

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**  
*disciplines*  
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.

*A.M. Евстафьев*

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
«13» января 2025 г.

*A.E. 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 проектирования 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.

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
ПК-1 Выполнение отчета о проведенном обследовании оборудования, для которого разрабатывается система электропривода	
ПК-1.1.6 Знает систему автоматизированного проектирования	Обучающийся: - знает системы автоматизированного проектирования, предназначенные для моделирования тягового электрооборудования
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	- 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-1.3.1 Изучение технической документации на оборудование, для которого разрабатывается система электропривода.	
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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– умеет применять систему автоматизированного проектирования при разработке графической модели тягового электрооборудования</li> <li>– умеет выполнять необходимые расчеты с использованием средств математического моделирования тягового электрооборудования</li> </ul>
<p>ПК-2.2.3 Умеет выполнять необходимые расчеты для оформления технического задания на разработку проекта системы электропривода</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– умеет пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью «Интернет» при формировании математических моделей и проведению компьютерного эксперимента тягового электрооборудования</li> </ul>
<p>ПК-2.2.4 Умеет пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью «Интернет»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– получил опыт деятельности по изучению материалов для формирование математических моделей и проведению компьютерного эксперимента тягового электрооборудования</li> </ul>
<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"> <li>– ПК-3 Выполнение комплекта конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода</li> </ul>
<p>ПК-3.1.2 Знает методики выполнения расчетов для эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знает методики выполнения расчетов с использованием средств математического моделирования тягового электрооборудования</li> </ul>
<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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– умеет применять систему автоматизированного проектирования при разработке графической модели тягового электрооборудования</li> </ul>

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
<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"> <li>– умеет выполнять необходимые расчеты с использованием средств математического моделирования тягового электрооборудования</li> <li>– получил опыт деятельности по изучению материалов для формирование математических моделей и проведению компьютерного эксперимента тягового электрооборудования;</li> <li>– получил опыт деятельности по работе в системе автоматизированного проектирования при разработке графической модели тягового электрооборудования</li> </ul>
<p><b>ПК-4 Разработка простых узлов, блоков системы электропривода</b></p>	
<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"> <li>– знает требования нормативных документов к устройству простых узлов, блоков тягового электрооборудования, необходимые при формировании математических моделей;</li> <li>– знает типовые проектные решения по простым узлам, блокам тягового электрооборудования, аналогичным подлежащим разработке, используемые при формировании математических моделей.</li> <li>– 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</li> </ul>

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)	40
В том числе:	
– 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 (3), курсовой проект (КП).

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	16
В том числе:	
– 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 (3), 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.</p> <p>Классификация математических моделей.</p> <p>Этапы моделирования.</p> <p>Методы формирования математической модели тягового электрооборудования.</p> <p>Средства автоматизации инженерных расчётов.</p> <p>Выбор ПО в зависимости от задач и целей исследования.</p> <p>Самостоятельная работа.</p> <p>Выполнить ознакомление с основными возможностями программных средств автоматизации инженерных расчётов.</p> <p>Изучить техническую документацию 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.</p> <p>Разработка графической модели тягового электрооборудования в системе автоматизированного проектирования</p> <p>Типовые задания</p> <p>ТЗ№1. Разработка принципиальной электрической схемы тягового электрооборудования ЭПС</p> <p>Самостоятельная работа.</p> <p>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.</p> <p>Функциональная схема САУ и упрощённая схема силовых цепей ЭПС с коллекторным ТЭД. Моделирование основных элементов тягового электрооборудования.</p> <p>Примеры моделей.</p> <p>Лабораторные работы.</p> <p>ЛР №1. – Моделирования однофазного управляемого выпрямителя</p> <p>ЛР №2. – Моделирование ШИП</p> <p>Типовые задания</p> <p>ТЗ№2. Моделирование КТД</p> <p>ТЗ№3. Разработка компьютерной модели замкнутой системы управления электроприводом постоянного тока</p> <p>Самостоятельная работа.</p> <p>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-1.1.6, 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
4	Моделирование тягового	Лекции.	ПК-1.1.6, ПК-1.2.2,

	<p>электрооборудования ЭПС с асинхронным ТЭД</p>	<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>	<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</p>
--	--	---	---

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основы моделирование тягового электрооборудования	Лекции. Классификация математических моделей. Этапы моделирования. Методы формирования математической модели тягового электрооборудования.	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 проектирования</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>	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

3	Моделирование тягового электрооборудования ЭПС с коллекторным ТЭД	<p>Лекции.</p> <p>Функциональная схема САУ и упрощённая схема силовых цепей ЭПС с коллекторным ТЭД. Моделирование основных элементов тягового электрооборудования.</p> <p>Примеры моделей.</p> <p>Лабораторные работы.</p> <p>ЛР №1. – Моделирования однофазного управляемого выпрямителя</p> <p>Типовые задания</p> <p>ТЗ№1. Моделирование КТД</p> <p>ТЗ№2. Разработка компьютерной модели замкнутой системы управления электроприводом постоянного тока</p> <p>Самостоятельная работа.</p> <p>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>	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
4	Моделирование тягового электрооборудования ЭПС с асинхронным ТЭД	<p>Лекции.</p> <p>Функциональная схема САУ и упрощённая схема силовых цепей ЭПС с асинхронным ТЭД. Моделирование основных элементов тягового электрооборудования.</p> <p>Примеры моделей.</p> <p>Лабораторные работы.</p> <p>ЛР №2. – Моделирование трехфазного инвертора напряжения</p> <p>Самостоятельная работа.</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

		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

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Л</b>	<b>ПЗ</b>	<b>ЛР</b>	<b>СРС</b>	<b>Всего</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
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
<b>Итого</b>		<b>20</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>140</b>
						<b>Контроль</b>
						<b>4</b>
						<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>
						<b>144/4</b>

Для заочной формы обучения

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Л</b>	<b>ПЗ</b>	<b>ЛР</b>	<b>СРС</b>	<b>Всего</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
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					
	<b>Итого</b>	8	4	4	124	140
<b>Контроль</b>						4
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						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