

**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 специалитета  
по специальности  
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Интеллектуальные электрические защиты**

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: Очная

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: 20.03.2024

## 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 системы электроснабжения железных дорог на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и электробезопасности;

**ПК-3** - Способен проводить разработку и экспертизу проектов систем электроснабжения железных дорог и метрополитенов, их отдельных элементов и технологических процессов, в том числе, с использованием систем автоматизированного проектирования?.

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

**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 6 з.е. (216 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	Семестр	
		№8	№9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	106	42	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	60	28	32
Занятия семинарского типа	46	14	32

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 110 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.

№ 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>Токковые 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><li>- продольная дифференциальная защита линий. Принцип действия продольной дифференциальной защиты;</li><li>- токи небаланса в дифференциальных защитах;</li></ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <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	<b>Защита синхронных генераторов, электродвигателей, трансформаторов</b> Рассматриваемые вопросы: <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	<b>Защиты, используемые в тяговых сетях переменного и постоянного тока.</b> Рассматриваемые вопросы: <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	<b>Токовая отсечка.</b> В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: <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	<b>Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени.</b> В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: <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	<b>Максимальная токовая защита с пуском по напряжению.</b> В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: <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	<b>Максимальная токовая защита с ограниченно-зависимой выдержкой времени.</b> В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: <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	<b>Токовая направленная защита.</b> В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета уставок защиты;</li> <li>- проведения испытаний защиты при различных видах повреждений;</li> <li>- определения зоны действия защиты.</li> </ul>
6	<b>Защита от однофазных замыканий на землю.</b> В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:

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

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Расчет токов короткого замыкания.</b> В результате работы на практическом занятии студент получает навык расчета токов короткого замыкания при проектировании схем электрических защит.
2	<b>Реле тока.</b> В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных характеристик реле тока.
3	<b>Реле напряжения.</b> В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных характеристик реле напряжения.
4	<b>Реле времени.</b> В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных характеристик реле времени.
5	<b>Реле направления мощности.</b> В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных параметров и характеристик реле направления мощности.
6	<b>Реле сопротивления.</b> В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных параметров и характеристик реле сопротивления.
7	<b>Расчет коэффициента чувствительности защит.</b> 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	<b>Оценка селективности работы электрических защит в заданной схеме электроснабжения.</b> 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"

№ п/п	Вид самостоятельной работы
	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	Куксин, А. В. Релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие / А. В. Куксин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 200 с. — ISBN 978-5-9729-0525-6.	<a href="https://e.lanbook.com/book/192800">https://e.lanbook.com/book/192800</a> (дата обращения: 21.02.2024).

2	Баширов, М. Г. Интеллектуальные средства и системы управления и защиты электрических сетей : учебное пособие / М. Г. Баширов, Э. М. Баширова, И. Г. Юсупова. — Уфа : УГНТУ, 2021. — 65 с. — ISBN 978-5-7831-2160-9	<a href="https://e.lanbook.com/book/322787">https://e.lanbook.com/book/322787</a> (дата обращения: 21.02.2024).
3	Малафеев, А. В. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики : учебное пособие / А. В. Малафеев. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2020. — 65 с. — ISBN 978-5-9967-1884-9.	<a href="https://e.lanbook.com/book/162556">https://e.lanbook.com/book/162556</a> (дата обращения: 21.02.2024).
4	Шагурина, Е. С. Релейная защита электроэнергетических систем в задачах и примерах : учебно-методическое пособие / Е. С. Шагурина, О. В. Фролова. — Иваново : ИГЭУ, 2019. — 100 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/154599">https://e.lanbook.com/book/154599</a> (дата обращения: 21.02.2024).
1	Агафонов, А. И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / А. И. Агафонов, Т. Ю. Бростилова, Н. Б. Джазовский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 300 с. — ISBN 978-5-9729-0505-8.	<a href="https://e.lanbook.com/book/148384">https://e.lanbook.com/book/148384</a> (дата обращения: 21.02.2024).
2	Релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие / М. В. Андреев, Н. Ю. Рубан, А. А. Суворов [и др.] ; составители М. В. Андреев [и др.]. — Томск : ТПУ, 2018. — 167 с. — ISBN 978-5-4387-0796-7.	<a href="https://e.lanbook.com/book/113201">https://e.lanbook.com/book/113201</a> (дата обращения: 21.02.2024).
3	Самолина, О. В. Релейная защита: практикум : учебное пособие / О. В. Самолина, В. В. Вахнина. — Тольятти : ТГУ, 2023. — 58 с. — ISBN 978-5-8259-1307-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/379925">https://e.lanbook.com/book/379925</a> (дата обращения: 21.02.2024).
4	Васильев, Д. А. Релейная защита и автоматика: лабораторный практикум : учебное пособие / Д. А. Васильев, Л. А. Пантелеева. — Ижевск : УдГАУ, 2021. — 40 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/257948">https://e.lanbook.com/book/257948</a> (дата обращения: 21.02.2024).

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.miit.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:

Зачет в 8 семестре.

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