

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

Кафедра «Электротехника и теплоэнергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

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
2023

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.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
	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:

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль	
		1	2
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, 3	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
Семестр 2 (1 модуль)			
1	Общие вопросы тягового электромашиностроения	<p>Практическое занятие №1. Классификация и эксплуатационные свойства тяговых электрических машин.</p> <p>Практическое занятие №2 Тяговый двигатель как машина предельной мощности.</p> <p>Практическое занятие №3 (4 часа) Особенности конструкции тяговых электрических машин. Электротехнические материалы, используемые в тяговых двигателях.</p> <p>Практическое занятие №4 Коэффициент полезного действия и потери в тяговом двигателе.</p> <p>Практическое занятие №5 Нагревание и охлаждение тяговых электрических машин. Допустимые превышения температур.</p> <p>Практическое занятие №6. Вентиляция тяговых двигателей. Самовентиляция. Независимая вентиляция. Жидкостные системы охлаждения.</p> <p>Практическое занятие №7 Принципы</p>	<p>ПК-1.1.1.</p> <p>ПК-1.2.1</p>

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

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

Для заочной формы обучения:

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

		Самостоятельная работа <i>Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы</i> <i>Опережающая самоподготовка с использованием рекомендованной литературы</i>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1
2	Тяговые электрические машины постоянного и пульсирующего тока	Лекция №3. Тяговые двигатели постоянного тока. Лекция №4. Тяговые двигатели пульсирующего тока. Практическое занятие №3 Коммутация электрических машин при установившихся процессах. Механические причины искрения. Критерии оценки качества коммутации. Электромагнитные причины искрения.	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1 ПК-1.3.3.
		Самостоятельная работа <i>Опережающая самоподготовка с использованием рекомендованной литературы</i> <i>Подготовка к зачету</i>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1 ПК-1.3.3.
2 модуль			
3	Тяговые электрические машины переменного тока	Лекция №5. Асинхронные тяговые двигатели Лекция №6 Особенности работы электрических машин переменного тока при питании от преобразователя частоты Лекция №7. Вентильные тяговые двигатели с электромагнитным возбуждением.	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1
		Практическое занятие №4 (4 часа): Расчет характеристик тяговых асинхронных машин	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1 ПК-1.3.3.
		Самостоятельная работа <i>Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы</i>	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1
5	Экспериментальные исследования тяговых электрических машин	Лабораторная работа №1. Измерение сопротивления обмоток при постоянном токе в холодном состоянии» Лабораторная работа №2. Исследование способов регулирования частоты вращения двигателя независимого возбуждения	ПК-1.1.1. ПК-1.2.1 ПК-1.3.3.
		Самостоятельная работа <i>Подготовка отчетов по лабораторным работам, подготовка к защите лабораторных работ</i> <i>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	Общие вопросы тягового электромашиностроения	---	16	---	18	34
2	Тяговые электрические машины постоянного и пульсирующего тока	---	16	---	18	34
3	Тяговые электрические машины переменного тока	12	16	---	20	48

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

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Общие вопросы тягового электромашиностроения	4	4	---	20	28
2	Тяговые электрические машины постоянного и пульсирующего тока	4	2	---	40	46
3	Тяговые электрические машины переменного тока	6	4	---	40	50
4	Экспериментальные исследования тяговых электрических машин		---	4	75	79
	Итого	14	10	4	175	203
Контроль						13
Всего (общая трудоемкость, час.)						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 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 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,
доцент
«27» апреля 2023 г.

А.С. Ватаев