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**

*дисциплины*

«ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ» (Б1.В.ОД.3)

для направления

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по профилю

«Электрический транспорт»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург

2018

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры «Электрическая тяга»

Протокол № \_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 201 \_\_ г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Заведующий кафедрой «Электрическая тяга | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | А.М. Евстафьев |
| «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 201 \_\_ г. |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО |  |  |
| Руководитель ОПОП | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | А.М. Евстафьев |
| «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 201 \_\_ г. |  |  |
| Председатель методической комиссии факультета «Транспортные и энергетические системы»  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Д.Н. Курилкин |
| «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 201 \_\_ г. |  |  |

 **1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным «03» сентября 2015 г., приказ № 955 по направлению 13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника», по профилю «Электрический транспорт», по дисциплине «Электронные преобразователи».

Целью изучения дисциплины «Электронные преобразователи для электроподвижного состава» является обучение студентов принципу действия электронных преобразователей электроэнергии, анализу процессов в электронных преобразователях на основе полупроводниковых приборов в нормальных и аварийных режимах; устройству систем питания тяговых двигателей на основе преобразователей, Принципам построения преобразователей собственных нужд (бортовых цепей), навыкам самостоятельной работы с полупроводниковыми преобразователями, принципам моделирования на ЭВМ электромагнитных процессов в схемах преобразователей, применяющихся на электроподвижном составе (ЭПС).

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

* изучение принципа действия выпрямителей и электромагнитных процессов в них;
* изучение принципа действия импульсных преобразователей и электромагнитных процессов в них;
* изучение принципа действия инверторов и электромагнитных процессов в них;
* изучение принципа действия преобразователей переменно-переменного тока;
* изучение структурных и принципиальных схем преобразователей для питания тяговых электродвигателей ЭПС;
* изучение принципиальных и структурных схем преобразователей собственных нужд ЭПС (бортовых);
* изучение характеристик преобразователей электроэнергии;
* изучение основ расчета и конструирования преобразователей электроэнергии для ЭПС;
* изучение систем управления преобразователями;
* изучение тепловых процессов в преобразователях электроэнергии;
* изучение способов применения силовых полупроводниковых приборов в схемах преобразователей электрического подвижного состава;
* изучение принципов моделирования переходных процессов в преобразователях электроэнергии.

**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:**

* характеристики и условия эксплуатации электронных преобразователей для электроподвижного состава
* физические основы работы статических электронных преобразователей электроэнергии;

**уметь**:

* применять устройства преобразования электрической энергии на электроподвижном составе, включая методы и средства диагностирования, технического обслуживания и ремонта статических преобразователей;
* проектировать электронные преобразователи электроподвижного состава и его

**владеть**:

* методами анализа владением методами анализа электромагнитных процессов в статических преобразователях тяговых электроприводов;
* методами расчета и проектирования преобразовательных устройств подвижного состава;
* методами технического обслуживания и ремонта преобразовательных устройств электрического подвижного состава.

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

Изучение дисциплины направлено на формирование следующихкомпетенций:

- способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3),

- способность проводить обоснование проектных решений (ПК-4),

- готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5),

- способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6).

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 «Электронные преобразователи» (Б1.В.ОД.3) 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** |
| **5** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)В том числе:* лекции (Л)
* практические работы (ПР)
* лабораторные работы (ЛР)
 | 80343416 | 80343416 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 15 | 15 |
| Контроль | 9 | 9 |
| Форма контроля знаний | З, КП | З, КП |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 108/3 | 108/3 |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
|  | Содержание предмета «Электронные преобразователи для электроподвижного состава» | * + определение и структура дисциплины «Электронные преобразователи для электроподвижного состава»;
 |
|  | Классификация преобразователей электроэнергии | * + классификация преобразователей электроэнергии для электроподвижного состава;
	+ выпрямители и их разновидности;
	+ преобразователи постоянно-постоянного тока, импульсные преобразователи;
	+ инверторы;
	+ преобразователи переменно-переменного тока;
	+ тяговые преобразователи для ЭПС;
	+ преобразователи собственных нужд.
 |
|  | Выпрямители | * однополупериодный выпрямитель;
* двухполупериодный выпрямитель с нулевой точкой;
* однофазный мостовой выпрямитель;
* трехфазный нулевой выпрямитель;
* трехфазный мостовой выпрямитель (схема Ларионова);
* многофазные выпрямители;
* управляемые выпрямители;
* работа выпрямителей на активно-индуктивную нагрузку.
 |
|  | Преобразователи постоянно-постоянного тока  | * принцип импульсного регулирования;
* импульсные преобразователи на основе тиристоров. Узлы коммутации, энергообменные контура.
* импульсные преобразователи на основе транзисторов. Импульсное регулирование тяговых электродвигателей в тяге и торможении;
* Импульсное преобразователи со звеном переменного тока (DC-DC конверторы).
 |
|  | Инверторы | * ведомые сетью инверторы;
* выпрямительно- инверторные преобразователи;
* автономные инверторы тока. Инвертор с отсекающими диодами;
* автономные инверторы напряжения на основе тиристоров;
* автономные инверторы напряжения на основе транзисторов.
* алгоритмы управления автономными инверторами.
 |
|  | Преобразователи переменно-переменного тока  | * регуляторы переменного тока;
* непосредственные преобразователи частоты и числа фаз (НПЧ).
 |
|  | Преобразователи электроподвижного состава | * тяговые преобразователи электроподвижного состава с асинхронными тяговыми электродвигателями;
* преобразователи собственных нужд;
 |
|  | Математическое моделирование электронных преобразователей,  | * методы анализа переходных процессов электронных преобразователей;
 |
|  | Диагностика и ремонт электронных преобразователей | * методы диагностики и ремонта электронных преобразователей
 |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

| **№ п/п** | **Наименование разделов дисциплины** | **Л** | **ПР** | **ЛР** | **СРС** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
|  | Содержание предмета «Электронные преобразователи для электроподвижного состава» | 2 | – | 2 | 1 |
|  | Классификация преобразователей электроэнергии | 2 | – | 2 | 2 |
|  | Выпрямители | 6 | 6 |  | 2 |
|  | Преобразователи постоянно-постоянного тока  | 6 | 6 | 10 | 2 |
|  | Инверторы | 8 | 6 |  | 2 |
|  | Преобразователи переменно-переменного тока  | 2 | 4 |  | 2 |
|  | Преобразователи электроподвижного состава | 2 | 4 | 2 | 1 |
|  | Математическое моделирование электронных преобразователей | 4 | 4 | - | 1 |
|  | Диагностика и ремонт электронных преобразователей | 2 | 4 | - | 2 |
| **Итого** | **34** | **34** | **16** | **15** |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№****п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
|  | Содержание предмета «Электронные преобразователи для электроподвижного состава» | Бурков А.Т. Электроника и преобразовательная техника: учебник для ВУЗов железнодорожного транспорта: в 2 т. Т.1: Электроника- М.: УМЦ по образованию на железн. транспорте, 2015 г, - 480 с.2. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника: учебник для ВУЗов.- М.: Издательский дом МЭИ, 2007 г, - 6323. Устройства силовой электроники железнодорожного подвижного состава (Иньков Ю.М., Ковалев Ф.И. (ред.)) М.: ФГБОУ «Учебно методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. — 471 с. |
|  | Классификация преобразователей электроэнергии |
|  | Выпрямители |
|  | Преобразователи постоянно-постоянного тока  |
|  | Инверторы |
|  | Преобразователи переменно-переменного тока  |
|  | Преобразователи электроподвижного состава |
|  | Математическое моделирование электронных преобразователей |
|  | Диагностика и ремонт электронных преобразователей |

**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. Бурков, А.Т. Электроника и преобразовательная техника. Том 1: Электроника. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: УМЦ ЖДТ, 2015. – 480 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/79994>

2. Бурков, А.Т. Электроника и преобразовательная техника. Том 2: Электронная преобразовательная техника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. – М.: УМЦ ЖДТ, 2015. – 307 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/79995>

3. Устройства силовой электроники железнодорожного подвижного состава [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: УМЦ ЖДТ, 2011. – 471 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6067>

4. Никитин В.В. Преобразовательная техника: учеб. пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Никитин, Е.Г. Середа, Б.А. Трифонов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2014. – 100 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64391>

8.2. Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

1. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника: учебник для ВУЗов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007 г. – 632 с.

2. Мазнев А.С., Плакс А.В., Евстафьев А.М., Изварин М.Ю. Расчёт широтно-импульсного преобразователя напряжения. Методические указания к курсовой работе. – СПб, ПГУПС, 2004 г. – 45 с.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. ГОСТ 2.730-73 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые. Издание (апрель 2010 г.) с Изменениями N 1, 2, 3, 4, утвержденными в июле 1980 г., апреле 1987 г., марте 1989 г., июле 1991 г. (ИУС 10-80, 7-87, 6-89, 10-91), Поправкой (ИУС 3-91). Сб. ГОСТов. – М.: Стандартинформ, 2010 г.

2. ГОСТ 2.710-81. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. Сб. ГОСТов. - М.: Стандартинформ, 2010 г.

3. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. Сб. ГОСТов. – М.: Стандартинформ, 2010 г.

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

**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).

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:

- технические средства (компьютерная техника и средства связи (персональные компьютеры, проектор, интерактивная доска, видеокамеры, акустическая система и т.д.);

- методы обучения с использованием информационных технологий (компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов, компьютерный лабораторный практикум и т.д.);

- перечень Интернет-сервисов и электронных ресурсов (поисковые системы, электронная почта, профессиональные, тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн-энциклопедии и справочники, электронные учебные и учебно-методические материалы).

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы.

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

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 специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог».

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.

Лаборатории, необходимые для реализации программы бакалавриата, оснащены соответствующим лабораторным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разработчик программы |  |  |
| к.т.н., доцент | ../../../../../Desktop/Изварин.p\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | М.Ю. Изварин |
| «23» апреля 2018 г. |  |  |