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"

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

"ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ПРИВОДА

ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА" (Б1.В.ДВ.2-2)

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 «Перспективные системы тягового привода электрического транспорта».

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

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

– формирование у магистрантов углубленных теоретических знаний о законах, методах анализа и расчета тяговых электропривода перспективных систем рельсового и безрельсового транспорта;

– формирование у магистрантов расширенных знаний о принципах действия, параметрах, характеристиках основных функциональных элементов перспективных систем тягового привода и способах управления ими;

– обучение магистрантов начальным навыкам научно-исследовательской работы в области перспективных систем тягового привода.

**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 тяговым приводом перспективного электрического транспорта;

**УМЕТЬ:** анализировать процессы в тяговом приводе с использованием математического аппарата инженера (бакалавра) и современной вычислительной техники;

**ВЛАДЕТЬ:** методами расчета установившихся и переходных процессов в тяговых приводах, методами оценки и выбора рациональных технологических режимов эксплуатации тяговых приводов, 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:

* способностью владеть приемами и методами работы с персоналом, методами оценки качества и результативности труда персонала, обеспечения требований безопасности жизнедеятельности (ПК-17).

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 "Перспективные системы тягового привода электрического транспорта" (Б1.В.ДВ.2.2) относится к вариативной части и является дисциплиной по выбору обучающегося.

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

Для очной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| **2** | **3** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)В том числе: | 72 | 36–36– | 36 |
| * лекции (Л)
 | 18 | 18 |
| * практические занятия (ПЗ)
 | 54 | 18 |
| * лабораторные работы (ЛР)
 | – | – |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 216 | 54 | 162 |
| Контроль | – | – | – |
| Форма контроля знаний | З, З\* | З | З\* |
| Общая трудоемкость час/з.е. | 288/8 | 90/2,5 | 198/5,5 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Курс** |
| **2** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)В том числе: | 16 | 1688– |
| * лекции (Л)
 | 8 |
| * практические занятия (ПЗ)
 | 8 |
| * лабораторные работы (ЛР)
 | – |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 264 | 264 |
| Контроль | 8 | 8 |
| Форма контроля знаний | З, З\* | З, З\* |
| Общая трудоемкость час/з.е. | 288/8 | 288/8 |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание разделов дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| 1 | Общие вопросы курса перспективные системы тягового привода электрического транспорта | 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 перспективные системы тягового привода электрического транспорта | 2 | 6 | – | 14 |
| 2 | Характеристики и свойства тяговых двигателей | 2 | 6 | – | 14 |
| 3 | Особенности работы тяговых электрических машин постоянного тока | 2 | – | – | 26 |
| 4 | Тяговые электрические машины пульсирующего тока | 2 | – | – | 28 |
| 5 | Неустановившиеся процессы в цепи тяговых двигателей | 2 | 12 | – | 30 |
| 6 | Нагревание и охлаждение тяговых электрических машин | 2 | 12 | – | 24 |
| 7 | Тяговые электрические машины переменного тока | 4 | 12 | – | 40 |
| 8 | Вспомогательные машины и машинные преобразователи | 1 | 6 | – | 20 |
| 9 | Испытания тяговых электрических машин | 1 | – | – | 20 |
| **Итого** | 18 | 54 | – | 216 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование разделов дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Общие вопросы курса перспективные системы тягового привода электрического транспорта | 1 | – | – | 19 |
| 2 | Характеристики и свойства тяговых двигателей | 1 | 2 | – | 19 |
| 3 | Особенности работы тяговых электрических машин постоянного тока | 2 | – | – | 31 |
| 4 | Тяговые электрические машины пульсирующего тока | – | – | – | 33 |
| 5 | Неустановившиеся процессы в цепи тяговых двигателей | 1 | 2 | – | 36 |
| 6 | Нагревание и охлаждение тяговых электрических машин | 1 | 2 |  | 30 |
| 7 | Тяговые электрические машины переменного тока | 2 | 2 |  | 46 |
| 8 | Вспомогательные машины и машинные преобразователи | – | – |  | 25 |
| 9 | Испытания тяговых электрических машин | – | – |  | 25 |
| **Итого** | 8 | 8 | – | 264 |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Общие вопросы курса перспективные системы тягового привода электрического транспорта | **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. Высокоскоростной наземный транспорт с линейным приводом и магнитным подвесом. Под ред. В.И. Бочарова и В.Д. Нагорского. М. : Транспорт, 1985. – 279 с.

 2. Транспорт с магнитным подвесом. Под ред. В.Д. Нагорского. М.: Машиностроение, 1992. – 314 с.

 3. Сика З.К., Куркалов И.И., Петров Б.А. Электродинамическая левитация и линейные синхронные двигатели транспортных систем. Рига: Зинатне, 1988. – 258 с.

 4. Веселовский О.Н., Коняев Ю.А., Сарапулов Ф.Н. Линейные асинхронные двигатели. М.: Энергоатомиздат, 1991. – 232 с.

 5. Ямамура С. Теория линейных асинхронных двигателей. Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 264 с.

 6. Сарапулов Ф.Н., Сарапулов Ф.Ф., Шимчак П. Метематические модели линейных асинхронных двигателей. Екатеринбург: Издательство УПИ, 1999. – 367 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 [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibooks.ru/>

**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.
4. Для самостоятельной работы обучающихся – помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета (компьютерные классы Университета).
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Разработчик программы –

профессор кафедры

"Теоретические

основы электротехники" В.В. Никитин