

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.ДВ.04.01 «КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА»

для специальности

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

специализации

«Электрический транспорт железных дорог»

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.М. Евстафьев

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Компьютерное моделирование электрооборудования электрического подвижного состава» (Б1.В.ДВ.4.1) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018г., приказ Минобрнауки России № 215, с учетом профессионального стандарта 17.055. Профессиональный образовательный стандарт «Специалист по организации и производству технического обслуживания и ремонта железнодорожного подвижного состава» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 апреля 2021 года №252Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации, регистрационный №1099) и профессионального стандарта 17.038 Профессиональный стандарт «Специалист по оперативному руководству колонной локомотивных бригад тягового подвижного состава, бригад специального железнодорожного подвижного состава, машинистами кранов на железнодорожном ходу» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 30 марта 2021 года №164Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации, регистрационный №872).

Целью изучения дисциплины является получение знаний, умений и навыков моделирования электрооборудования электроподвижного состава необходимых при его техническом ремонте, обслуживании и эксплуатации, а также при обучении локомотивных бригад.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- знать конструкцию и принцип работы основного и вспомогательного электрооборудования электроподвижного состава;
- знать пневматические и электрические схемы, а также порядок управления тормозами электроподвижного состава;
- знать методы компьютерного моделирования основного и вспомогательного электрооборудования, а также тормозного оборудования электроподвижного состава;
- сформировать навык обучения локомотивных бригад принципам управления и функционирования основного и вспомогательного электрооборудования электроподвижного состава с использованием средств компьютерного моделирования.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета 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.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2: Организация выполнения работ на участке производства по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов	
ПК-2.1.2 Знает конструктивные особенности, принцип работы и правила	Обучающийся <i>знает</i> : – конструкцию, принцип работы и правила эксплуатации основного и вспомогательного электрооборудования ЭПС;

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
эксплуатации приборов, оборудования, механизмов и узлов железнодорожного подвижного состава	– средства и методы компьютерного моделирования основного и вспомогательного электрооборудования электроподвижного состава.
ПК-4: Проведение технических и практических занятий с работниками локомотивных бригад	
<p>ПК-4.1.3. Знает устройство и правила эксплуатации локомотивов (МВПС) обслуживаемых и новых серий, их индивидуальные конструктивные особенности, в том числе в части, регламентирующей выполнение трудовых функций</p> <p>ПК-4.3.1 Имеет навыки обучения работников локомотивных бригад устройству локомотивов (МВПС) обслуживаемых и новых серий, в том числе в автоматизированной системе</p>	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> – устройство и правила эксплуатации локомотивов обслуживаемых и новых серий, их индивидуальные конструктивные особенности; – средства и методы компьютерного моделирования основного и вспомогательного электрооборудования локомотивов <p>Обучающийся <i>владеет</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками обучения работников локомотивных бригад устройству локомотивов новых и обслуживаемых серий с использованием средств компьютерного моделирования.
ПК-5: Проведение технических занятий с работниками локомотивных бригад по изучению тормозного оборудования и устройств безопасности, установленных на локомотивах	
<p>ПК-5.1.3 Знает пневматические и электрические схемы, работу узлов и агрегатов локомотивов (МВПС) в части, регламентирующей выполнение трудовых функций и порядок управления автотормозами локомотивов (МВПС)</p>	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пневматические и электрические схемы, а также порядок управления тормозами локомотива; – средства и методы компьютерного моделирования тормозного оборудования локомотивов.

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:	64

– лекции (Л)	16
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	76
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)	4
– практические занятия (ПЗ)	4
– лабораторные работы (ЛР)	8
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	Системы и средства компьютерного моделирования электрооборудования ЭПС	<i>Лекции.</i> Классификация математических моделей. Этапы моделирования. Средства автоматизации инженерных расчётов. Выбор ПО в зависимости от задач и целей исследования. <i>Самостоятельная работа.</i> Анализ полученных результатов моделирования и оценка их адекватности.	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК-4.3.1, ПК-5.1.3
2	Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС переменного тока с коллекторными ТЭД	<i>Лекции.</i> Электрооборудование ЭПС переменного тока с коллекторными ТЭД, Структурные схемы и классификация выпрямителей. Разработка математических	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3

		<p>моделей выпрямителей. Определение основных параметров и выбор элементов компьютерной модели выпрямителей. Оценка результатов компьютерного моделирования выпрямителей.</p> <p><i>Лабораторные работы.</i> ЛР№1. Моделирования однофазного неуправляемого выпрямителя. ЛР№2. Моделирования однофазного управляемого выпрямителя.</p> <p><i>Практические занятия.</i> ТЗ№1 Моделирование коллекторного ТЭД ТЗ№2 Моделирование тягового преобразователя, питающего коллекторный ТЭД</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i> Разработка математических моделей и определение параметров тягового трансформатора</p>	
3	<p>Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС постоянного тока с коллекторными ТЭД</p>	<p><i>Лекции.</i> Электрооборудование ЭПС постоянного тока с коллекторными ТЭД, Функциональные схемы контактно-реостатных систем, систем импульсного регулирования, систем с независимым возбуждением ТЭД, Разработка математических моделей ЭПС постоянного тока с коллекторными ТЭД. Определение основных параметров и выбор элементов компьютерной модели. Оценка результатов компьютерного моделирования.</p> <p><i>Лабораторные работы.</i> ЛР№3. Моделирования</p>	<p>ПК-2.1.2, ПК-4.1.3</p>

		<p>трехфазного управляемого выпрямителя. ЛР№4. Моделирование ШИП</p> <p><i>Практические занятия.</i> ТЗ№3 Моделирования СУ тяговым электроприводом с коллекторным ТЭД</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i> Анализ гармонического состава входного тока импульсного преобразователя.</p>	
4	<p>Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС постоянного тока с асинхронными ТЭД</p>	<p><i>Лекции.</i> Электрооборудование ЭПС постоянного тока с асинхронными ТЭД. Структурные схемы тягового привода с АД. Разработка математических моделей тягового привода с АД. Определение основных параметров и выбор элементов компьютерной модели. Оценка результатов компьютерного моделирования.</p> <p><i>Лабораторные работы.</i> ЛР№5. Моделирование однофазного инвертора напряжения ЛР№6. Моделирование трехфазного инвертора напряжения</p> <p><i>Практические занятия.</i> ТЗ№4 Моделирования асинхронного ТЭД ТЗ№5 Моделирование тягового преобразователя, питающего асинхронный ТЭД</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i> Особенности разработки математических моделей систем векторного управления электроприводом.</p>	<p>ПК-2.1.2, ПК-4.1.3</p>
5	<p>Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС переменного тока с асинхронными ТЭД</p>	<p><i>Лекции.</i> Электрооборудование ЭПС переменного тока с асинхронными ТЭД.</p>	<p>ПК-2.1.2, ПК-4.1.3</p>

		<p>Структурные схемы тягового привода с АД.</p> <p>Разработка математических моделей тягового привода с АД. Определение основных параметров и выбор элементов компьютерной модели.</p> <p>Оценка результатов компьютерного моделирования.</p> <p><i>Лабораторные работы.</i> ЛР№7. Моделирование 4QS преобразователя</p> <p><i>Практические занятия.</i> ТЗ№6 Моделирования СУ тяговым электроприводом с асинхронным ТЭД</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i> Разработка математических и компьютерных моделей СТД</p>	
6	<p>Моделирование статических преобразователей для питания вспомогательного оборудования ЭПС</p>	<p><i>Лекции.</i> Статические преобразователи для питания вспомогательного оборудования ЭПС, Структурные и функциональные схемы статических преобразователей. Разработка математических моделей статических преобразователей. Определение основных параметров и выбор элементов компьютерной модели. Оценка результатов компьютерного моделирования.</p> <p><i>Лабораторные работы.</i> ЛР№8. Моделирование статических преобразователей ЭПС</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i> Особенности разработки математических и компьютерных моделей элементов цифровых систем управления.</p>	<p>ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК-5.1.3</p>

7	<p>Моделирование тормозных систем ЭПС</p>	<p><i>Лекции.</i> Тормозное оборудование ЭПС, Разработка математических моделей тормозного оборудования ЭПС. Определение основных параметров и выбор элементов компьютерной модели. Оценка результатов компьютерного моделирования.</p> <p><i>Практические занятия.</i> ТЗ№7 Моделирования тормозных систем ЭПС.</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i> Исследование работы элементов модели электропоезда ЭТ2 в режиме электрического торможения.</p>	<p>ПК-5.1.3</p>
8	<p>Использование средств компьютерного моделирования при обучении работников локомотивных бригад</p>	<p><i>Лекции.</i> Системы дистанционного обучения, разработка обучающих курсов, применение средств математического моделирования при обучении локомотивных бригад</p> <p><i>Практические занятия.</i> ТЗ№8 Разработка обучающего курса по устройству ЭПС с использованием средств компьютерного моделирования</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i> Разработать обучающий курс с применением средств математического моделирования</p>	<p>ПК-4.3.1</p>

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	<p>Системы и средства компьютерного моделирования электрооборудования ЭПС</p>	<p><i>Самостоятельная работа.</i> Классификация математических моделей. Этапы моделирования. Средства автоматизации</p>	<p>ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК-4.3.1, ПК-5.1.3</p>

		инженерных расчётов. Выбор ПО в зависимости от задач и целей исследования. Анализ полученных результатов моделирования и оценка их адекватности.	
2	Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС переменного тока с коллекторными ТЭД	<p><i>Лекции.</i> Электрооборудование ЭПС переменного тока с коллекторными ТЭД, Структурные схемы и классификация выпрямителей. Разработка математических моделей выпрямителей. Определение основных параметров и выбор элементов компьютерной модели выпрямителей. Оценка результатов компьютерного моделирования выпрямителей.</p> <p><i>Лабораторные работы.</i> ЛР№1. Моделирования однофазного управляемого выпрямителя.</p> <p><i>Практические занятия.</i> ТЗ№1 Моделирование коллекторного ТЭД</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i> Моделирования однофазного неуправляемого выпрямителя. Моделирование тягового преобразователя, питающего коллекторный ТЭД. Разработка математических моделей и определение параметров тягового трансформатора</p>	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3
3	Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС постоянного тока с коллекторными ТЭД	<p><i>Практические занятия.</i> ТЗ№2 Моделирования СУ тяговым электроприводом с коллекторным ТЭД</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i> Электрооборудование ЭПС постоянного тока с коллекторными ТЭД, Функциональные схемы контактно-реостатных систем,</p>	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3

		<p>систем импульсного регулирования, систем с независимым возбуждением ТЭД, Разработка математических моделей ЭПС постоянного тока с коллекторными ТЭД. Определение основных параметров и выбор элементов компьютерной модели. Оценка результатов компьютерного моделирования.</p> <p><i>Моделирование ШИП.</i> Моделирования трехфазного управляемого выпрямителя. Анализ гармонического состава входного тока импульсного преобразователя.</p>	
4	<p>Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС постоянного тока с асинхронными ТЭД</p>	<p><i>Лекции.</i> Электрооборудование ЭПС постоянного тока с асинхронными ТЭД. Структурные схемы тягового привода с АД. Разработка математических моделей тягового привода с АД. Определение основных параметров и выбор элементов компьютерной модели. Оценка результатов компьютерного моделирования.</p> <p><i>Лабораторные работы.</i> ЛР№2. Моделирование однофазного инвертора напряжения</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i> Моделирование трехфазного инвертора напряжения. Моделирования асинхронного ТЭД. Особенности разработки математических моделей систем векторного управления электроприводом.</p>	<p>ПК-2.1.2, ПК-4.1.3</p>
5	<p>Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС переменного тока с асинхронными ТЭД</p>	<p><i>Самостоятельная работа.</i> Электрооборудование ЭПС переменного тока с асинхронными ТЭД.</p>	<p>ПК-2.1.2, ПК-4.1.3</p>

		<p>Структурные схемы тягового привода с АД.</p> <p>Разработка математических моделей тягового привода с АД. Определение основных параметров и выбор элементов компьютерной модели.</p> <p>Оценка результатов компьютерного моделирования.</p> <p>Моделирования СУ тяговым электроприводом с асинхронным ТЭД</p>	
6	<p>Моделирование статических преобразователей для питания вспомогательного оборудования ЭПС</p>	<p><i>Самостоятельная работа.</i></p> <p>Статические преобразователи для питания вспомогательного оборудования ЭПС,</p> <p>Структурные и функциональные схемы статических преобразователей.</p> <p>Разработка математических моделей статических преобразователей.</p> <p>Определение основных параметров и выбор элементов компьютерной модели.</p> <p>Оценка результатов компьютерного моделирования.</p>	<p>ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК-5.1.3</p>
7	<p>Моделирование тормозных систем ЭПС</p>	<p><i>Самостоятельная работа.</i></p> <p>Тормозное оборудование ЭПС,</p> <p>Структурные и функциональные схемы статических преобразователей.</p> <p>Разработка математических моделей статических преобразователей.</p> <p>Определение основных параметров и выбор элементов компьютерной модели.</p> <p>Оценка результатов компьютерного моделирования.</p>	<p>ПК-5.1.3</p>

8	Использование средств компьютерного моделирования при обучении работников локомотивных бригад	<i>Самостоятельная работа.</i> Системы дистанционного обучения, разработка обучающих курсов, применение средств математического моделирования при обучении локомотивных бригад Разработать обучающий курс с применением средств математического моделирования	ПК-4.3.1
---	---	---	----------

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	Системы и средства компьютерного моделирования электрооборудования ЭПС	2	-	-	6	8
2	Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС переменного тока с коллекторными ТЭД	2	4	8	8	22
3	Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС постоянного тока с коллекторными ТЭД	2	2	8	8	20
4	Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС постоянного тока с асинхронными ТЭД	2	4	8	8	22
5	Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС переменного тока с асинхронными ТЭД	2	2	4	10	18
6	Моделирование статических преобразователей для питания вспомогательного оборудования ЭПС	2	-	4	10	16
7	Моделирование тормозных систем ЭПС	2	2	-	12	16
8	Использование средств компьютерного моделирования при обучении работников локомотивных бригад	2	2	-	14	18
	Итого	16	16	32	76	140
					Контроль	4
					Всего (общая трудоемкость, час.)	144

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Системы и средства компьютерного моделирования электрооборудования ЭПС	-	-	-	12	12
2	Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС переменного тока с коллекторными ТЭД	2	2	4	10	18
3	Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС постоянного тока с коллекторными ТЭД	-	2	-	14	16
4	Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС постоянного тока с асинхронными ТЭД	2	-	4	10	16
5	Моделирование элементов тягового электропривода ЭПС переменного тока с асинхронными ТЭД	-	-	-	20	20
6	Моделирование статических преобразователей для питания вспомогательного оборудования ЭПС	-	-	-	20	20
7	Моделирование тормозных систем ЭПС	-	-	-	18	18
8	Использование средств компьютерного моделирования при обучении работников локомотивных бригад	-	-	-	20	20
	Итого	4	4	8	124	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

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

Оценочные материалы по дисциплине является 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 средства 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 специалитета по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

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.

Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

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

Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> - Режим доступа: для авториз. пользователей;

Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> - Режим доступа: для авториз. пользователей;

Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> - Режим доступа: свободный.

Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> - Режим доступа: свободный.

Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: свободный.

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

Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

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.

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: <http://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.