ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

"ТЯГОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ" (Б1.В.ОД.5)

для направления

13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника"

по магистерской программе "Электрический транспорт"

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург

2018



**1 Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС, утвержденным "21" ноября 2014 г., приказ № 1500 по направлению 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника", по дисциплине «Тяговые электрические машины».

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 начальным навыкам научно-исследовательской работы в области тяговых электрических машин и трансформаторов.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются: приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ:** устройство, теорию рабочих процессов, характеристики и способы управления тяговыми электрическими машинами и трансформаторами;

**УМЕТЬ:** анализировать процессы в тяговых электрических машинах с использованием математического аппарата инженера (бакалавра) и современной вычислительной техники;

**ВЛАДЕТЬ:** методами расчета установившихся и переходных процессов в тяговых электрических машинах и трансформаторах, методами выбора электрических машин и трансформаторов для типовых систем электрического транспорта, методами оценки и выбора рациональных технологических режимов эксплуатации оборудования (тяговых электрических машин и трансформаторов), методами расчетно-конструкторских и проектных работ.

Приобретенные знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечнем по видам профессиональной деятельности в п.2.4 основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК)**, соответствующих видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры:

проектно-конструкторская деятельность:

* способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности (ПК-9);

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п.2.1 ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п.2.2 ОПОП.

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

Дисциплина "Тяговые электрические машины" (Б1.В.ОД.5) относится к вариативной части и является обязательной дисциплиной.

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

Для очной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| **1** | **2** | **3** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)В том числе: | 90 | 36 | 54 |  |
| * лекции (Л)
 | 18 | – | 18 |  |
| * практические занятия (ПЗ)
 | 36 | – | 36 |  |
| * лабораторные работы (ЛР)
 | 36 | 36 | – |  |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 63 | 54 | 9 |  |
| Контроль | 27 | – | 27 |  |
| Форма контроля знаний | З, Э | З | Э |  |
| Общая трудоемкость час/з.е. | 180/5 | 90/2,5 | 90/2,5 |  |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Курс** |
| **1** | **2** | **3** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)В том числе: | 32 | 32 |  |  |
| * лекции (Л)
 | 8 | 8 |  |  |
| * практические занятия (ПЗ)
 | 12 | 12 |  |  |
| * лабораторные работы (ЛР)
 | 12 | 12 |  |  |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 135 | 135 |  |  |
| Контроль | 13 | 13 |  |  |
| Форма контроля знаний | З, Э | З, Э |  |  |
| Общая трудоемкость час/з.е. | 180/5 | 180/5 |  |  |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание разделов дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| 1 | Общие вопросы курса тяговые электрические машины | Классификация тяговых электрических машин. Исторический обзор развития тягового электромашиностроения. Особенности конструкции тяговых двигателей. Электротехнические материалы, используемые в тяговых двигателях. |
| 2 | Характеристики и свойства тяговых двигателей | Номинальные и предельные данные тяговых двигателей. Магнитные и нагрузочные характеристики тягового электродвигателя. Рабочие характеристики двигателей. Коэффициент полезного действия и потери в двигателе. Принципы регулирования режимов работы тяговых двигателей. |
| 3 | Особенности работы тяговых электрических машин постоянного тока | Критерии оценки качества коммутации. Коммутация при установившихся процессах. Электромагнитные причины искрения. Круговой огонь на коллекторе тяговых двигателей. Дополнительные полюсы и компенсация ими реактивной эдс. Потенциальные условия на коллекторе. Способы повышения потенциальной устойчивости. Компенсационная обмотка и ее влияние на потенциальные условия. |
| 4 | Тяговые электрические машины пульсирующего тока | Тяговые двигатели пульсирующего тока. Внешние способы сглаживания пульсации. Коммутация переменной составляющей тока. Переменная составляющая момента. Особенности коммутационного процесса двигателей пульсирующего тока. Способы улучшения коммутации тяговых двигателей пульсирующего тока. |
| 5 | Неустановившиеся процессы в цепи тяговых двигателей | Влияние вихревых потоков в магнитопроводах на протекание переходных процессов. Влияние индуктивности обмоток тяговых машин на переходные процессы. Влияние параметров внешних цепей на переходные процессы. Мероприятия, направленные на облегчение протекания переходных процессов. |
| 6 | Нагревание и охлаждение тяговых электрических машин | Допустимые превышения температур. Классическая теория нагревания однородного твердого тела. Расчет нагревания обмотки якоря. Вентиляция тяговых двигателей. Самовентилирующиеся машины. Независимая вентиляция. Расчет вентиляции тяговых электрических машин. |
| 7 | Тяговые электрические машины переменного тока | Тяговые двигатели переменного тока. Вентильные тяговые двигатели. Асинхронные двигатели. Формы фазных токов и напряжений. Моменты от высших временных гармоник тока и потока одного порядка. Коэффициент мощности и кпд. Принцип регулирования асинхронного тягового двигателя. Статическая устойчивость асинхронных тяговых двигателей. Особенности конструкции асинхронных тяговых двигателей. Особенности конструкции и перспективы применения линейных двигателей. |
| 8 | Вспомогательные машины и машинные преобразователи | Назначение вспомогательных машин. Особенности конструкции вспомогательных машин ЭПС постоянного тока. Вспомогательные машины ЭПС переменного тока. |
| 9 | Испытания тяговых электрических машин | Виды испытаний тяговых электрических машин. Нагрузка испытуемых машин. Стенды для испытаний. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование разделов дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Общие вопросы курса тяговые электрические машины | 2 | 4 | 2 | 4 |
| 2 | Характеристики и свойства тяговых двигателей | 2 | 4 | 2 | 4 |
| 3 | Особенности работы тяговых электрических машин постоянного тока | 2 | – | 2 | 8 |
| 4 | Тяговые электрические машины пульсирующего тока | 2 | – | 2 | 8 |
| 5 | Неустановившиеся процессы в цепи тяговых двигателей | 2 | 8 | 4 | 8 |
| 6 | Нагревание и охлаждение тяговых электрических машин | 2 | 8 | 6 | 6 |
| 7 | Тяговые электрические машины переменного тока | 4 | 8 | 8 | 13 |
| 8 | Вспомогательные машины и машинные преобразователи | 1 | 4 | 2 | 6 |
| 9 | Испытания тяговых электрических машин | 1 | – | 8 | 6 |
| **Итого** | 18 | 36 | 36 | 63 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование разделов дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Общие вопросы курса тяговые электрические машины | 1 | 2 | – | 10 |
| 2 | Характеристики и свойства тяговых двигателей | 1 | 2 | 2 | 12 |
| 3 | Особенности работы тяговых электрических машин постоянного тока | 2 | – | – | 16 |
| 4 | Тяговые электрические машины пульсирующего тока | – | – | 2 | 16 |
| 5 | Неустановившиеся процессы в цепи тяговых двигателей | 1 | 2 | – | 16 |
| 6 | Нагревание и охлаждение тяговых электрических машин | 1 | 2 | 2 | 16 |
| 7 | Тяговые электрические машины переменного тока | 2 | 4 | 2 | 19 |
| 8 | Вспомогательные машины и машинные преобразователи | – | – | – | 12 |
| 9 | Испытания тяговых электрических машин | – | – | 4 | 18 |
| **Итого** | 8 | 12 | 12 | 135 |

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Общие вопросы курса тяговые электрические машины | **Петербургский государственный университет путей сообщения. Каф. "Электромеханические комплексы и системы" (ЭМКС).** Тяговые электрические машины [Электронный учебно-методический комплекс] : учебно-методический комплекс / ПГУПС. - СПб : ПГУПС, 2009адрес сайта http://pgups.com**Петербургский государственный университет путей сообщения. Каф. "Электромеханические комплексы и системы" (ЭМКС).** Тяговые электрические машины и трансформаторы [Электронный учебно-методический комплекс] : учебно-методический комплекс / ПГУПС. - СПб : ПГУПС, 2009. - адрес сайта http://pgups.com. **Смирнов, Александр Александрович**. 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.**Захарченко, Д. Д.** Тяговые электрические машины [Текст] : Учеб. по спец.железнодорожного транспорта / Д. Д. Захарченко, Н. А. Ротанов. - М. : Транспорт, 1991. - 343с. |
| 2 | Характеристики и свойства тяговых двигателей |
| 3 | Особенности работы тяговых электрических машин постоянного тока |
| 4 | Тяговые электрические машины пульсирующего тока |
| 5 | Неустановившиеся процессы в цепи тяговых двигателей |
| 6 | Нагревание и охлаждение тяговых электрических машин |
| 7 | Тяговые электрические машины переменного тока |
| 8 | Вспомогательные машины и машинные преобразователи |
| 9 | Испытания тяговых электрических машин |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. 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.

2. 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.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. М.: Академия, – 2004. – 248 с.

2. Котеленец Н.Ф., Акимова Н.А., Антонов М.В. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин. М.: Академия. – 2003. – 384 с.

3. Скобелев В.Е. Двигатели пульсирующего тока. Л.: Энергоатомиздат. – 1985. – 208 с.

4. Курбасов А.С., Седов В.И., Сорин Л.Н. Проектирование тяговых двигателей. М.: Транспорт. – 1997. – 535 с.

5. Гольдберг О.Д. Переходные процессы в электрических машинах. М.: Высшая школа. – 2009. – 387 с.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

При освоении данной дисциплины нормативно-правовая документация не используется.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

При освоении данной дисциплины другие издания не используются.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

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. Электронная библиотечная система ЛАНЬ [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.

3. Электронная бибилиотечная система ibooks («Айбукс») [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibooks.ru/home.php?routine=boolshelf> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

4. Электронная библиотека ЮРАЙТ [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblio-online.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

5. Электронная библиотека «Единое окно к образовательным ресурсам» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru> свободный.

**10. 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 с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 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 (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

**11. Перечень информационных технологий, используемых при**

**осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

1. Технические средства обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска).
2. Методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов).
3. Электронная информационно-образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru>

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы: операционная система Windows, пакет MS Office.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по данной дисциплине, соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий, предусмотренных учебным планом для данной дисциплины.

Она содержит:

1. Для проведения занятий лекционного и семинарского типа – учебные аудитории, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационным оборудованием), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Как правило, для занятий данного типа используются учебные аудитории кафедры (ауд. 5-303, 6-209а).
2. Для проведения лабораторных работ – учебные лаборатории, оснащенные специализированной мебелью и лабораторным оборудованием (ауд. 5-201, 5-203, 5-205, 5-206, 5-301, 6-209, 6-401, 7-128).
3. Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – учебные аудитории кафедры или Университета, оснащенные специализированной мебелью.

