

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.4.1 «КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАЗЕМНОГО  
ТРАНСПОРТА»**

для специальности

**23.5.3 «Подвижной состав железных дорог»**

специализации

**«Высокоскоростной наземный транспорт»**

Форма обучения – очная

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»

\_\_\_\_\_

*А.М. Евстафьев*

«13» января 2025 г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
«13» января 2025 г.

\_\_\_\_\_

*А.М. Евстафьев*

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа дисциплины «Компьютерное моделирование электрооборудования высокоскоростного наземного транспорта» (Б1.В.ДВ.4.1) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 215, с учетом профессиональных стандартов 17.055 «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 17.038 «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 являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, приведенными в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами 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 эксплуатации приборов, оборудования, механизмов и узлов железнодорожного подвижного состава	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструкцию, принцип работы и правила эксплуатации основного и вспомогательного электрооборудования ЭПС;</li> <li>– средства и методы компьютерного моделирования основного и вспомогательного электрооборудования электроподвижного состава.</li> </ul>
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"> <li>– устройство и правила эксплуатации локомотивов обслуживаемых и новых серий, их индивидуальные конструктивные особенности;</li> <li>– средства и методы компьютерного моделирования основного и вспомогательного электрооборудования локомотивов</li> </ul> <p>Обучающийся <i>владеет</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками обучения работников локомотивных бригад устройству локомотивов новых и обслуживаемых серий с использованием средств компьютерного моделирования.</li> </ul>
ПК-5: Проведение технических занятий с работниками локомотивных бригад по изучению тормозного оборудования и устройств безопасности, установленных на локомотивах	
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>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пневматические и электрические схемы, а также порядок управления тормозами локомотива;</li> <li>– средства и методы компьютерного моделирования тормозного оборудования локомотивов.</li> </ul>

### **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:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		9
Контактная работа (по видам учебных занятий)	64	64
В том числе:		
– лекции (Л)	16	16
– практические занятия (ПЗ)	16	16
– лабораторные работы (ЛР)	32	32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	76	76
Контроль	4	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)*	3, КП	3, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	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:

Таблица 5.1.

№ 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 моделей выпрямителей. Определение основных параметров и выбор элементов	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3

		<p>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 трехфазного управляемого выпрямителя.</p>	<p>ПК-2.1.2, ПК-4.1.3</p>

		<p>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. Структурные схемы тягового</p>	<p>ПК-2.1.2, ПК-4.1.3</p>

		<p>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№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 применение средств математического моделирования</p>	<p>ПК-4.3.1</p>

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Системы и средства	2	-	-	6	8

	компьютерного моделирования электрооборудования ЭПС					
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
	<b>Итого</b>	16	16	32	76	140
<b>Контроль</b>						4
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						144

## 6. Оценочные материалы 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 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 учебным планом по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог».

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. —

6. 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.

7. Фурсов, В. Б. Моделирование электропривода: учебное пособие / В. Б. Фурсов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. —

8. 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.

9. 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.

10. 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

11. Электровоз 2ЭС5К (3ЭС5К) Ермак. Руководство по эксплуатации Издательство: НЭВЗ г. Новочеркасск, 2004.

12. Руководство по устройству электропоездов серии ЭТ2, ЭР2Т, ЭД2Т, ЭТ2М. М.: Центр Коммерческих Разработок, 2003. - 184 с

13. 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

14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

15. «Интернет», используемых в образовательном процессе:

16. 1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно- образовательная среда.[Электронный ресурс]. –

Режим доступа:

17. <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация)

18. 2. Электронно-библиотечная система «Лань». [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://e.lanbook.com/>

Разработчик рабочей программы,  
доцент  
«13» января 2025 г.

И.П.Викулов