**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральноегосударственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

**«Петербургский государственный университет путей сообщения**

**Императора Александра I»**

**(ФГБОУ ВПО ПГУПС)**

Кафедра «Электроснабжение железных дорог»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

*дисциплины*

«Тяговые и трансформаторные подстанции» (С3.Б.22)

для специальности

23.058.05 (190901.65) «Системы обеспечения движения поездов»

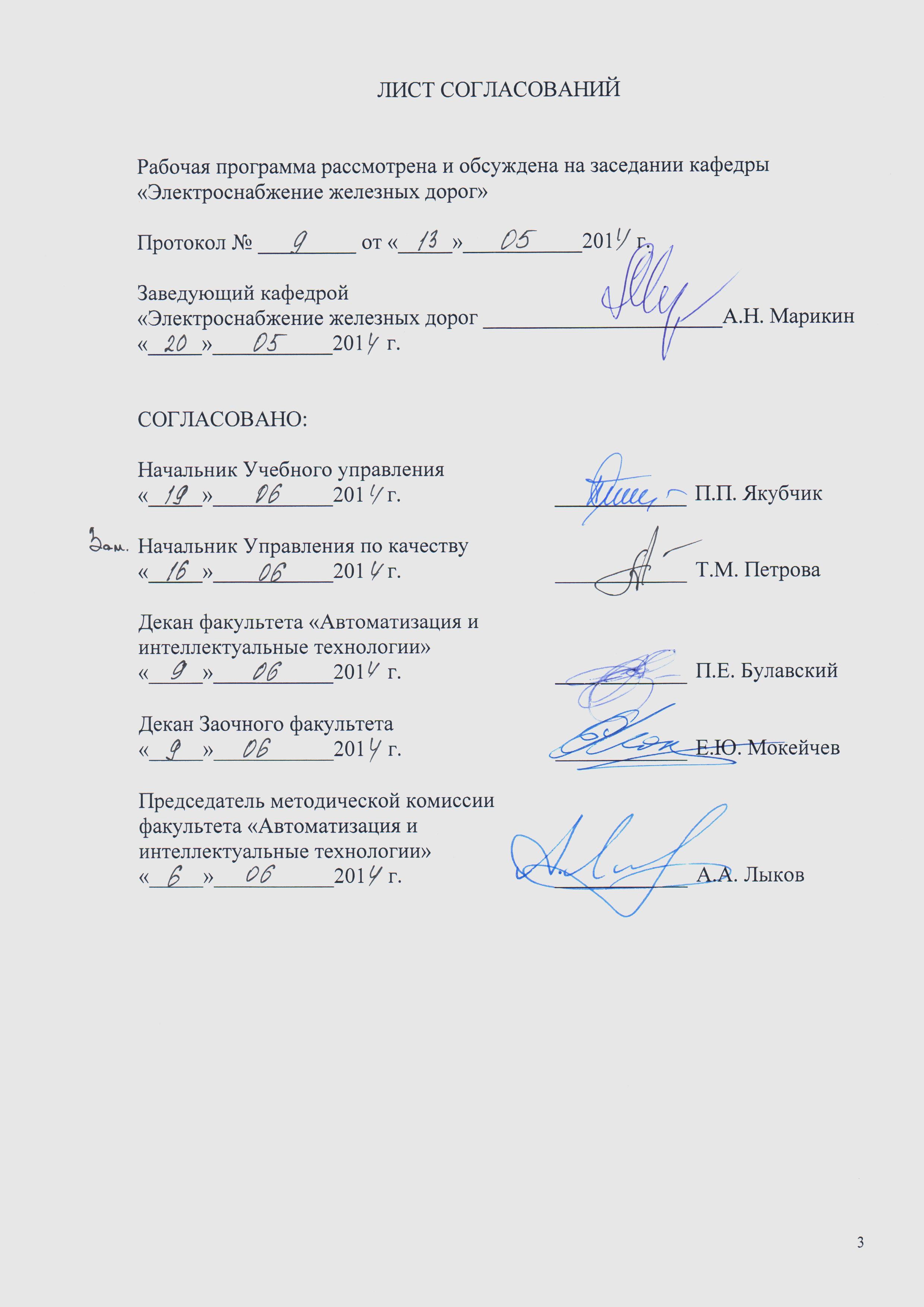
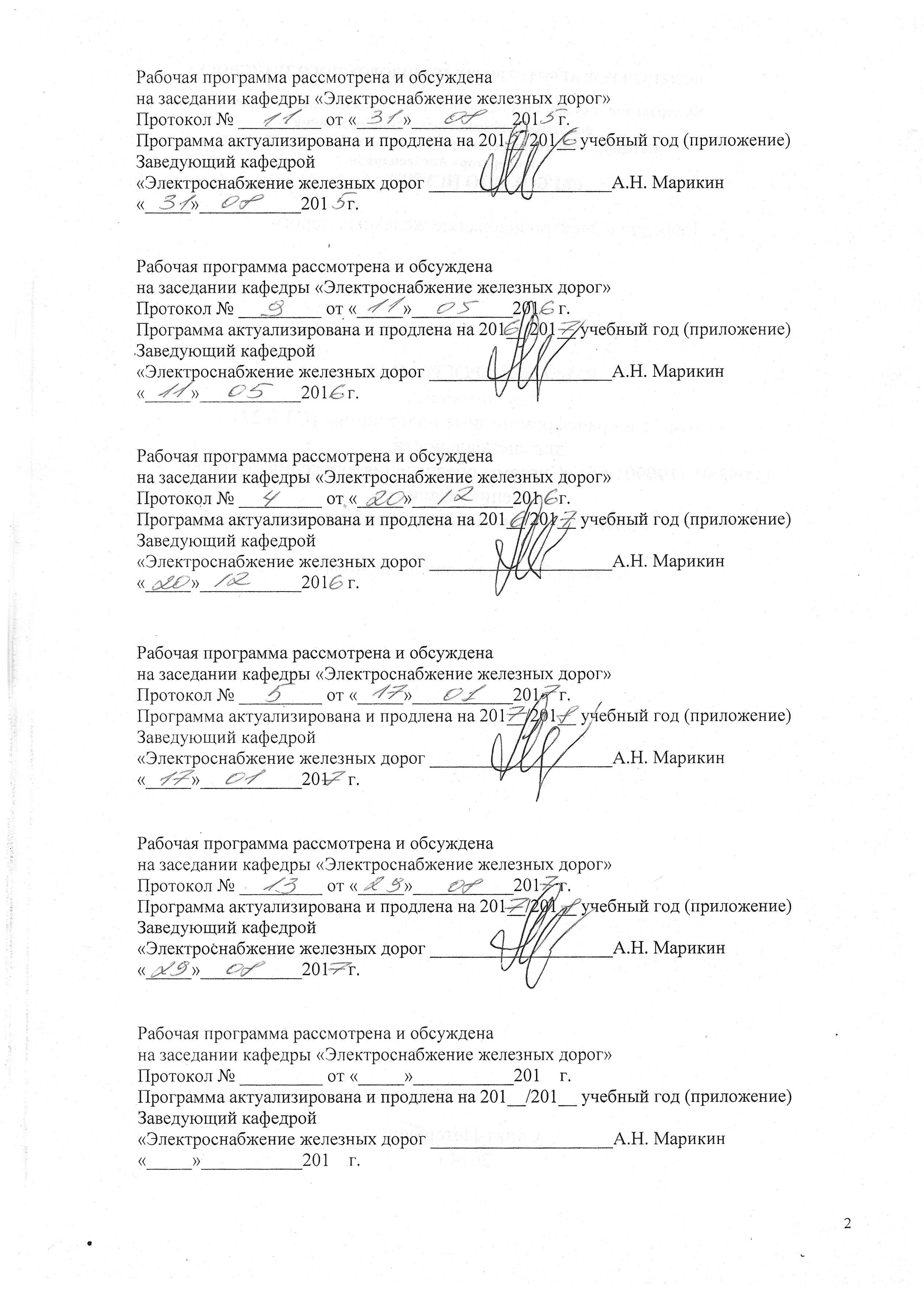
по специализации

«Электроснабжение железных дорог»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург

2014 г.



**1.Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС, утвержденным   
23 декабря 2010 г., приказ № 2025 по специальности 23.05.05 (190901.65) «Системы обеспечения движения поездов», по дисциплине «Тяговые и трансформаторные подстанции».

Целью изучения дисциплины является приобретение студентами знаний, умений, навыков, позволяющих им сформировать компетенции в области тяговых и трансформаторных подстанций, тягового электроснабжения систем обеспечения движения поездов.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- изучение особенностей работы трехфазных электрических сетей в нормальных и аварийных режимах;

- владение методами расчета токов короткого замыкания и выбора электрооборудования распределительных устройств;

- приобретение навыков проектирования тяговых и трансформаторных подстанций.

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

**ЗНАТЬ:**

- способы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии;

- закономерности функционирования электрических сетей и энергосистем.

**УМЕТЬ**:

* использовать нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания систем обеспечения движения поездов;
* разрабатывать с учетом экономических параметров проекты устройств электроснабжения;
* анализировать, интерпретировать и моделировать в областях проектирования и ремонта систем обеспечения движения поездов;
* обнаруживать и устранять отказы устройств электроснабжения в эксплуатации.

**ВЛАДЕТЬ:**

* основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия;
* способами сбора, систематизации, обобщения и обработки научно-технической информации, подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, отчетов и библиографий по объектам исследования;
* методологией расчетов основных параметров тягового электроснабжения.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК):**

- владением основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия (ПК-12);

- умением разрабатывать и использовать нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, их модернизации, оценки влияния качества продукции на безопасность движения поездов, осуществлять анализ состояния безопасности движения поездов. (ПК-16);

- умением разрабатывать с учетом эстетических, прочностных и экономических параметров технические задания и проекты устройств электроснабжения, железнодорожной автоматики и телемеханики, стационарной и подвижной связи, средств защиты устройств при аварийных ситуациях; определять цель проекта; способностью составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитывать загрузку оборудования и показатели качества продукции, проводить сравнительный экономический анализ и экономическое обоснование инвестиционных проектов при внедрении и реконструкции систем обеспечения движения поездов. (ПК-26);

- способностью анализировать поставленные исследовательские задачи (ПК-27);

- умением проводить научные исследования и эксперименты; анализировать, интерпретировать и моделировать в областях проектирования и ремонта систем обеспечения движения поездов

(ПК-29);

- владением способами сбора, систематизации, обобщения и обработки научно-технической информации, подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, отчетов и библиографий по объектам исследования; наличием опыта участия в научных дискуссиях и процедурах защиты научных работ и выступлений с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований владением; способами распространения и популяризации профессиональных знаний, проведения учебно-воспитательной работы с обучающимися (ПК-31).

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих **профессионально-специализированных компетенций (ПCК):**

- умением проводить экспертизу и выполнять расчеты прочностных и динамических характеристик устройств контактной сети и линий электропередачи; обнаруживать и устранять отказы устройств электроснабжения в эксплуатации, проводить их испытания, разрабатывать технологические процессы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта узлов и деталей устройств электроснабжения с применением стандартов управления качеством, оценивать эффективность и качество систем электроснабжения с использованием систем менеджмента качества (ПСК-1.1);

- владение методологией расчетов основных параметров тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения (ПСК-1,3);

- знанием способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерности функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретические основы электрической тяги, техники высоких напряжений; знанием технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию; знает эксплуатационно- технические требования к системам электроснабжения (ПСК-1,6)

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

Дисциплина «Тяговые и трансформаторные подстанции» относится к базовой части профессионального цикла.

Для её изучения требуется предварительное освоение следующих дисциплин:

– электрические железные дороги (С3.В.ДВ.3.1);

– электрические машины (С3.Б8);

– теория линейных электрических цепей (С3.Б16);

– техника высоких напряжений (С2.В.ОД.1);

– теоретические основы электротехники (С3.Б1);

–электропитание и электроснабжение нетяговых потребителей (С3.Б10);

– электроснабжение железных дорог (С3.Б21);

– основы электробезопасности (ФТД.2);

– безопасность технологических процессов и технических средств на ж.д. транспорте (С3.Б19).

Дисциплина «Тяговые и трансформаторные подстанции» служит основой для изучения следующих дисциплин:

– основы компьютерного проектирования и моделирования устройств электроснабжения (С2.Б.12);

– контактные сети и линии электропередач (С3.Б.23);

– автоматизация систем электроснабжения (С3.Б.25);

– эксплуатационная практика (С5.П);

– основы теории надежности (С2.Б.10);

– эксплуатация технических средств обеспечения движения поездов (С3.Б.18);

– релейная защита (С3.Б.26);

– организация высокоскоростного движения (С3.В.ОД.2);

– энергосберегающие технологии (С3.В.ДВ.1.1);

– сооружение и монтаж устройств электроснабжения(С3.В.ДВ.1.2);

– тепловые процессы в устройствах электроснабжения (С3.В.ДВ.2.1);

– преддипломная практика (С5.П);

– итоговая государственная аттестация (С6);

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

Для очной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| **VII** |
| Аудиторные занятия (всего) | 58 | 58 |
| в том числе: |  |  |
| – лекции (Л) | 32 | 32 |
| – практические занятия (ПЗ) | - | - |
| – лабораторные работы (ЛР) | 16 | 16 |
| – контроль самостоятельной работы (КСР) | 10 | 10 |
| Самостоятельная работа (СР) (всего) | 14 | 14 |
| Подготовка к экзамену | - | - |
| Форма контроля знаний | 3ачет | 3ачет |
| Общая трудоемкость час/з.е. | 72/2 | 72/2 |
| Количество часов в интерактивной форме | 16 (лекций) | 16 (лекций) |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Курс** |
| **V** |
| Аудиторные занятия (всего) | 18 | 18 |
| в том числе: |  |  |
| – лекции (Л) | 6 | 6 |
| – практические занятия (ПЗ) | - | - |
| – лабораторные работы (ЛР) | 6 | 6 |
| – контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 4 |
| Самостоятельная работа (СР) (всего) | 56 | 56 |
| Контроль (Эк+Зач), час | 4 (зачет) | 4 (зачет) |
| Контрольные работы, шт. | - | - |
| Форма контроля знаний | 3ачет | 3ачет |
| Общая трудоемкость час/з.е. | 72/2 | 72/2 |
| Количество часов в интерактивной форме | 4 (лекции) | 4(лекции) |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание разделов дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Графики электрических нагрузок и их использование в эксплуатации и при проектировании | 1.1. Способы записи графиков электрических нагрузок.  1.2. Виды графиков нагрузки и коэффициенты, характеризующие их  1.3. Применение графиков нагрузки в эксплуатации и при проектировании. |
| 2 | Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции | 2.1. Общие сведения.  2.2. Трехфазные сети с изолированными нейтралями.  2.3. Трехфазные сети с нейтралями, заземленными через дугогасящие катушки (компенсированные сети).  2.4. Трехфазные сети с глухозаземленными нейтралями. |
| 3 | Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия | 3.1. Причины возникновения и последствия коротких замыканий.  3.2. Виды коротких замыканий. |
| 4 | Физический процесс короткого замыкания | 4.1. Короткое замыкание в электрически удаленной точке.  4.2. Короткое замыкание вблизи генератора без автоматической регулировки возбуждения (АРВ).  4.3. Короткое замыкание в сети с генератором, имеющим АРВ.  4.4. Соотношения между токами трехфазного и двухфазного коротких замыканий. |
| 5 | Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях | 5.1. Определение начального тока короткого замыкания (или *I*к в электрически удаленной точке).  5.2. Определение результирующего сопротивления в именованных единицах (ток короткого замыкания *I*к).  5.3. Определение результирующего сопротивления в относительных единицах. |
| 6 | Расчетные кривые и их использование | 6.1. Определение тока трехфазного короткого замыкания  в любой момент времени.  6.2. Особенности использования расчетных кривых. |
| 7 | Расчет токов несимметричных коротких замыканий | 7.1. Основы метода расчета.  7.2. Схема замещения цепи при несимметричных коротких замыканиях. |
| 8 | Сопротивления различных последовательностей | 8.1.Сопротивления последовательностей трансформаторов, генераторов, линий электропередачи. |
| 9 | Термическое действие токов короткого замыкания. | 9.1. Уравнение теплового баланса.  9.2. Методика расчета перегрева токоведущих частей. |
| 10 | Динамическое действие токов короткого замыкания. | 10.1. Расчет силы взаимодействия двух проводников.  10.2. Методика расчета сил взаимодействия в трехфазной системе. |
| 11 | Ограничение токов короткого замыкания. | 11.1. Общая характеристика методов.  11.2. Выбор линейного реактора.  11.3. Последствия применения реакторов в сетях переменного тока. |
| 12 | Гашение электрических дуг в отключающих аппаратах | 12.1. Общие сведения об аппаратах и условиях их работы.  12.2. Отключение цепей переменного тока.  12.3. Отключение цепей постоянного тока. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

| **№ п/п** | **Наименование разделов дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** | **Всего** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Графики электрических нагрузок и их использование в эксплуатации и при проектировании | 2 | - | - | - | 2 |
| 2 | Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции | 2 | - | - | - | 2 |
| 3 | Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия | 2 | - | - | 2 | 4 |
| 4 | Физический процесс короткого замыкания. | 2 | - | 4 | - | 6 |
| 5 | Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях | 2 | - | - | 2 | 4 |
| 6 | Расчетные кривые и их использование | 2 | - | - | - | 2 |
| 7 | Расчет токов несимметричных коротких замыканий | 2 | - | - | 2 | 4 |
| 8 | Сопротивления различных последовательностей | 4 | - | - | 2 | 6 |
| 9 | Термическое действие токов короткого замыкания. | 4 | - | 4 | 2 | 10 |
| 10 | Динамическое действие токов короткого замыкания. | 4 | - | 4 | 2 | 10 |
| 11 | Ограничение токов короткого замыкания. | 4 | - | - | 2 | 6 |
| 12 | Гашение электрических дуг в отключающих аппаратах | 2 | - | 4 | - | 6 |

Для заочной формы обучения:

| **№ п/п** | **Наименование разделов дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** | **Всего** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Графики электрических нагрузок и их использование в эксплуатации и при проектировании | - | - | - | 4 | 4 |
| 2 | Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции | - | - | - | 6 | 6 |
| 3 | Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия | 2 | - | - | 4 | 6 |
| 4 | Физический процесс короткого замыкания. | - | - | 1 | 4 | 3 |
| 5 | Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях | - | - | - | 4 | 4 |
| 6 | Расчетные кривые и их использование | - | - | - | 4 | 4 |
| 7 | Расчет токов несимметричных коротких замыканий | - | - | - | 6 | 6 |
| 8 | Сопротивления различных последовательностей | 2 | - | - | 6 | 8 |
| 9 | Термическое действие токов короткого замыкания. | 2 | - | 1 | 4 | 7 |
| 10 | Динамическое действие токов короткого замыкания. | - | - | 1 | 4 | 5 |
| 11 | Ограничение токов короткого замыкания. | - | - | - | 6 | 6 |
| 12 | Гашение электрических дуг в отключающих аппаратах | - | - | 3 | 4 | 7 |

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

| **№ п/п** | **Наименование разделов дисциплины** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Графики электрических нагрузок и их использование в эксплуатации и при проектировании | 1. Марикин А.Н. Тяговые и трансформаторные подстанции: Курс лекций / А.Н.Марикин, А.В.Мизинцев, В.М.Федоров, О.В.Хвостова.– СПб.:ФГБОУ ВПО ПГУПС,2015.- 190 с.  2. Тяговые и трансформаторные подстанции: метод. указ. к лабораторным работам / Сост. А.Н. Марикин, В.М. Федоров, Ю.П. Васильев, А.П. Самонин, И.М. Ермаков.–СПб.: ПГУПС, 2012.–41 с.  3. Тяговые и трансформаторные подстанции: метод. указ. к выполнению курсового проекта / Сост. А.Н. Марикин, В.М. Федоров, Ю.П. Васильев, О.В. Хвостова, –СПб.: ПГУПС, 2012.–41 с. |
| 2 | Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции |
| 3 | Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия |
| 4 | Физический процесс короткого замыкания. |
| 5 | Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях |
| 6 | Расчетные кривые и их использование |
| 7 | Расчет токов несимметричных коротких замыканий |
| 8 | Сопротивления различных последовательностей |
| 9 | Термическое действие токов короткого замыкания. |
| 10 | Динамическое действие токов короткого замыкания. |
| 11 | Ограничение токов короткого замыкания. |
| 12 | Гашение электрических дуг в отключающих аппаратах |

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Тяговые и трансформаторные подстанции» является неотъемлемой частью рабочей программы и представляется отдельным документов, рассматриваемым на заседании кафедры «Электроснабжение железных дорог» и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Все обучающиеся имеют доступ к электронным учебно-методическим комплексам (ЭУМК) по изучаемой дисциплине согласно персональным логинам и паролям.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе (ЭБС) через сайт Научно-технической библиотеки Университета http://library.pgups.ru/, содержащей основные издания по изучаемой дисциплине.

ЭБС обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Марикин А.Н. Тяговые и трансформаторные подстанции: Курс лекций / А.Н.Марикин, А.В.Мизинцев, В.М.Федоров, О.В.Хвостова.– СПб.:ВГБОУ ВПО ПГУПС,2015.- 190 с.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Марикин А.Н. Новые технологии в сооружении и реконструкции тяговых подстанций: Учебное пособие / А.Н.Марикин, А.В.Мизинцев. - М.: Маршрут, 2008. – 220 с.
2. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. -М., 1983.– 496 с
3. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. –М.: Издаытельство стендартов, 1989. -325 с.
4. Нормы технологического проектирования электрификации железных дорог ВНТП-81. (Инструктивно-методические указания. Трансэлектропроект). – М., 1981.–72 с.
5. Нормы технологического проектирования понижающих подстанций с высшим напряжением 35-750 кВ /Энергосетьпроект. – М., 1973. – 48 с.
6. Правила устройств электроустановок./ Минэнерго СССР – 6-е изд., перераб. и доп. –М.: Энергоатомиздат, 1986.- 648 с.: ил.
7. Преобразователи тяговых подстанций и электроподвижного состава (схемы главных электрических соединений): Методические указания к выполнению курсовых работ и дипломного проектирования/ Е.Ю.Салита, Т.В.Комякова, В.В.Свешников, А.В.Раздобаров. Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2000. 75 с., ил.
8. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб.пособие для вузов.- 4-е изд, перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с., ил.
9. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т./ Под общ.ред. А.А.Федорова. Т.2. Электрооборудование.- М.: .-Энергоатомиздат, 1987.-592 с., ил.
10. Бей Ю.М., Мамошин P.P., Пупынин В.Н., Шалимов М.Г. Тяговые подстанции /Учебник для вузов ж.-д.транспорта.– М.:Транспорт, 1986.–319 с.
11. Прохорский А.А. Тяговые и трансформаторные подстанции: Учебник для техникумов ж.-д. транспорта.- 4-е изд., перераб. и доп. –М.: Транспорт, 1983. -496 с.
12. Рожкова Л.Д., Козулин B.C. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов.-2-е изд., перераб. –М.: Энергия, 1980. -600 с., ил.
13. Руководящие указания по расчету токов коротких замыканий, выбору и проверке аппаратов и проводников по условиям короткого замыкания, 1-я редакция/ Главтехуправление Минэнерго СССР-МЭИ, 1975.-331 с.
14. Справочник по электроснабжению железных дорог. Том 2 /Под ред. К.Г. Марквардта. – М.: Транспорт, 1981. – 392 с.
15. Давыдова И.К., и др. Справочник по эксплуатации тяговых подстанций и постов секционирования/И.К.Давыдова, Б.И.Попов, В.М.Эрлих.-2-е изд., перераб. и доп.– М.: Транспорт, 1978. – 416 с., ил., табл.-Библиогр.: с. 412-413.
16. Справочник по проектированию электроснабжения линий –электропередач и сетей / Под ред. Я.М. Большама, В.И.Круповича, М.Л.Самовера. Изд. 2-е, перераб. и доп.– M.: Энергия, 1975, 696 с., ил. (Электроустановки промышленных предприятий).
17. Гринберг-Басин М.М. Тяговые подстанции: Пособие по дипломному проектированию: Учебное пособие для техникумов ж.-д. транспорта.-М.: Транспорт, 1986. -168 с.
18. УПСС. Электрификация железных дорог. Вып. 2. Тяговые подстанции. – М.: Стройиздат, 1982. – 135 с.
19. Соколова И.Н., Селедцов Э.П. Разработка технико-экономических расчетов в дипломных проектах. Методические указания для студентов электромеханического факультета специализации «Системы электроснабжения и их автоматизация». – Л.: ЛИИЖТ, 1980. – 31 с.
20. Дорошев К.И. Комплектные распределительные устройства 6-35 кВ. -М., Энергоиздат. 1982.– 374 с.
21. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00 утверждены приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 27 декабря 2000 года № 163. Правила вводятся в действие с 1 июля 2001 года.

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Тяговые и трансформаторные подстанции. [Электронный учебно-методический комплекс]: учебно-методический комплекс / ПГУПС.–СПб.: ПГУПС, 2009. http://pgups.com.

8.4 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Тяговые и трансформаторные подстанции: метод. указ. к лабораторным работам / Сост. А.Н. Марикин, В.М. Федоров, Ю.П. Васильев, А.П. Самонин, И.М. Ермаков.–СПб.: ПГУПС, 2012.–41 с.
2. Тяговые и трансформаторные подстанции: метод. указ. к выполнению курсового проекта / Сост. А.Н. Марикин, В.М. Федоров, Ю.П. Васильев, О.В. Хвостова, –СПб.: ПГУПС, 2012.–41 с.

**9. 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 «Тяговые и трансформаторные подстанции»:

– технические средства (компьютерная техника и средства связи, персональные компьютеры, проектор);

– методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов);

Кафедра «Электроснабжение железных дорог» обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

– Microsoft Windows 7;

– Microsoft Word 2010;

– Microsoft Excel 2010;

– CorelDRAW X6.

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

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебных планов по специальности

