

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**  
дисциплины  
*Б1.О.17 «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»*  
для направления

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  
«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.

А.М.Евстафьев

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа дисциплины «Электрические машины» (Б1.О.17) (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 профессионального стандарта (40.180) «Специалист в области проектирования систем электропривода», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 13 апреля 2017 года №354н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 05 мая 2017 года, регистрационный №46626).

Целью изучения дисциплины «Электрические машины» является приобретение знаний, навыков и умений в области электрических машин, трансформаторов и электромеханического преобразования энергии для применения их в профессиональной деятельности при проектировании, эксплуатации и ремонте электроэнергетического и электротехнического оборудования.

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

- формирование у студентов базовых теоретических знаний об основных законах, методах анализа и расчета вращающихся электрических машин и трансформаторов;
- формирование у студентов знаний об устройстве, принципах действия, параметрах, основных характеристиках электрических машин и трансформаторов и способах управления ими;
- обучение студентов начальным навыкам практической безопасной работы с электрическими машинами и трансформаторами.

## **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 бакалавриата индикаторами достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	
ОПК-4.1.2 Знает методы анализа и моделирования электрических машин	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин;</li> <li>– виды электрических машин и их устройство, режимы работы и характеристики трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, а также способы управления ими</li> </ul>
ОПК-4.2.2 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических машин	<p>Обучающийся использует методы анализа электрических машин:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– их основные характеристики, эксплуатационные требования к различным видам электрических машин.</li> <li>– процессы нагрева и охлаждения электрических машин.</li> <li>– способы регулирования частоты вращения электродвигателей;</li> </ul>
ОПК-4.3.2 Владеет навыками использования методов анализа и моделирования электрических машин	<p>Обучающийся <i>владеет навыками</i> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– рассчитывать параметры и характеристики электрических машин, проводить их испытания.</li> <li>– применять, эксплуатировать и производить выбор электрических машин, формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой.</li> </ul>

### 3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль	
		1	2
Контактная работа (по видам учебных занятий)	176	64	112
В том числе:			
– лекции (Л)	96	32	64
– практические занятия (ПЗ)	48	16	32
– лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	256	152	104
Контроль	72	36	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	КР,Э	КР,Э	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	504/14	252/7	252/7

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2.

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль	
		1	2
Контактная работа (по видам учебных занятий)	36	20	16
В том числе:			
– лекции (Л)	16	8	8
– практические занятия (ПЗ)	8	4	4
– лабораторные работы (ЛР)	12	4	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	450	227	223
Контроль	18	9	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	КР,Э	Э	КР, Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	504/14	252/7	252/7

## 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
<b>Модуль 1</b>			
1.	<b>Основные положения теории электромеханических преобразователей энергии.</b>	<p><b>Лекция №1.</b> Основные положения теории электромеханического преобразования энергии. Законы электромеханического преобразования энергии. Энергетические соотношения.</p> <p><b>Лекция №2.</b> Назначение, конструктивные схемы, классификация электрических машин, эксплуатационные требования к ним.</p> <p>Практическое занятие №1 «Электромеханические преобразователи энергии»</p>	<b>ОПК-4.1.2</b> <b>ОПК-4.2.2</b> <b>ОПК-4.3.2</b>
2.	<b>«Трансформаторы»</b>	<p><b>Лекция №3.</b> Трансформаторы. Классификация, устройство и принцип действия трансформаторов. Электромагнитные процессы в трансформаторе. (4 часа)</p> <p><b>Лекция №4.</b> Векторные диаграммы трансформатора под нагрузкой. Внешняя характеристика. Потери и КПД. (4 часа)</p> <p><b>Лекция № 5.</b> Трехфазные трансформаторы и автотрансформаторы энергетических систем. Группы соединения трансформаторов. (4 часа)</p> <p>Практическое занятие № 2 <i>Экспериментальное определение параметров и потерь трансформатора.</i>(4 часа)</p> <p>Практическое занятие № 3 <i>Параллельное включение трансформаторов</i></p> <p>Лабораторная работа № 1 - «Исследование однофазного двухобмоточного трансформатора» (4 часа).</p>	<b>ОПК-4.1.2</b> <b>ОПК-4.2.2</b> <b>ОПК-4.3.2</b>

3.	«Общие вопросы теории электромеханических преобразователей энергии переменного тока»	<p><b>Лекция №6</b> Особенности конструкции электрических машин переменного тока. (4 часа)</p>	<p>ОПК-4.1.2 ОПК-4.2.2 ОПК-4.3.2</p>
4.	«Асинхронные машины»	<p><b>Лекция №7</b> Устройство и принцип действия асинхронной машины (АМ). Вращающееся магнитное поле. Генераторный, двигательный и тормозной режимы асинхронной машины. (6 часов)</p> <p><b>Лекция №8.</b> Уравнения намагничивающих сил и ЭДС. Электромагнитный момент АМ. Механическая характеристика, пуск и регулирование частоты вращения асинхронной машины (6 часов)</p> <p>Практическое занятие № 4 - «Электромагнитные процессы в электрических цепях асинхронной машины при нагрузке» (4 часа)</p> <p>Практическое занятие № 5 - «Пуск и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей» (4 часа)</p> <p>Лабораторная работа № 2 - «Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором» (4 часа)</p> <p>Лабораторная работа № 3 - «Исследование трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором» (4 часа)</p>	<p>ОПК-4.1.2 ОПК-4.2.2 ОПК-4.3.2</p> <p>ОПК-4.1.2 ОПК-4.2.2 ОПК-4.3.2</p> <p>ОПК-4.1.2 ОПК-4.2.2 ОПК-4.3.2</p>
<b>Модуль 2</b>			
5.	«Синхронные машины»	<p><b>Лекция № 1.</b> Устройство, принцип действия и физические особенности работы синхронной машины. (4 часа)</p> <p><b>Лекция № 2.</b> Работа синхронной машины в режиме генератора.(4 часа)</p> <p><b>Лекция № 3.</b> Векторные диаграммы трехфазного синхронного генератора при симметричной нагрузке. Диаграмма Потье.(6 часов)</p> <p><b>Лекция № 4.</b> Параллельная работа СГ с сетью бесконечно большой мощности. Условия включения СГ на параллельную работу с сетью.(4 часа)</p> <p><b>Лекция № 5.</b> Синхронные двигатели (СД).Физическое представление о работе СД. Пуск СД. (4 часа)</p> <p><b>Лекция № 6.</b> Синхронные компенсаторы. (4 часа)</p>	<p>ОПК-4.1.2 ОПК-4.2.2 ОПК-4.3.2</p>

		<p><b>Лекция № 7.</b> Потери и КПД. Несимметричные режимы работы СГ.(4 часа)</p> <p><b>Лекция № 8..</b> Динамическая устойчивость СМ. Внезапное короткое замыкание СМ.(4 часа)</p>	
		<p>Практическое занятие № 1 - «<b>Электромагнитные процессы в синхронной машине при холостом ходе</b>» «<b>Магнитодвижущая сила, магнитное поле ЭДС</b>» (6 часов)</p> <p>Практическое занятие № 2- «<b>Электромеханическое преобразование энергии в синхронной машине</b>» (4 часа)</p> <p>Практическое занятие № 3 - «<b>Параллельная работа синхронных машин</b>» (6 часов)</p>	<p>ОПК-4.1.2</p> <p><b>ОПК-4.2.2</b></p> <p>ОПК-4.3.2</p>
		<p>Лабораторная работа № 1 - «<b>Пуск синхронного двигателя. Способы синхронизации синхронной машины с сетью большой мощности.</b>»</p> <p>Лабораторная работа № 2 - «<b>Характеристики постоянной мощности. Рабочие характеристики синхронного двигателя</b>»</p> <p>Лабораторная работа № 3 - «<b>Рабочие характеристики трехфазного синхронного генератора</b>»</p> <p>Лабораторная работа № 4 - «<b>Определение индуктивного сопротивления рассеяния по реактивному треугольнику. Построение диаграммы э.н.с. трехфазного синхронного генератора</b>»</p>	<p>ОПК-4.1.2</p> <p><b>ОПК-4.2.2</b></p> <p>ОПК-4.3.2</p>
6.	<b>«Машины постоянного тока»</b>	<p><b>Лекция №9.</b> Устройство и принцип действия машины постоянного тока. (МПТ). (4 часа)</p> <p><b>Лекция №10.</b> Магнитная цепь МПТ.(4 часа)</p> <p><b>Лекция №11.</b> Генераторы постоянного тока. Способы возбуждения. Характеристики. Условия самовозбуждения ГПТ. (4 часа)</p> <p><b>Лекция №12.</b> Работа МПТ в режиме двигателя. Рабочие характеристики ДПТ. (4 часа)</p> <p><b>Лекция №13</b> Пуск и регулирование частоты вращения ДПТ.(6 часов)</p> <p><b>Лекция №14.</b> Торможение ДПТ.(4 часа)</p> <p><b>Лекция №15.</b> Коммутация электрических машин. (4 часа)</p> <p><b>Лекция №16.</b> Специальные машины постоянного тока.(2 часа)</p>	<p>ОПК-4.1.2</p> <p><b>ОПК-4.2.2</b></p> <p>ОПК-4.3.2</p>
		Практическое занятие № 1 « <b>Электромеханическое преобразование</b> »	ОПК-4.1.2

	<p><b>«Энергии в машине постоянного тока» (4 часа)</b>  <b>Практическое занятие № 2 «Генераторы постоянного тока» (6 часов)</b>  <b>Практическое занятие № 3 «Двигатели постоянного тока» (6 часов)</b></p> <p><b>Лабораторная работа № 5 «Исследование генератора постоянного тока при различных способах возбуждения» (4 часа)</b>  <b>Лабораторная работа № 6 «Исследование двигателя последовательного возбуждения» (4 часа)</b></p>	<b>ОПК-4.2.2</b> <b>ОПК-4.3.2</b>
		<b>ОПК-4.1.2</b> <b>ОПК-4.2.2</b> <b>ОПК-4.3.2</b>

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

Таблица 5.2.

<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.	Основные положения теории электромеханических преобразователей энергии.	4	2	---	10	16
2.	«Трансформаторы»	12	6	8	40	66
3.	«Общие вопросы теории электромеханических преобразователей энергии переменного тока»	4	--	--	10	18
4.	«Асинхронные машины»	12	8	8	92	116
5.	«Синхронные машины»	32	16	8	52	108
6.	«Машины постоянного тока»	32	16	8	52	108
	<b>Итого</b>	96	48	32	256	432
	<b>Контроль</b>					<b>72</b>
	<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>					<b>504</b>

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.3.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные положения теории электромеханических преобразователей энергии.	1	-	-	10	11
2.	«Трансформаторы»	3	2	2	50	57
3.	«Общие вопросы теории электромеханических преобразователей энергии переменного тока»	2	-	-	2	4
4.	«Асинхронные машины»	4	2	2	165	173
5.	«Синхронные машины»	2	2	4	100	108
6.	«Машины постоянного тока»	4	2	4	123	133
	<b>Итого</b>	16	8	12	450	486
	<b>Контроль</b>					18
	<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>					504

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

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлен 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 бакалавриата по дисциплине**

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные 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 лаборатории кафедры: лаборатория «Электрические машины и трансформаторы», лаборатория «Электромонтажной практики», лаборатория «Электрооборудование», лаборатория «Электропривод», оснащенные следующими приборами и установками, используемыми в учебном процессе:

- специализированными измерительными средствами (амперметрами, вольтметрами, фазометрами, ваттметрами, генераторами, источниками питания, осциллографами);
- лабораторными учебными стендами.

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. Давидчук Г. А. Электрические машины и трансформаторы: учеб. пособие. Ч. 1 / Г. А. Давидчук, А. М. Лебедев. – СПб.: ПГУПС, 2008. – 101 с.
2. Давидчук Г. А. Электрические машины и трансформаторы: учеб. пособие. Ч. 2 / Г. А. Давидчук, А. М. Лебедев. – СПб.: ПГУПС, 2010. – 57 с.
3. Епифанов А. П. Электрические машины / А. П. Епифанов. – СПб.: Лань, 2009. – 272 с. – ЭБС Лань.
4. Проектирование преобразовательных трансформаторов. Методические указания к курсовому проектированию. / Г.А. Попов, А.В. Колесова. СПб.: ПГУПС, 2010. – 47 с.
5. Расчет асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором: учеб. пособие / С.Л. Колесов, А.В. Колесова. – СПб. ПГУПС, 2013 – 222 с
6. Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. «Электрические машины»: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1990. – 281 с.
7. Кацман М.М. «Электрические машины». – М.: Высшая школа, 2001. – 325 с.
8. Электрические машины. Машины переменного тока [Текст] : учеб. для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - М. ; СПб. ; Нижний Новгород : Питер, 2007. - 349 с.
9. Электрические машины: введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учеб. / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - М. ; СПб. ; Нижний Новгород : Питер, 2008. - 319 с
10. Ватаев А.С. Электрические машины и трансформаторы: учебное пособие / Ватаев А.С., Давидчук Г.А., Лебедев А.М.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 196 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

\_\_\_\_\_ А.В. Давыдова

\_\_\_\_\_ 2025 г.