

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

Кафедра «Теоретические основы электротехники и энергетики»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
*disciplina*  
**Б1.В.5 «ТЯГОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»**

для направления  
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по магистерской программе  
«Электрический транспорт железных дорог и метрополитенов»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург  
2025

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
«Теоретические основы электротехники и энергетики»  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2025 г.

Заведующий кафедрой  
«Теоретические основы  
электротехники и энергетики»  
\_\_\_\_\_ 2025 г.

К.К. Ким

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
\_\_\_\_\_ 2025 г.

В.В. Никитин

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа дисциплины «Тяговые электрические машины» (Б1.В.5) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 28 февраля 2018 г., приказ Минобрнауки России № 147, с учетом требований работодателя к выпускнику магистратуры по указанному направлению и магистерской программе.

Целью изучения дисциплины является приобретение знаний, навыков и умений в области тяговых электрических машин и трансформаторов для применения их в профессиональной деятельности при проектировании, эксплуатации и ремонте и научных исследованиях в сфере электрического транспорта.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- формирование у магистрантов углубленных теоретических знаний о законах, методах анализа и расчета тяговых электрических машин и трансформаторов;
- формирование у магистрантов расширенных знаний об устройстве, принципах действия, параметрах, основных характеристиках электрических машин и трансформаторов и способах управления ими;
- обучение магистрантов навыкам научно-исследовательской работы в области тяговых электрических машин и трансформаторов.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе 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.

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
ПК-1. Разработка и внедрение эффективных методов эксплуатации подвижного состава электрического транспорта	
ПК-1.1.1	Обучающийся знает конструкцию и характеристики электрооборудования электрического подвижного состава;
ПК-1.2.1	Обучающийся умеет определять наиболее эффективные режимы работы отдельных узлов оборудования и электрического подвижного состава в целом;
ПК-1.3.3	Обучающийся владеет навыками разработки мероприятий по обеспечению заданного срока службы и расчетных характеристик оборудования

## **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:

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Модуль</b>	
		<b>1</b>	<b>2</b>
Контактная работа (по видам учебных занятий)	80	32	48

В том числе:			
- лекции (Л)	16	---	16
- практические занятия (ПЗ)	48	32	16
- лабораторные работы (ЛР)	16	---	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	96	36	60
Контроль	40	4	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, Э	3	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	216/6	72/2	144/4

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль	
		1	2
Контактная работа (по видам учебных занятий)	28	14	14
В том числе:			
- лекции (Л)	14	8	6
- практические занятия (ПЗ)	10	6	4
- лабораторные работы (ЛР)	4	---	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	175	90	85
Контроль	13	4	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, З	3	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	216/6	108/3	108/3

## 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
<b>Семестр 2 (1 модуль)</b>			
1	<b>Общие вопросы тягового электромашиностроения</b>	<p><b>Практическое занятие №1.</b> Классификация и эксплуатационные свойства тяговых электрических машин.</p> <p><b>Практическое занятие №2</b> Тяговый двигатель как машина предельной мощности.</p> <p><b>Практическое занятие №3 (4 часа)</b> Особенности конструкции тяговых электрических машин. Электротехнические материалы, используемые в тяговых двигателях.</p> <p><b>Практическое занятие №4</b> Коэффициент полезного действия и потери в тяговом двигателе.</p> <p><b>Практическое занятие №5</b> Нагревание и охлаждение тяговых электрических машин. Допустимые превышения температур.</p> <p><b>Практическое занятие №6.</b> Вентиляция тяговых двигателей. Самовентиляция. Независимая вентиляция. Жидкостные системы охлаждения.</p>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1

		<p><b>Практическое занятие №7</b> Принципы регулирования режимов работы тяговых двигателей.</p> <p><b>Самостоятельная работа</b> <i>Опережающая самоподготовка с использованием рекомендованной литературы</i></p>	
		<p><b>Практическое занятие №8.</b> Тяговые двигатели постоянного тока.</p> <p><b>Практическое занятие №9.</b> Тяговые двигатели пульсирующего тока.</p> <p><b>Практическое занятие №10</b> Коммутация электрических машин при установившихся процессах. Механические причины искрения</p> <p><b>Практическое занятие №11</b> Критерии оценки качества коммутации. Электромагнитные причины искрения.</p> <p><b>Практическое занятие №12</b> Потенциальные условия на коллекторе. Круговой огонь на коллекторе тяговых двигателей и причины его возникновения. Дополнительные полюсы и компенсация ими реактивной ЭДС.</p> <p><b>Практическое занятие №13.</b> Способы повышения потенциальной устойчивости. Компенсационная обмотка и ее влияние на потенциальные условия</p> <p><b>Практическое занятие №14 (4 часа):</b> Методы расчета рабочих характеристик тяговых электрических машин постоянного и пульсирующего тока.</p>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1 ПК-1.3.3.
2	<p><b>Тяговые электрические машины постоянного и пульсирующего тока</b></p>	<p><b>Самостоятельная работа</b> <i>Опережающая самоподготовка с использованием рекомендованной литературы</i></p> <p><i>Подготовка к зачету</i></p>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1 ПК-1.3.3.
<b>Семестр 3 (2 модуль)</b>			
		<p><b>Лекция №1.</b> Асинхронные тяговые двигатели</p> <p><b>Лекция №2</b> Особенности работы электрических машин переменного тока при питании от преобразователя частоты</p> <p><b>Лекция №3.</b> Вентильные тяговые двигатели с электромагнитным возбуждением.</p> <p><b>Лекция №4.</b> Вентильные тяговые двигатели с возбуждением от постоянных магнитов.</p> <p><b>Лекция №5 (4 часа).</b> Элементы теории переходных процессов в тяговых электрических машинах переменного тока.</p>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1
3	<p><b>Тяговые электрические машины переменного тока</b></p>	<p><b>Практическое занятие №15 (4 часа):</b> Расчет магнитной цепи тяговых двигателей переменного тока с помощью методов конечных элементов.</p> <p><b>Практическое занятие №16(4 часа):</b> Расчет характеристик тяговых асинхронных машин</p> <p><b>Практическое занятие №17 (4 часа):</b></p>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1 ПК-1.3.3.

		<p>Расчет характеристик вентильных тяговых двигателей</p> <p><b>Практическое занятие №18 (4 часа):</b> Расчет переходного процесса в асинхронном тяговом двигателе в пусковом режиме.</p> <p><b>Самостоятельная работа</b> <i>Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы</i></p>	
5	<b>Экспериментальные исследования тяговых электрических машин</b>	<p><b>Лекция №6 (4 часа).</b> Виды испытаний тяговых электрических машин. Нагрузка испытуемых машин. Стенды для испытаний. Типовые методики испытаний. Нормативная база для проведения испытаний.</p> <p><b>Лабораторная работа №1.</b> Меры по обеспечению безопасности при испытаниях электрических машин. Цели и задачи лабораторного курса</p> <p><b>Лабораторная работа №2.</b> Измерение сопротивления обмоток при постоянном токе в холодном состоянии»</p> <p><b>Лабораторная работа №3. (4 часа)</b> Определение потерь холостого хода электродвигателя постоянного тока.</p> <p><b>Лабораторная работа №4 (4 часа)</b> Исследование электромеханических характеристик двигателя последовательного возбуждения.</p> <p><b>Лабораторная работа №5. (4 часа)</b> Исследование способов регулирования частоты вращения двигателя независимого возбуждения</p> <p><b>Самостоятельная работа</b> <i>Подготовка отчетов по лабораторным работам, подготовка к защите лабораторных работ Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы Подготовка к экзамену</i></p>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1 ПК-1.3.3.

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
<b>1 модуль</b>			
1	<b>Общие вопросы тягового электромашиностроения</b>	<p><b>Лекция №1.</b> Классификация и эксплуатационные свойства тяговых электрических машин.</p> <p><b>Лекция №2</b> Особенности конструкции тяговых электрических машин. Электротехнические материалы, используемые в тяговых двигателях.</p> <p><b>Практическое занятие №1.</b> Тяговый двигатель как машина предельной мощности.</p> <p><b>Практическое занятие №2</b> Принципы регулирования режимов работы тяговых двигателей.</p>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1

		<b>Самостоятельная работа</b> <i>Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы Опережающая самоподготовка с использованием рекомендованной литературы</i>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1
2	<b>Тяговые электрические машины постоянного и пульсирующего тока</b>	<b>Лекция №3.</b> Тяговые двигатели постоянного тока. <b>Лекция №4.</b> Тяговые двигатели пульсирующего тока. <b>Практическое занятие №3</b> Коммутация электрических машин при установившихся процессах. Механические причины искрения. Критерии оценки качества коммутации. Электромагнитные причины искрения. <b>Самостоятельная работа</b> <i>Опережающая самоподготовка с использованием рекомендованной литературы Подготовка к зачету</i>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1 ПК-1.3.3.
<b>2 модуль</b>			
3	<b>Тяговые электрические машины переменного тока</b>	<b>Лекция №5.</b> Асинхронные тяговые двигатели <b>Лекция №6</b> Особенности работы электрических машин переменного тока при питании от преобразователя частоты <b>Лекция №7.</b> Вентильные тяговые двигатели с электромагнитным возбуждением. <b>Практическое занятие №4 (4 часа):</b> Расчет характеристик тяговых асинхронных машин	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1
		<b>Самостоятельная работа</b> <i>Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы</i>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1
5	<b>Экспериментальные исследования тяговых электрических машин</b>	<b>Лабораторная работа №1.</b> Измерение сопротивления обмоток при постоянном токе в холодном состоянии» <b>Лабораторная работа №2.</b> Исследование способов регулирования частоты вращения двигателя независимого возбуждения <b>Самостоятельная работа</b> <i>Подготовка отчетов по лабораторным работам, подготовка к защите лабораторных работ Подготовка к экзамену</i>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1 ПК-1.3.3.
		<b>Самостоятельная работа</b> <i>Подготовка отчетов по лабораторным работам, подготовка к защите лабораторных работ Подготовка к экзамену</i>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1 ПК-1.3.3.

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	<b>Общие вопросы тягового электромашиностроения</b>	---	16	---	18	34
2	<b>Тяговые электрические машины постоянного и пульсирующего тока</b>	---	16	---	18	34
3	<b>Тяговые электрические машины переменного тока</b>	12	16	---	20	48

4	<b>Экспериментальные исследования тяговых электрических машин</b>	4	---	16	40	60
	<b>Итого</b>	16	48	16	96	176
<b>Контроль</b>						40
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						216

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>
1	<b>Общие вопросы тягового электромашиностроения</b>	4	4	---	20	28
2	<b>Тяговые электрические машины постоянного и пульсирующего тока</b>	4	2	---	40	46
3	<b>Тяговые электрические машины переменного тока</b>	6	4	---	40	50
4	<b>Экспериментальные исследования тяговых электрических машин</b>		---	4	75	79
	<b>Итого</b>	14	10	4	175	203
<b>Контроль</b>						13
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						216

## **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 задания, 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. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенными оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой

аудитории: настенным экраном (стационарным), маркерной или меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным).

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

Для проведения лабораторных работ используются лаборатория кафедры «Лаборатория электрических машин», оснащенная следующими приборами и установками, используемыми в учебном процессе:

- специализированными измерительными средствами (амперметрами, вольтметрами, фазометрами, ваттметрами, генераторами, источниками питания, осциллографами);
- испытательными стендами для исследования электрических машин согласно программе лабораторных работ;
- лабораторными стендами с компьютерами.

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 программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы: операционная система Windows, MS Office, Антивирус Касперского.

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

При изучении дисциплины профессиональные базы данных не используются.

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

При изучении дисциплины информационные справочные системы не используются.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. М.: Академия, – 2004. – 248 с.
2. Гольдберг О.Д. Переходные процессы в электрических машинах. М.: Высшая школа. – 2009. – 387 с.
3. Грищенко А.В.. Новые электрические машины локомотивов : учеб. пособие / А. В. Грищенко, Е. В. Козаченко. - М. : УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2008. - 270 с.
4. Иванов-Смоленский, А.В. Электрические машины: учебник для вузов. В двух томах. Том 1 [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2006. — 652 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72331>. — Загл. с экрана.
5. Иванов-Смоленский, А.В. Электрические машины: учебник для вузов. В двух томах. Том 2 [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2006. — 532 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72332>. — Загл. с экрана.
6. Захарченко, Д. Д. Тяговые электрические машины [Текст]: Учеб. по спец.железнодорожного транспорта / Д. Д. Захарченко, Н. А. Ротанов. - М. : Транспорт, 1991. - 343с.
7. Котеленец Н.Ф., Акимова Н.А., Антонов М.В. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин. М.: Академия. – 2003. – 384 с.
8. Курбасов А.С., Седов В.И., Сорин Л.Н. Проектирование тяговых двигателей. М.: Транспорт. – 1997. – 535 с.
9. Проектирование тяговых электрических машин постоянного и пульсирующего тока [Текст] : учеб. пособие к курсовому проектированию по дисц. "Тяговые электр. машины" / А. А. Смирнов, И. В. Гурлов, Н. П. Семенов. - СПб. : ПГУПС, 2005. - 108

- с.
10. Скобелев В.Е. Двигатели пульсирующего тока. Л.: Энергоатомиздат. – 1985. – 208 с.
  11. Тяговые электрические машины [Текст] : учебник / В. П. Щербаков [и др.] ; ред.: В. Г. Щербаков, А. Д. Петрушин. - Москва : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. - 642 с

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

1. Личный кабинет ЭИОС [электронный ресурс]. – URL: <http://my.pgups.ru/> Режим доступа: для авторизованных пользователей.
2. Электронная информационно-образовательная среда [электронный ресурс]. – URL: <http://sdo.pgups.ru/> Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Электронная библиотечная система ЛАНЬ [электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/> Режим доступа: свободный
4. Электронная библиотечная система ibooks.ru [электронный ресурс]. – URL: <http://ibooks.ru/> Режим доступа: свободный
5. Электронная библиотека ЮРАЙТ [электронный ресурс]. – URL: <https://biblio-online.ru/> Режим доступа: свободный
6. Электронная библиотека «Единое окно к образовательным ресурсам» [электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru> Режим доступа: свободный

Разработчик рабочей программы,  
старший преподаватель  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

А.В. Давыдова