системы электропривода	
ПК-2.2.2 Умеет применять	Обучающийся:

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
<p>систему автоматизированного проектирования и программу, используемую для написания и модификации документов, для выполнения графических и текстовых частей технического задания на разработку проекта системы электропривода</p> <p>ПК-2.2.3 Умеет выполнять необходимые расчеты для оформления технического задания на разработку проекта системы электропривода</p> <p>ПК-2.2.4 Умеет пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью «Интернет»</p> <p>ПК-2.3.1 Имеет навыки изучения материалов для составления технического задания на разработку проекта системы электропривода</p>	<ul style="list-style-type: none"> – умеет применять систему автоматизированного проектирования при разработке графической модели тягового электрооборудования – умеет выполнять необходимые расчеты с использованием средств математического моделирования тягового электрооборудования – умеет пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью «Интернет» при формировании математических моделей и проведению компьютерного эксперимента тягового электрооборудования – получил опыт деятельности по изучению материалов для формирования математических моделей и проведению компьютерного эксперимента тягового электрооборудования
ПК-3 Выполнение комплекта конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода	
<p>ПК-3.1.2 Знает методики выполнения расчетов для эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода</p> <p>ПК-3.2.2 Умеет применять систему автоматизированного проектирования и программу, используемую для написания и модификации документов, для выполнения графических и текстовых разделов комплектов</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знает методики выполнения расчетов с использованием средств математического моделирования тягового электрооборудования – умеет применять систему автоматизированного проектирования при разработке графической модели тягового электрооборудования

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
<p>конструкторских документов</p> <p>ПК-3.2.3 Умеет выполнять расчеты для эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода</p> <p>ПК-3.3.1 Имеет навыки анализа исходных материалов для оформления комплектов конструкторских документов на различных стадиях проектирования системы электропривода</p> <p>ПК-3.3.2 Имеет навыки оформления графических разделов комплектов конструкторских документов эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода</p>	<ul style="list-style-type: none"> – умеет выполнять необходимые расчеты с использованием средств математического моделирования тягового электрооборудования – получил опыт деятельности по изучению материалов для формирования математических моделей и проведению компьютерного эксперимента тягового электрооборудования; – получил опыт деятельности по работе в системе автоматизированного проектирования при разработке графической модели тягового электрооборудования
ПК-4 Разработка простых узлов, блоков системы электропривода	
<p>ПК-4.1.2 Знает требования нормативных документов к устройству простых узлов, блоков системы электропривода</p> <p>ПК-4.1.5 Знает типовые проектные решения по простым узлам, блокам системы электропривода, аналогичным подлежащим разработке</p> <p>ПК-4.2.2 Умеет применять методики и процедуры системы менеджмента качества для анализа справочной и реферативной информации о существующих технических решениях по простым узлам, блокам системы электропривода,</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знает требования нормативных документов к устройству простых узлов, блоков тягового электрооборудования, необходимые при формировании математических моделей; – знает типовые проектные решения по простым узлам, блокам тягового электрооборудования, аналогичным подлежащим разработке, используемые при формировании математических моделей. – умеет применять методики и процедуры системы менеджмента качества для анализа справочной и реферативной информации о существующих технических решениях по простым узлам, блокам тягового электрооборудования, на этапе формирования математических моделей

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
аналогичным подлежащим разработке	

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	40
– лекции (Л)	20
– практические занятия (ПЗ)	10
– лабораторные работы (ЛР)	10
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	100
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации) *	3, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

Примечания: * - «Форма контроля» – зачет (З), курсовой проект (КП).

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	16
– лекции (Л)	8
– практические занятия (ПЗ)	4
– лабораторные работы (ЛР)	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	124
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации) *	3, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

Примечания: * - «Форма контроля» – зачет (З), курсовой проект (КП).

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
-------	---------------------------------	--------------------	-----------------------------------

1	Основы моделирование тягового электрооборудования	<p>Лекции. Классификация математических моделей. Этапы моделирования. Методы формирования математической модели тягового электрооборудования. Средства автоматизации инженерных расчётов. Выбор ПО в зависимости от задач и целей исследования.</p> <p>Самостоятельная работа. Выполнить ознакомление с основными возможностями программных средств автоматизации инженерных расчётов. Изучить техническую документации по объекту моделирования при формировании математической модели тягового электрооборудования.</p>	ПК-1.1.6, ПК-3.1.2, ПК-4.1.2, ПК-4.1.5
2	Геометрическое моделирование тягового электрооборудования ЭПС	<p>Лекции. Разработка графической модели тягового электрооборудования в системе автоматизированного проектировании</p> <p>Типовые задания ТЗ№1. Разработка принципиальной электрической схемы тягового электрооборудования ЭПС</p> <p>Самостоятельная работа. Использовать информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» для получение актуальной информации по объекту моделирования и требованиям нормативных документов к устройству простых узлов, блоков тягового электрооборудования, необходимые при формировании математических</p>	ПК-1.1.6, ПК-1.2.2, ПК-1.3.1, ПК-2.2.2, ПК-2.2.3, ПК-2.2.4, ПК-2.3.1, ПК-3.1.2, ПК-3.2.3, ПК-3.3.1, ПК-4.1.2, ПК-4.1.5, ПК-4.2.2

		моделей, а также методики и процедуры системы менеджмента качества для анализа справочной и реферативной информации о существующих технических решениях по простым узлам, блокам тягового электрооборудования, на этапе формирования математических моделей	
3	Моделирование тягового электрооборудования ЭПС с коллекторным ТЭД	<p>Лекции. Функциональная схема САУ и упрощённая схема силовых цепей ЭПС с коллекторным ТЭД. Моделирование основных элементов тягового электрооборудования. Примеры моделей.</p> <p>Лабораторные работы. ЛР №1. – Моделирования однофазного управляемого выпрямителя ЛР №2. – Моделирование ШИП</p> <p>Типовые задания ТЗ№2. Моделирование КТД ТЗ№3. Разработка компьютерной модели замкнутой системы управления электроприводом постоянного тока</p> <p>Самостоятельная работа. Изучить материал необходимый для формирования математических моделей и проведения компьютерного эксперимента тягового электрооборудования, а также типовые проектные решения по простым узлам, блокам тягового электрооборудования, аналогичным подлежащим разработке, используемые при формировании математических моделей</p>	<p>ПК-1.1.6, ПК-1.2.2, ПК-1.3.1, ПК-2.2.2, ПК-2.2.3, ПК-2.2.4, ПК-2.3.1, ПК-3.1.2, ПК-3.2.3, ПК-3.3.1, ПК-4.1.2, ПК-4.1.5, ПК-4.2.2</p>
4	Моделирование тягового	Лекции.	ПК-1.1.6, ПК-1.2.2,

электрооборудования ЭПС с асинхронным ТЭД	<p>Функциональная схема САУ и упрощённая схема силовых цепей ЭПС с асинхронным ТЭД. Моделирование основных элементов тягового электрооборудования. Примеры моделей.</p> <p>Лабораторные работы. ЛР №3. – Моделирование трехфазного инвертора напряжения ЛР №4. – Моделирование 4QS преобразователя</p> <p>Типовые задания ТЗ№4. Моделирование АТД ТЗ№5. Разработка компьютерной модели замкнутой системы управления электроприводом переменного тока</p> <p>Самостоятельная работа. Изучить материал необходимый для формирования математических моделей и проведения компьютерного эксперимента тягового электрооборудования, а также типовые проектные решения по простым узлам, блокам тягового электрооборудования, аналогичным подлежащим разработке, используемые при формировании математических моделей</p>	ПК-1.3.1, ПК-2.2.2, ПК-2.2.3, ПК-2.2.4, ПК-2.3.1, ПК-3.1.2, ПК-3.2.3, ПК-3.3.1, ПК-4.1.2, ПК-4.1.5, ПК-4.2.2
---	---	--

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основы моделирование тягового электрооборудования	<p>Лекции. Классификация математических моделей. Этапы моделирования. Методы формирования математической модели тягового электрооборудования.</p>	ПК-1.1.6, ПК-3.1.2, ПК-4.1.2, ПК-4.1.5

		<p>Средства автоматизации инженерных расчётов. Выбор ПО в зависимости от задач и целей исследования.</p> <p>Самостоятельная работа. Выполнить ознакомление с основными возможностями программных средств автоматизации инженерных расчётов. Изучить техническую документации по объекту моделирования при формировании математической модели тягового электрооборудования.</p>	
2	Геометрическое моделирование тягового электрооборудования ЭПС	<p>Лекции. Разработка графической модели тягового электрооборудования в системе автоматизированного проектировании</p> <p>Самостоятельная работа. Разработка принципиальной электрической схемы тягового электрооборудования ЭПС Использовать информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» для получение актуальной информации по объекту моделирования и требованиям нормативных документов к устройству простых узлов, блоков тягового электрооборудования, необходимые при формировании математических моделей, а также методики и процедуры системы менеджмента качества для анализа справочной и реферативной информации о существующих технических решениях по простым узлам, блокам тягового электрооборудования, на этапе формирования математических моделей</p>	<p>ПК-1.1.6, ПК-1.2.2, ПК-1.3.1, ПК-2.2.2, ПК-2.2.3, ПК-2.2.4, ПК-2.3.1, ПК-3.1.2, ПК-3.2.3, ПК-3.3.1, ПК-4.1.2, ПК-4.1.5, ПК-4.2.2</p>

3	<p>Моделирование тягового электрооборудования ЭПС с коллекторным ТЭД</p>	<p>Лекции. Функциональная схема САУ и упрощённая схема силовых цепей ЭПС с коллекторным ТЭД. Моделирование основных элементов тягового электрооборудования. Примеры моделей.</p> <p>Лабораторные работы. ЛР №1. – Моделирования однофазного управляемого выпрямителя</p> <p>Типовые задания ТЗ№1. Моделирование КТД ТЗ№2. Разработка компьютерной модели замкнутой системы управления электроприводом постоянного тока</p> <p>Самостоятельная работа. Моделирование ШИП Изучить материал необходимый для формирования математических моделей и проведения компьютерного эксперимента тягового электрооборудования, а также типовые проектные решения по простым узлам, блокам тягового электрооборудования, аналогичным подлежащим разработке, используемые при формировании математических моделей</p>	<p>ПК-1.1.6, ПК-1.2.2, ПК-1.3.1, ПК-2.2.2, ПК-2.2.3, ПК-2.2.4, ПК-2.3.1, ПК-3.1.2, ПК-3.2.3, ПК-3.3.1, ПК-4.1.2, ПК-4.1.5, ПК-4.2.2</p>
4	<p>Моделирование тягового электрооборудования ЭПС с асинхронным ТЭД</p>	<p>Лекции. Функциональная схема САУ и упрощённая схема силовых цепей ЭПС с асинхронным ТЭД. Моделирование основных элементов тягового электрооборудования. Примеры моделей.</p> <p>Лабораторные работы. ЛР №2. – Моделирование трехфазного инвертора напряжения</p> <p>Самостоятельная работа.</p>	<p>ПК-1.1.6, ПК-1.2.2, ПК-1.3.1, ПК-2.2.2, ПК-2.2.3, ПК-2.2.4, ПК-2.3.1, ПК-3.1.2, ПК-3.2.3, ПК-3.3.1, ПК-4.1.2, ПК-4.1.5, ПК-4.2.2</p>

		Моделирование 4QS Моделирование АТД Разработка компьютерной модели замкнутой системы управления электроприводом переменного тока Изучить материал необходимый для формирования математических моделей и проведения компьютерного эксперимента тягового электрооборудования, а также типовые проектные решения по простым узлам, блокам тягового электрооборудования, аналогичным подлежащим разработке, используемые при формировании математических моделей	
--	--	--	--

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы моделирование тягового электрооборудования	2	-	-	20	22
2	Геометрическое моделирование тягового электрооборудования ЭПС	2	2	-	20	24
3	Моделирование тягового электрооборудования ЭПС с коллекторным ТЭД	8	4	4	30	46
4	Моделирование тягового электрооборудования ЭПС с асинхронным ТЭД	8	4	6	30	48
	Итого	20	10	10	100	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144/4

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы моделирование тягового электрооборудования	2	-	-	20	22
2	Геометрическое моделирование тягового электрооборудования ЭПС	2	-	-	40	42
3	Моделирование тягового электрооборудования ЭПС с коллекторным ТЭД	2	4	2	32	40
4	Моделирование тягового	2	-	2	32	36

	электрооборудования ЭПС с асинхронным ТЭД					
	Итого	8	4	4	124	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144/4

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры по дисциплине

8.1. Материально-техническая база соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных программой бакалавриата для направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Материально-техническая база содержит помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (настенным экраном с дистанционным управлением, маркерной доской, считывающим устройством для передачи информации в компьютер, мультимедийным проектором и другими информационно-демонстрационными средствами).

В случае отсутствия в аудитории технических средств обучения для предоставления учебной информации используется переносной проектор и маркерная доска (стена).

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий в виде презентаций (плакатов), которые обеспечивают тематические иллюстрации в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Лаборатории, необходимые для реализации программы специалитета, оснащены соответствующим лабораторным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- операционная система Windows;
- MS Office;
- Антивирус Касперского.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

профессиональные базы данных при изучении дисциплины не используются.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

информационные справочные системы при изучении дисциплины не используются.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н. В. Голубева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1424-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76825> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink: учебно-методическое пособие / С. Г. Герман-Галкин. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1520-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/36998> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink / И. В. Черных. — Москва: ДМК Пресс, 2007. — 288 с. — ISBN 5-94074-395-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1175> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Решмин, Б. И. Имитационное моделирование и системы управления: учебное пособие / Б. И. Решмин. — 2-е изд., испр. и доп. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. — 74 с. — ISBN 978-5-9729-0120-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108629> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: учебное пособие / А. Ю. Ощепков. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1471-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5848> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Фурсов, В. Б. Моделирование электропривода: учебное пособие / В. Б. Фурсов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-3566-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121467> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Терехин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебное пособие / В. Б. Терехин, Ю. Н. Дементьев.

- Томск: ТПУ, 2015. — 307 с. — ISBN 978-5-4387-0558-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/82848> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Брексон, В.В. Электровоз 2ЭС6 «Синара» / под. ред. В. В. Брексона. – Верхняя Пышма: ОСЮ «Уральские локомотивы», 2015. – 328 с. – ISBN 978-5-89277-120-7
 9. Электровоз 2ЭС5К (3ЭС5К) Ермак. Руководство по эксплуатации Издательство: НЭВЗ г. Новочеркасск, 2004.
 10. Руководство по устройству электропоездов серии ЭТ2, ЭР2Т, ЭД2Т, ЭТ2М. М.: Центр Коммерческих Разработок, 2003. - 184 с
 11. Плохов, Е.М. Моделирование электромеханической системы электровоза с асинхронным тяговым приводом. Издательство: М.: Транспорт Переплет: ламинированный тверд.; 286 страниц; 2001 г. ISBN: 5-277-02237-6.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sdo.pgups.ru> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Электронно-библиотечная система «Лань». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

Разработчик рабочей программы, доцент
13 января 2025 г.

И.П. Викулов