

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

Кафедра «Электрическая тяга»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

disciplines

Б1.В.8 «ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА»

для направления подготовки бакалавров

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 «Электрическая тяга»
Протокол № 6 от «13» января 2025 г.

Заведующий кафедрой
«Электрическая тяга»
«13» января 2025 г.

A.M. Евстафьев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
«13» января 2025 г.

A.E. Цаплин

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Электрооборудование электрического транспорта» (Б1.В.8) (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 2018г., приказ Минобрнауки России № 144, с учетом требований работодателя ГУП «Петербургский метрополитен» к выпускнику бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электрический транспорт».

Целью изучения дисциплины является освоение студентами конструкции, принципа действия, основ расчёта тяговых аппаратов и электрооборудования, работы их в электрической схеме электроподвижного состава.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение основных принципов управления электрическими машинами электроподвижного состава;
- изучение принципов расчёта характеристик электроподвижного состава в режиме тяги и электрического торможения;
- изучение принципов действия и расчёта преобразователей электроподвижного состава;
- изучение конструкции, принципа действия, характеристик и основ расчёта тяговых электрических аппаратов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе магистратуры 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.

В рамках изучения дисциплины (модуля) осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков.

| Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ПК-1: Выполнение отчета о проведенном обследовании оборудования, для которого разрабатывается система электропривода | |
| ПК-1.3.1. Знает техническую документацию на оборудование, для которого разрабатывается система электропривода. | Обучающийся: - разбирается в технической документации на оборудование, для которого разрабатывается система электропривода электропоездов и электропоездов. |
| ПК-2: Выполнение технического задания на разработку системы электропривода | |

| Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ПК-2.2.3 Умеет выполнять необходимые расчеты для оформления технического задания на разработку проекта системы электропривода | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет выполнять расчеты для оформления технического задания на разработку проекта системы электропривода электровозов и электропоездов. |
| ПК-2.3.1 Знает материалы для составления технического задания на разработку проекта системы электропривода. | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знает необходимые для составления технического задания на разработку проекта системы электропривода материалы. |
| ПК-3: Выполнение комплекта конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода | |
| ПК-3.1.2 Знает методики выполнения расчетов для эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода. | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знает методики необходимые для выполнения расчетов для эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода на железнодорожном транспорте. |
| ПК-3.2.3 Умеет выполнять расчеты для эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода. | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет выполнять расчеты для эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода электровозов и электропоездов. |
| ПК-4: Разработка простых узлов, блоков системы электропривода | |
| ПК-4.1.2 Знает требования нормативных документов к устройству простых узлов, блоков системы электропривода. | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знает требования нормативных документов к устройству простых узлов, блоков системы электропривода электроподвижного состава. |
| ПК-4.1.5 Знает типовые проектные решения по простым узлам, блокам системы электропривода, аналогичным подлежащим разработке. | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знает и умеет применять типовые проектные решения по простым узлам, блокам системы электропривода электроподвижного состава, аналогичным подлежащим разработке. |

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

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр 7 |
|--|-------------|--------------|
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 64 | 64 |
| В том числе: | | |
| – лекции (Л) | 32 | 32 |
| – практические занятия (ПЗ) | 16 | 16 |
| – лабораторные работы (ЛР) | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 116 | 116 |
| Контроль | 36 | 36 |
| Форма контроля (промежуточной аттестации) | Э | Э |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 216/6 | 216/6 |

Для заочной формы

| Вид учебной работы | Всего часов | Курс 5 |
|--|-------------|-----------|
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 16 | 16 |
| В том числе: | | |
| – лекции (Л) | 8 | 8 |
| – практические занятия (ПЗ) | 4 | 4 |
| – лабораторные работы (ЛР) | 4 | 4 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 191 | 191 |
| Контроль | 9 | 9 |
| Форма контроля (промежуточной аттестации) | Э | Э |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 216/6 | 216/6 |

Примечания: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З*), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)).

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|----------|---|--|--|
| 1 | Системы управления электроподвижного состава с коллекторными тяговыми двигателями режиме электрического торможения в | Лекции: 1. Условия электрического торможения. 2. Требования к системам электрического торможения. 3. Реостатное торможение при последовательном возбуждении тяговых машин. 4. Реостатное торможение при независимом возбуждении тяговых машин. 5. Торможение противовключением. 6. Рекуперативное торможение ЭПС постоянного тока. 7. Рекуперативно-реостатное торможение. 8. Рекуперативное торможение ЭПС переменного тока. Зонно-фазовое регулирование. | ПК-1.3.1 ПК-2.2.3 ПК-2.3.1 ПК-3.1.1 ПК-3.1.2 ПК-3.2.3 ПК-4.1.5 ПК-4.3.1 |

| | | | |
|---|--|--|--|
| | | <p>Лабораторные работы:</p> <p>Лабораторная работа №15. Внешние характеристики выпрямителя электровоза ВЛ80С</p> <p>Практические работы:</p> <p>Типовая задача № 1 – Расчёт нажатия и ширины контактов.</p> <p>Самостоятельная работа:</p> <p>Изучить теоретический материал, посвященный системам управления электроподвижного состава с коллекторными тяговыми двигателями в режиме электрического торможения</p> | |
| 2 | Системы управления ЭПС с бесколлекторными тяговыми двигателями | <p>Лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> Сравнение технико-экономических показателей коллекторных и асинхронных тяговых двигателей. Характеристики асинхронных ТЭД при частотном регулировании. Структурные схемы ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями. Работа асинхронного двигателя с инвертором тока. Работа асинхронного двигателя с инвертором напряжения. Назначение и принцип действия четырёхквадрантного преобразователя. Принципы управления асинхронными тяговыми двигателями. Системы управления ЭПС с вентильными двигателями. <p>Лабораторные работы:</p> <p>Лабораторная работа №16. Регулирование напряжения на тяговых двигателях электропоезда ЭД9М.</p> <p>Практические работы:</p> <p>Типовая задача № 2 - Расчёт дугогасительного устройства.</p> <p>Самостоятельная работа:</p> <p>Изучить теоретический материал, посвященный системам управления ЭПС с бесколлекторными тяговыми двигателями</p> | ПК-1.3.1 ПК-2.2.3 ПК-2.3.1 ПК-3.1.1 ПК-3.1.2 ПК-3.2.3 ПК-4.1.5 ПК-4.3.1 |
| 3 | Тяговые электрические аппараты | <p>Лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> Классификация тяговых аппаратов и общие технические требования. Нагревание и охлаждение тяговых электрических аппаратов. Электрические контакты конструкция и условия их работы. Характеристики электрической дуги. Гашение электрической дуги в цепи постоянного тока. | ПК-1.3.1 ПК-2.2.3 ПК-2.3.1 ПК-3.1.1 ПК-3.1.2 ПК-3.2.3 ПК-4.1.5 ПК-4.3.1 |

| | | | |
|---|--|--|--|
| | | <p>6. Повторные зажигания электрической дуги. 7. Шунтирование электрической дуги резистором. 8. Отключающая способность электрического аппарата. 9. Гашение электрической дуги в цепи переменного тока. 10. Токоприёмники. 11. Аппараты защиты. Быстродействующие и главные выключатели, предохранители, разрядники, ограничители перенапряжений. 12. Коммутационные аппараты силовой цепи. Контакторы, переключатели, силовые контроллеры. 13. Электрический монтаж и правила его выполнения.</p> <p>Лабораторные работы: Лабораторная работа №17. Исследование тягового трансформатора с регулированием на стороне высшего напряжения.</p> <p>Практические работы: Типовая задача № 3 - Расчёт пневматического привода и расчёт механической части электромагнитного контактора.</p> <p>Самостоятельная работа: Изучить теоретический материал, посвященный тяговым электрическим аппаратам на электроподвижном составе.</p> | |
| 4 | Вспомогательные цепи электроподвижного состава | <p>Лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вспомогательные цепи с коллекторными с коллекторными двигателями. 2. Вспомогательные цепи с асинхронными двигателями. 3. Цепи управления электроподвижного состава. Источники питания, коммутационные аппараты и аппараты защиты. <p>Лабораторные работы:</p> <p>Лабораторная работа №31. Характеристики тяговых электродвигателей постоянного тока.</p> <p>Практические работы:</p> <p>Типовая задача № 4 - Расчёт катушки электромагнитного контактора.</p> <p>Самостоятельная работа:</p> <p>Изучить теоретический материал, посвященный вспомогательным цепям электроподвижного состава</p> | ПК-1.3.1 ПК-2.2.3 ПК-2.3.1 ПК-3.1.1 ПК-3.1.2 ПК-3.2.3 ПК-4.1.5 ПК-4.3.1 |

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | ЛР | СРС | Всего |
|---|--|----|----|----|-----|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Системы управления электроподвижного состава с коллекторными тяговыми двигателями в режиме электрического торможения | 12 | 4 | 4 | 29 | 49 |
| 2 | Системы управления ЭПС с бесколлекторными тяговыми двигателями | 10 | 4 | 4 | 29 | 47 |
| 3 | Тяговые электрические аппараты | 6 | 4 | 4 | 29 | 43 |
| 4 | Вспомогательные цепи электроподвижного состава | 4 | 4 | 4 | 29 | 41 |
| Итого | | 32 | 16 | 16 | 116 | 180 |
| Контроль | | | | | | 36 |
| Всего (общая трудоемкость, час.) | | | | | | 216 |

Для заочной формы обучения:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | ЛР | СРС | Всего |
|---|--|---|----|----|-----|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Системы управления электроподвижного состава с коллекторными тяговыми двигателями в режиме электрического торможения | 2 | 1 | 1 | 48 | 52 |
| 2 | Системы управления ЭПС с бесколлекторными тяговыми двигателями | 2 | 1 | 1 | 48 | 52 |
| 3 | Тяговые электрические аппараты | 2 | 1 | 1 | 48 | 52 |
| 4 | Вспомогательные цепи электроподвижного состава | 2 | 1 | 1 | 47 | 51 |
| Итого | | 8 | 4 | 4 | 191 | 207 |
| Контроль | | | | | | 9 |
| Всего (общая трудоемкость, час.) | | | | | | 216 |

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

Оценочные средства по дисциплине является 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 средства по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры по дисциплине

8.1. Материально-техническая база соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Материально-техническая база содержит помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (настенным экраном с дистанционным управлением, маркерной доской, считывающим устройством для передачи информации в компьютер, мультимедийным проектором и другими информационно-демонстрационными средствами).

В случае отсутствия в аудитории технических средств обучения для предоставления учебной информации используется переносной проектор и маркерная доска (стена).

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий в виде презентаций (плакатов), которые обеспечивают тематические иллюстрации в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры «Лаборатория электрической тяги им. Профессора В.А. Шевалина» оборудованная следующими установками, используемыми в учебном процессе:

- зонно-фазовое регулирование напряжения в режиме тяги;
- привод групповых переключателей электровозов серии ЧС;
- внешние характеристики выпрямителя электровоза ВЛ80с;
- регулирование напряжения на тяговых двигателях электропоезда ЭД9м;
- исследование тягового трансформатора с регулированием на стороне высшего напряжения;
- поиск и устранение неисправностей в электрических цепях вагона метрополитена модели 81-717.5;
- поиск и устранение неисправностей в электрических цепях электровоза ЧС2;
- поиск и устранение неисправностей в электрических цепях электропоезда ЭД4м;
- исследование конструкции и работы быстродействующего выключателя.

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 и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- операционная система Windows;
- MS Office;
- Антивирус Касперского.

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

профессиональные базы данных при изучении дисциплины не используются.

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

информационные справочные системы при изучении дисциплины не используются.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Плакс А.В. Системы управления электрическим подвижным составом. М.: Маршрут, 2005, 360 с.
2. Мазнев А. С. Электрические аппараты и цепи подвижного состава. М.: «Академия», 2008 — 272 с.
3. Осипов С.И., Осипов С.С., Феоктистов В.П. Теория электрической тяги: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. СИ. Осипова. — М.: Маршрут, 2006 — 436 с.
4. Захарченко Д.Д. Тяговые электрические аппараты: Учеб. для вузов / Д.Д. Захарченко. - М. : Транспорт, 1991. - 247 с.

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

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. Электронно-библиотечная система «Лань». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.

Разработчик рабочей программы,
доцент
«13» января 2025 г.

И.А. Ролле