

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Интеллектуальные электрические защиты**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

Форма обучения: Очно-заочная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 3221  
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим  
Валерьевич  
Дата: 28.04.2021

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины «Интеллектуальные электрические защиты» являются:

- формирование у обучающихся знаний о принципах организации и технической реализации интеллектуальных электрических защит электрических железных дорог и промышленных электроустановок;
- формирование знаний об основных принципах выполнения защит, как отдельных элементов, так и системы в целом;
- освоение обучающимися основных положений по расчету и проектированию электрических защит.

Задачами освоения дисциплины «Интеллектуальные электрические защиты» являются:

- изучение технических требований к электрическим защитам энергетических объектов электрических железных дорог и промышленных электроустановок;
- усвоение студентами основных принципов выполнения защит, как отдельных элементов, так и системы в целом;
- формирование навыков по расчету систем релейной защиты.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-1** - Способен организовывать и выполнять работы по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов систем электроснабжения на основе знаний об особенностях функционирования их основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и электробезопасности;

**ПК-2** - Способен проводить экспертизу и проектирование систем электроснабжения, производить необходимые расчеты, в том числе, с применением средств автоматизированного проектирования;

**ПК-4** - Способен применять знания в области электротехники, электроники и цифровых технологий при решении профессиональных задач .

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

основные понятия и принципы построения релейной защиты,

структурные и упрощённые принципиальные схемы основных типов систем РЗ

**Уметь:**

применять электромеханические, электронные и микропроцессорные средства РЗА для контроля значений электрических величин с целью защиты электроэнергетических объектов

**Владеть:**

методами настройки электронных и релейно-контактными защит.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

| Тип учебных занятий                                       | Количество часов |         |
|---|------------------|---------|
|   | Всего            | Сем. №9 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 50               | 50      |
| В том числе:  |                  |         |
| Занятия лекционного типа                                  | 34               | 34      |
| Занятия семинарского типа                                 | 16               | 16      |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 130 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или)

лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание  |
|----------|---|
| 1        | <p>Общие понятия о релейной защите</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- назначение интеллектуальных электрических защит;</li><li>- повреждения в электроустановках;</li><li>- ненормальные режимы работы электрических сетей;</li><li>- требования к электрическим защитам;</li><li>- структурные части и основные элементы электрической защиты;</li><li>- виды реле и изображение их на чертежах;</li><li>- источники и схемы оперативного тока.</li></ul>   |
| 2        | <p>Принципы построения измерительных и логических органов релейной защиты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные характеристики и конструктивные электромеханических и индукционных реле;</li><li>- принцип действия электромагнитных реле тока и напряжения;</li><li>- реле времени;</li><li>- индукционное реле направления мощности;</li><li>- реле сопротивления;</li><li>- промежуточные и указательные реле;</li><li>- измерительные органы на полупроводниковой элементной базе;</li><li>- основные схемы включения операционных усилителей, используемые в устройствах релейных защит;</li><li>- аналоговые микросхемы, используемые для построения функциональных элементов измерительных органов;</li><li>- простейшие функциональные элементы на операционных усилителях. Измерительные органы на интегральных микросхемах;</li></ul> |
| 3        | <p>Трансформаторы тока и их погрешности.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- схема замещения, коэффициент трансформации, векторная диаграмма трансформатора тока;</li><li>- типы погрешностей трансформаторов тока и способы их уменьшения;</li><li>- типовые схемы соединения обмоток трансформаторов тока и обмоток реле;</li><li>- фильтры симметричных составляющих токов.</li></ul>  |
| 4        | <p>Токовые защиты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- максимальная токовая защита;</li><li>- токовая отсечка;</li><li>- токовая направленная защита;</li><li>- защиты от коротких замыканий на землю в сети с глухозаземленной нейтралью;</li></ul>  |
| 5        | <p>Дифференциальные и дистанционные защиты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- область применения и оценка дифференциальных защит;</li></ul>   |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание  |
|-------|---|
|       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- продольная дифференциальная защита линий. Принцип действия продольной дифференциальной защиты;</li> <li>- токи небаланса в дифференциальных защитах;</li> <li>- токовая поперечная дифференциальная защита линий. Мертвая зона защиты;</li> <li>- направленная поперечная дифференциальная защита линий;</li> <li>- дистанционные защиты, схемы и принцип их действия;</li> <li>- характеристики срабатывания реле сопротивления;</li> </ul> |
| 6     | <p>Защита синхронных генераторов, электродвигателей, трансформаторов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности защит электрогенераторов;</li> <li>- особенности защит силовых и измерительных трансформаторов;</li> <li>- особенности защит электродвигателей.</li> </ul>  |
| 7     | <p>Защиты, используемые в тяговых сетях переменного и постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности осуществления защиты тяговых сетей постоянного тока;</li> <li>- особенности осуществления защиты тяговых сетей переменного тока.</li> </ul>  |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание  |
|-------|---|
| 1     | <p>Токовая отсечка.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и проверки уставок защиты;</li> <li>- проведения испытаний защиты при различных видах повреждений;</li> <li>- определения зоны действия защиты.</li> </ul>  |
| 2     | <p>Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и проверки уставок защиты;</li> <li>- проведения испытаний защиты при различных видах повреждений;</li> <li>- определения факторов, влияющих на селективность и зону действия максимальной токовой защиты.</li> </ul> |
| 3     | <p>Максимальная токовая защита с пуском по напряжению.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и проверки уставок защиты;</li> <li>- проведения испытаний защиты при различных видах повреждений;</li> <li>- определения влияния пусковых оргвнов напряжения на чувствительность максимальной токовой защиты.</li> </ul>      |
| 4     | <p>Максимальная токовая защита с ограниченно-зависимой выдержкой времени.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета уставок защиты;</li> <li>- проведения испытаний защиты при различных видах повреждений;</li> <li>- определения факторов, влияющих на селективность, зону действия и чувствительность защиты.</li> </ul>     |
| 5     | <p>Токовая направленная защита.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета уставок защиты;</li> <li>- проведения испытаний защиты при различных видах повреждений;</li> </ul>  |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание   |
|-------|--|
|       | - определения зоны действия защиты.  |
| 6     | Защита от однофазных замыканий на землю.<br>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:<br>- расчета и проверки уставок защиты;<br>- определения селективности и чувствительности защиты от однофазных замыканий на землю при различных видах повреждений. |
| 7     | Дифференциальная защита.<br>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык<br>- настройки параметров дифференциальных реле;<br>- определения факторов, влияющих на селективность, зону действия и чувствительность защиты.                                     |
| 8     | Дистанционная защита.<br>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык<br>- расчета уставок защиты;<br>- настройки параметров реле сопротивления;<br>- определения зоны действия защиты.  |

### Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание  |
|-------|---|
| 1     | Расчет токов короткого замыкания.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык расчета токов короткого замыкания при проектировании схем электрических защит.  |
| 2     | Реле тока.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных характеристик реле тока.  |
| 3     | Реле напряжения.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных характеристик реле напряжения.  |
| 4     | Реле времени.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных характеристик реле времени.  |
| 5     | Реле направления мощности.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных параметров и характеристик реле направления мощности.   |
| 6     | Реле сопротивления.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных параметров и характеристик реле сопротивления.   |
| 7     | Расчет коэффициента чувствительности защит.<br><br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения чувствительности электрических защит в зависимости от выбранной схемы соединения обмоток трансформаторов тока и обмоток реле. |
| 8     | Оценка селективности работы электрических защит в заданной схеме электроснабжения.<br>В результате работы на практических занятиях студент получает навык отстройки и согласования работы смежных защит в схемах электроснабжения.                              |

### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы  |
|-------|---|
| 1     | самостоятельное изучение темы "Трансформаторы напряжения и схемы их соединения" |
| 2     | подготовка к лабораторным работам   |
| 3     | подготовка к практическим занятиям  |
| 4     | работа с лекционным материалом и литературой                                    |
| 5     | Выполнение курсового проекта.   |
| 6     | Подготовка к промежуточной аттестации.  |
| 7     | Подготовка к текущему контролю.   |

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Примерный перечень тем курсовых проектов представлен в Приложении 1 к рабочей программе. Варианты исходных условий определяются заданием к курсовому проекту (примеры заданий см. Приложение 1). Различия определяются:

- заданой схемой питания тяговой сети;
- раздельное питание путей;
- узловая схема питания;
- схема параллельного питания;
- типом силового оборудования на тяговых подстанциях;
- тяговых трансформаторов;
- выключателей фидеров на подстанциях и постах секционирования;
- измерительных трансформаторов тока);
- типами контактной подвески;
- характеристиками селективности защит подстанции и поста секционирования;
- характеристиками срабатывания дистанционных органов.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| № п/п | Библиографическое описание  | Место доступа   |
|-------|---|---|
| 1     | Релейная защита: учебник для вузов ж.-д. трансп. в 2 ч. Часть 1 - 603 с. ISBN 978-5-89035-582-9 Е.П. Фигурнов. Учебник М. : ГОУ "Учебно-метод. центр по образованию | Электронный ресурс - ЭБС "Лань" ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ) |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | на ж.д." , 2009   |   |
| 2 | Релейная защита и автоматика в электрических сетях - 639 с. ISBN 978-5-904098-21-6 ДРОЗД В.В. Энергия , 2012  | Электронный ресурс - ЭБС "Лань" ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ) |
| 3 | Релейная защита: учебник для вузов ж.-д. трансп.: в 2 ч. Часть2 - 603 с. ISBN 978-5-89035-582-9 Е.П. Фигурнов. Учебник М. : ГОУ "Учебно-метод. центр по образованию на ж.д." , 2009                       | Электронный ресурс - ЭБС "Лань" ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ) |
| 4 | Релейная защита Н.В. Чернобровов Однотомное издание Энергия , 1971  | НТБ (уч.3)  |
| 5 | Релейная защита Е.П. Фигурнов Однотомное издание Желдориздат , 2002   | НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)   |
| 6 | Учебное пособие по курсу релейная защита Н.Д. Сухопрудский, Г.А. Минин, Б.А. Дудин; МИИТ. Каф. "Электротехника, метрология и электроэнергетика" Однотомное издание МИИТ , 2000                            | НТБ (уч.2); НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)   |
| 1 | Релейная защита сетей тягового электроснабжения переменного тока - 272 с. -ISBN 5-89035-320-9 Фигурнов Е.П., Жарков Ю.И., Петрова Т.Е. Учебное пособие УМЦ ЖДТ , 2006                                     | Электронный ресурс - ЭБС "Лань" ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ) |
| 2 | Релейная защита систем электроснабжения в примерах и задачах - 163 с. / В.А. Андреев Учебное пособие М. : Высш. шк. , 2008  | Электронный ресурс - ЭБС "Лань" ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ) |
| 3 | Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине "Релейная защита" А.С. Такарлыкова, В.Н. Пупынин; МИИТ. Каф. "Энергоснабжение электрических железных дорог" Однотомное издание МИИТ , 2005 | НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)   |
| 4 | Релейная защита устройств электроснабжения железных дорог Е.П. Фигурнов Однотомное издание Транспорт , 1981   | НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.4)   |
| 5 | Релейная защита и автоматика систем электроснабжения В.А. Андреев Однотомное издание Высш. шк. , 1991   | НТБ (уч.3); НТБ (фб.)   |
| 6 | Учебное пособие по курсу релейная защита Н.Д. Сухопрудский; МИИТ. Каф. "Электротехника и электроснабжение предприятий ж.-д. тр-та" Однотомное издание МИИТ , 1997   | НТБ (уч.2); НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)   |

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<http://scbist.com> - СЦБИСТ Железнодорожный информационный портал: Фотоматериалы, новая техника, информационные материалы, вопросы и ответы.

Информационный портал Научная электронная библиотека



eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru))

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miiit.ru>)

Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

Программно-технический комплекс DeltaProfi.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Помещения для проведения лабораторных работ, оснащенные следующим оборудованием:

- Учебно-лабораторный комплекс для изучения дисциплины «Релейная защита».

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 9 семестре.

Экзамен в 9 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. кафедры  
«Электроэнергетика транспорта»

А.С. Соловьева

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

М.В. Шевлюгин

С.В. Володин