

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: 17.06.2024

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

РЗ;

- методы расчёта основных параметров и характеристик средств релейной защиты

Уметь:

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

- производить выбор оборудования элементов релейной защиты

Владеть:

- методами настройки электронных и релейно-контактными защит;

- навыками проектирования средств релейной защиты

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	Общие понятия о релейной защите Рассматриваемые вопросы: - история развития защит; - понятие интеллектуальная электрическая защита; - назначение интеллектуальных электрических защит
2	Повреждения в электроустановках. Рассматриваемые вопросы: - виды повреждений в сетях с заземленной нейтралью. - основные виды повреждений в сетях с изолированной нейтралью.
3	Ненормальные режимы Рассматриваемые вопросы: - токовая перегрузка; - повышение и понижение напряжения; - качания в энергосистемах
4	Основные требования, предъявляемые к релейной защите. Рассматриваемые вопросы: - селективность; - быстродействие; - чувствительность; - надежность.
5	Электрические реле. Рассматриваемые вопросы: - назначение и основные характеристики реле; - изображение реле на схемах; - классификация реле.
6	Электромеханические реле Рассматриваемые вопросы: - электромагнитные реле ; - индукционные реле с двумя входными величинами; - индукционные реле с одной входной величиной.
7	Электронные реле Рассматриваемые вопросы: - статические реле; - микропроцессорные реле.
8	Структурная схема релейной защиты Рассматриваемые вопросы: - основные структурные части защиты; - источники оперативного тока.
9	Принципы построения измерительных и логических органов релейной защиты. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - основные характеристики и конструктивные электромеханических и индукционных реле; - принцип действия электромагнитных реле тока и напряжения; - реле времени; - индукционное реле направления мощности; - реле сопротивления; - промежуточные и указательные реле; - измерительные органы на полупроводниковой элементной базе; - основные схемы включения операционных усилителей, используемые в устройствах релейных защит; - аналоговые микросхемы, используемые для построения функциональных элементов измерительных органов; - простейшие функциональные элементы на операционных усилителях. Измерительные органы на интегральных микросхемах;
10	<p>Трансформаторы тока и их погрешности.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - схема замещения, коэффициент трансформации, векторная диаграмма трансформатора тока; - типы погрешностей трансформаторов тока и способы их уменьшения; - типовые схемы соединения обмоток трансформаторов тока и обмоток реле; - фильтры симметричных составляющих токов.
11	<p>Токковые защиты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - максимальная токовая защита; - токовая отсечка; - токовая направленная защита; - защиты от коротких замыканий на землю в сети с глухозаземленной нейтралью;
12	<p>Дифференциальные и дистанционные защиты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - область применения и оценка дифференциальных защит; - продольная дифференциальная защита линий. Принцип действия продольной дифференциальной защиты; - токи небаланса в дифференциальных защитах; - токовая поперечная дифференциальная защита линий. Мертвая зона защиты; - направленная поперечная дифференциальная защита линий; - дистанционные защиты, схемы и принцип их действия; - характеристики срабатывания реле сопротивления;
13	<p>Защита синхронных генераторов, электродвигателей, трансформаторов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности защит электрогенераторов; - особенности защит силовых и измерительных трансформаторов; - особенности защит электродвигателей.
14	<p>Защиты, используемые в тяговых сетях переменного и постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности осуществления защиты тяговых сетей постоянного тока; - особенности осуществления защиты тяговых сетей переменного тока.

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"> - расчета и проверки уставок защиты; - проведения испытаний защиты при различных видах повреждений; - определения зоны действия защиты.
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"> - расчета и проверки уставок защиты; - проведения испытаний защиты при различных видах повреждений; - определения факторов, влияющих на селективность и зону действия максимальной токовой защиты.
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"> - расчета и проверки уставок защиты; - проведения испытаний защиты при различных видах повреждений; - определения влияния пусковых оргвнов напряжения на чувствительность максимальной токовой защиты.
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"> - расчета уставок защиты; - проведения испытаний защиты при различных видах повреждений; - определения факторов, влияющих на селективность, зону действия и чувствительность защиты.
5	<p>Токовая направленная защита.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета уставок защиты; - проведения испытаний защиты при различных видах повреждений; - определения зоны действия защиты.
6	<p>Защита от однофазных замыканий на землю.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета и проверки уставок защиты; - определения селективности и чувствительности защиты от однофазных замыканий на землю при различных видах повреждений.
7	<p>Дифференциальная защита.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык</p> <ul style="list-style-type: none"> - настройки параметров дифференциальных реле; - определения факторов, влияющих на селективность, зону действия и чувствительность защиты.
8	<p>Дистанционная защита.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета уставок защиты; - настройки параметров реле соротивления; - определения зоны действия защиты.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Расчет токов короткого замыкания.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык расчета токов короткого замыкания при проектировании схем электрических защит.</p>
2	<p>Реле тока.</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных характеристик реле тока.
3	Реле напряжения. В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных характеристик реле напряжения.
4	Реле времени. В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных характеристик реле времени.
5	Реле направления мощности. В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных параметров и характеристик реле направления мощности.
6	Реле сопротивления. В результате работы на практическом занятии студент получает навык определения основных параметров и характеристик реле сопротивления.
7	Расчет коэффициента чувствительности защит. 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. 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:

- заданной 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.	https://e.lanbook.com/book/192800 (дата обращения: 21.02.2024).
2	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.	https://e.lanbook.com/book/148384 (дата обращения: 21.02.2024).
3	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	https://e.lanbook.com/book/322787 (дата обращения: 21.02.2024).
4	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.	https://e.lanbook.com/book/113201 (дата обращения: 21.02.2024).
5	Малафеев, А. В. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики : учебное пособие / А. В. Малафеев. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.	https://e.lanbook.com/book/162556 (дата обращения: 21.02.2024).

	Носова, 2020. — 65 с. — ISBN 978-5-9967-1884-9.	
6	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.	https://e.lanbook.com/book/154599 (дата обращения: 21.02.2024).
7	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.	https://e.lanbook.com/book/379925 (дата обращения: 21.02.2024).
8	Васильев, Д. А. Релейная защита и автоматика: лабораторный практикум : учебное пособие / Д. А. Васильев, Л. А. Пантелеева. — Ижевск : УдГАУ, 2021. — 40 с.	https://e.lanbook.com/book/257948 (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)

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