ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВПО ПГУПС)

Кафедра «Электроснабжение железных дорог»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ» (Б1.В.ОД.3)

для направления

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по профилям

«Менеджмент в электроэнергетике и электротехнике»

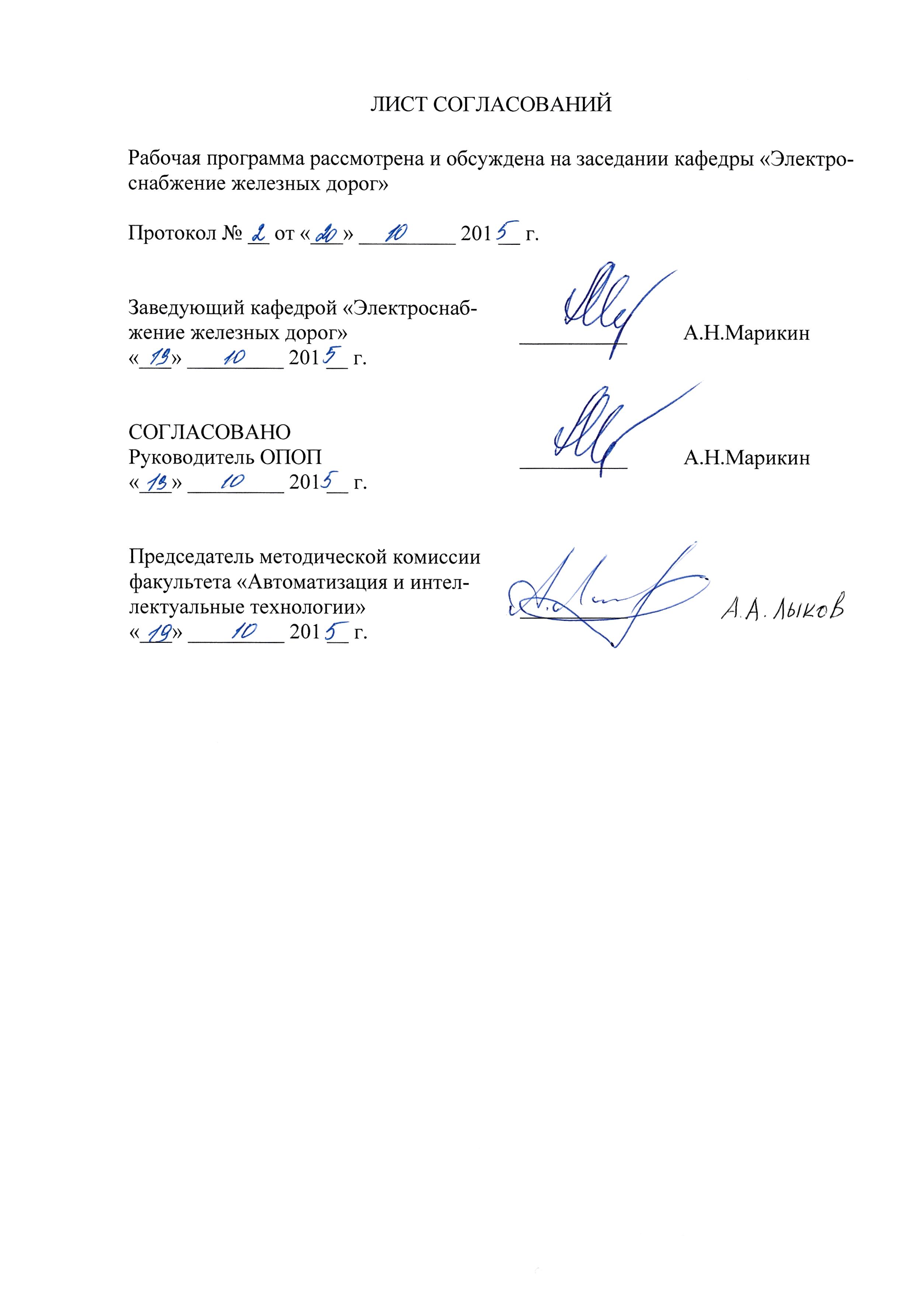
«Электрический транспорт»

Форма обучения – очная

Санкт – Петербург

2015





**1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным «3» сентября 2015 г., приказ № 955 по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

Целью изучения дисциплины «Релейная защитаи автоматизация электротехнических систем» является приобретение обучающимися знаний, умений и навыков, позволяющих им сформировать компетентность в области защиты устройств электроснабжения систем обеспечения движения поездов от аварийных и ненормальных режимов.

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

* выработка навыков и освоение средств самостоятельного обновления знаний в области релейной защиты устройств электроснабжения железных дорог;
* получение практических навыков расчета уставок защит от аварийных и ненормальных режимов работы сети;
* выработка умений использования компьютерных программ для анализа селективности и чувствительности релейных защит тяговой сети;
* получение представлений о тенденциях построения современных и перспективных систем релейной защиты.

**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**:

– основные понятия и принципы построения релейной защиты и ограничения, накладываемые релейной защитой на работу технологической автоматики и режимы работы системы электроснабжения;

– тенденции в развитии систем релейной защиты;

– способы взаимодействия устройств и функций релейной защиты с устройствами автоматизации и управления.

**УМЕТЬ**:

– применять полученные знания в области защиты устройств тягового электроснабжения поездов железных дорог и метрополитенов, а также устройств электроснабжения промышленных предприятий железнодорожного транспорта от аварийных и ненормальных режимов в производственно-технологической, организационно-управленческой, проектно-конструкторской и научно-исследовательской видах деятельности;

– анализировать осциллограммы аварийных режимов;

– выбирать состав защит для присоединений 6-10 кВ и 110 кВ фидеров тяговой сети;

– подключать терминалы защиты к внешним цепям.

**ВЛАДЕТЬ**:

– расчетом уставок защит тягового электроснабжения;

– методикой построения диаграмм селективности тяговых сетей и сетей 6-10 кВ и 110 кВ;

– настройкой параметров терминалов релейной защиты.

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 следующих **профессиональных компетенций (ПК),**соответствующих видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

производственно-технологическая деятельность

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

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

–– готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7);

монтажно-наладочная деятельность

– способность к участию в монтаже элементов оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-11),

– способность участвовать в пуско-наладочных работах(ПК-13);

сервисно-эксплуатационная деятельность

способность оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования (ПК-15).

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 «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» (Б1.В.ОД.3) относится к вариативной части и является обязательной.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| **7** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:   * лекции (Л) * практические занятия (ПЗ) * лабораторные работы (ЛР) | 90  54  18  18 | 90  54  18  18 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 63 | 63 |
| Контроль | 27 | 27 |
| Форма контроля знаний | Э, КП | Э, КП |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 180/5 | 180/5 |

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

**5 Содержаниеи структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Основные понятия релейной защиты и автоматики. | Технологическая и системная автоматика. Релейная защита как средство снижения ущерба от повреждений и ненормальных режимов. Граф состояния электрической сети и технические средства обеспечения живучести сети. Этапы развития релейной защиты. Локальные и распределенные защиты. Функции и свойства релейной защиты. Надежность, быстродействие, селективность чувствительность. Взаимодействие устройств релейной защиты. Пример построения защиты радиальной линии 10 кВ. Функциональные и принципиальные схемы защит. Диаграммы селективности. |
| 2 | Первичные датчики измерительные преобразователи релейной защиты | Измерительные преобразователи. Трансформаторы тока и напряжения, схемы их соединения. Особенности работы трансформаторов тока в релейной защите. Влияние переходных процессов на работу трансформатора тока. Трансреакторы и магнитные трансформаторы тока. Фильтры симметричных составляющих. Односистемные защиты. |
| 3 | Элементная база релейной защиты. | Релейные и пороговые элементы схем. Реле, реагирующие на одну и две электрических величин. Характеристики и параметры измерительных реле. Реле тока, напряжения, времени, мощности, сопротивления. Представление характеристик реле на комплексной плоскости. Тенденции развития элементной базы релейной защиты. Классификация элементной базы релейной защиты. Комплекты и шкафы защит. Программная реализация функций релейной защиты. Микропроцессорные реле, контроллеры защиты и терминалы. Понятие о цифровых фильтрах. Алгоритмы работы микропроцессорных защит. |
| 4 | Влияние режимов работы сетей и ее элементов на способы реализации релейной защиты. | Влияние режимов нейтрали и схем соединения обмоток трансформаторов на токи повреждения. Векторные диаграммы аварийных режимов. Проблемы защит от замыканий на землю. Феррорезонанс в слабонагруженных сетях. Влияние тяговых сетей на сети 6-10 кВ. Качания в электрических сетях. Перегрузки в сетях и ее элементах. Принцип действия защит с комбинированным пуском. Использование принципов торможения. Торможение полным током, по апериодической составляющей, по высшим гармоникам. |
| 5 | Защита электрических сетей. | Защита линий 10-35 кВ. Максимальная токовая защита и токовая отсечка. Ступенчатые токовые защиты. Обеспечение селективности защит в радиальной линии. Защита линий с двухсторонним питанием. Направленная и дистанционная защиты. Обеспечение резервирования и селективности. Основная, резервная и дополнительная защиты. Мертвая зона защит.  Защита линий 110-220 кВ. Высокочастотные защиты и блокировки. Каналы связи для релейной защиты. Дистанционные защиты с полигональными и круговыми характеристиками срабатывания. Токовые защиты нулевой последовательности. Понятие о дифференциальных защитах. |
| 6 | Защита трансформаторов | Перегрузочная способность трансформаторов и особенности его защиты. Защиты от внутренних и внешних повреждений. Газовая и дифференциальная защита. Состав защит трансформаторов различной мощности и назначения. Влияние регулирования напряжения и наличие пусковых органов на зоны действия защит. Согласование защит элементов сети на примере системы питания устройств автоблокировки. |
| 7 | Защита тяговой подстанции и сети постоянного тока. | Особенность тяговой нагрузки. Защита распредустройства постоянного тока 3,3 кВ. Защита преобразовательных агрегатов.  Перегрузки и аварийные режимы в тяговой сети, термическая стойкость контактной подвески и проблемы борьбы с гололедообразованием. Времятоковые характеристики защиты. Принцип защиты с помощью индуктивного шунта. Характеристики срабатывания быстродействующего выключателя.  Расчетные схемы тяговой сети. Нормальные и вынужденные схемы сети. Параметры цепи короткого замыкания. Мертвые зоны и зоны каскадного действия защиты. Двухзонные защиты. Защиты с двумя наборами уставок. Дистанционные, потенциальные и многопараметрические защиты. Нормативные документы по защите устройств тягового электроснабжения |
| 8 | Защита тяговой подстанции и сети переменного тока. | Особенности защиты тяговых трансформаторов. Защита устройств поперечной компенсации. Защита от подпитки коротких замыканий на питающих линиях через тяговую сеть.  Упрощенная схема нагрузки. Гармонический состав токов в нормальных и аварийных режимах. Расчетные схемы и параметры ее элементов. Дистанционная защита тяговой сети. Защиты с взаимными связями. Диаграмма селективности. Особенности защит линейных устройств тягового электроснабжения. Характеристики защит на комплексной плоскости. Развитие способов защиты тяговой сети. Набор защит на основе микропроцессорных блоков БМРЗ и ЦЗАФ-3,3.  Особенности защиты сети 2\*25 кВ. Защита линий ДПР. |
| 9 | Техническое обслуживание и надежность защит. | Виды и периодичность технического обслуживания. Средства технического обслуживания. Правила техники безопасности при обслуживании защит.  Числовые оценки надежности функционирования защит.  Расчет уставок защит на персональных компьютерах |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование разделов дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Основные понятия релейной защиты и автоматики. | 6 | 2 | 4 | 7 |
| 2 | Первичные датчики измерительные преобразователи релейной защиты | 6 | 2 | 4 | 7 |
| 3 | Элементная база релейной защиты. | 6 | 2 | 4 | 7 |
| 4 | Влияние режимов работы сетей и ее элементов на способы реализации релейной защиты. | 8 | 2 | 4 | 7 |
| 5 | Защита электрических сетей. | 6 | 2 | 2 | 7 |
| 6 | Защита трансформаторов | 6 | 2 | - | 7 |
| 7 | Защита тяговой подстанции и сети постоянного тока. | 6 | 2 | - | 7 |
| 8 | Защита тяговой подстанции и сети переменного тока. | 6 | 2 | - | 7 |
| 9 | Техническое обслуживание и надежность защит. | 4 | 2 | - | 7 |
| **Итого** | | **54** | **18** | **18** | **63** |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование разделов дисциплины** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Основные понятия релейной защиты и автоматики. | 1. Фигурнов Е.П. Релейная защита: Учебник. В 2 ч. Ч.1. 3-е изд., перераб. и доп. – М.:ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2009.– 415 с.— Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59256>  2. Фигурнов Е.П. Релейная защита: Учебник. В 2 ч. Ч.2. 3-е изд., перераб. и доп. – М.:ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2009.– 604 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59122>  3. Фигурнов, Е.П. Релейная защита сетей тягового электроснабжения переменного тока [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.П. Фигурнов, Ю.И. Жарков, Т.Е. Петрова. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2006. — 273 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59123>  4. А.Д. Кондаков, А.В. Мизинцев. Цифровые терминалы ИнТер. Особенности применения — М.:. ПГУПС, 2016.-202 с  **5.Гуревич, В.И**. Устройства электропитания релейной защиты: проблемы и решения [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2013. — 288 с. — Режим доступа: 7. <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=651356>.  7. Сайт службы РЗА системного оператора единой энергетической системы. Режим доступа: <http://rza.so-ups.ru/> |
| 2 | Первичные датчики измерительные преобразователи релейной защиты |
| 3 | Элементная база релейной защиты. |
| 4 | Влияние режимов работы сетей и ее элементов на способы реализации релейной защиты. |
| 5 | Защита электрических сетей. |
| 6 | Защита трансформаторов |
| 7 | Защита тяговой подстанции и сети постоянного тока. |
| 8 | Защита тяговой подстанции и сети переменного тока. |
| 9 | Техническое обслуживание и надежность защит. |

**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. Фигурнов, Е.П. Релейная защита. В 2-х частях. Часть 1. Основы релейной защиты [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2009. — 415 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59256>

2. Фигурнов, Е.П. Релейная защита. В 2-х частях. Часть 2. Релейная защита устройств тягового электроснабжения железных дорог [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2009. — 609 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59122>

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Фигурнов, Е.П. Релейная защита сетей тягового электроснабжения переменного тока [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.П. Фигурнов, Ю.И. Жарков, Т.Е. Петрова. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2006. — 273 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59123>

2. А.Д. Кондаков, А.В. Мизинцев. Цифровые терминалы ИнТер. Особенности применения – М.: ПГУПС, 2016. – 202 с

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. Правила устройства электроустановок. 7-е издание.М.:[КноРус](http://www.ukazka.ru/poisk.php?izdatel=%CA%ED%EE%D0%F3%F1) 2013.-488 с.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Релейная защита. Методические указания к выполнению курсового проекта/А.И. Бурьяноватый, Ю.П. Васильев, Б.А. Ковбаса, А.П. Самонин.– СПб.: ПГУПС, 2002.– 39 с.

2. Журнал Релейщик / Журнал для специалистов в области цифровой техники и технологий для энергетики. Издательский дом «Вся электротехника»

3. Новости электротехники/ Информационно-справочное издание. [Электронный ресурс] Режим доступа :<http://www.news.elteh.ru/>

**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. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Плюс [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://window.edu.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:

* технические средства: компьютерная техника и средства связи(персональные компьютеры, проектор);
* методы обучения с использованием информационных технологий(демонстрация мультимедийныхматериалов);
* электронная информационно-образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора АлександраI [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://sdo.pgups.ru.

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

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

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» по профилю «Менеджмент в электроэнергетике и электротехнике» и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит:

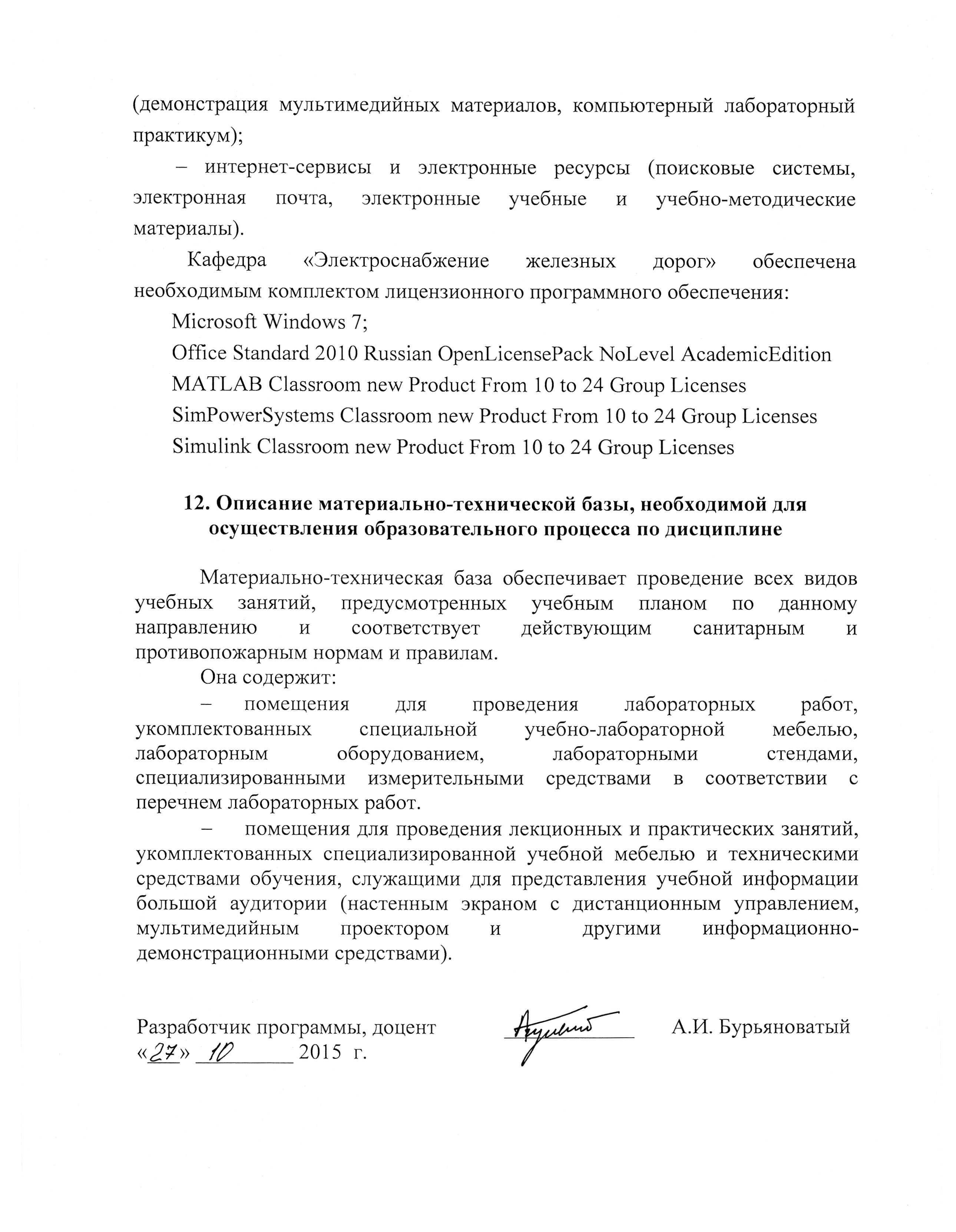
– помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, курсового проектирования, укомплектованных специализированной мебелью и техническими средствами обучения (настенным экраном с дистанционным управлением, считывающим устройством для передачи информации в компьютер, 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 учебно-наглядные пособия в виде презентаций, которые обеспечивают тематические иллюстрации в соответствии с рабочей программой дисциплины;

– помещения для проведения групповых и индивидуальных консультаций;

– помещения для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;

– помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

– помещениедля проведения лабораторных работ, оснащенное лабораторным оборудованием, в зависимости от степени его сложности.

**Приложение**

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ