

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Верисокин Александр Константинович

Должность: Декан факультета нефтегазовой инженерии

Дата подписания: 14.07.2026 14:12:49

Уникальный программный ключ:

22b550c16d09822b0cd03810d91d3f106eb4b62d

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана факультета
нефтегазовой инженерии
Верисокин А.Е.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цифровые устройства релейной защиты

Направление подготовки/специальность
Направленность (профиль)/специализация

Год начала обучения
Форма обучения
Реализуется в семестре

Электроэнергетика и электротехника
Цифровые технологии в
электроэнергетике
2025
очная
7

Разработано

Старший преподаватель
кафедры
автоматизированных
электроэнергетических
систем и электроснабжения
Звада П.А.

Ставрополь 2025 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Цифровые устройства релейной защиты» является сформировать способности участвовать в организации процесса функционирования оборудования цифровой релейной защиты, а также умение определять функциональную готовность элементов цифровой релейной защиты.

Задачи дисциплины:

- изучить назначение цифровой релейной защиты и требования к ее защитным функциям,
- изучить структуру и основные элементы цифровой релейной защиты;
- интерфейсы ЦУРЗ и каналы связи;
- структура цифровых измерительных органов;
- измерительные органы с одной и с двумя электрическими величинами; цифровые дистанционные органы;
- выполнение цифровых дифференциальных защит;
- вспомогательные функции цифровой релейной защиты

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Цифровые устройства релейной защиты» относится к (модулям) части формируемой участниками образовательных отношений. Ее освоение происходит в 7 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-5 Способен участвовать в организации процесса функционирования оборудования высокоавтоматизированных подстанций	ИД-1 _{ПК-5} Демонстрирует знания по проверке технических параметров электрооборудования в процессе его эксплуатации ИД-4 _{ПК-5} Осуществляет эксплуатацию и диагностику устройств и систем измерения, контроля и автоматики с помощью специализированного программного обеспечения, и оборудования, корректировку их параметров	Знать основные понятия и термины дисциплины, конструкцию и принцип действия используемых в технике РЗ измерительных и вспомогательных устройств, принципы построения схем релейных защит, учитывать требования к РЗ защищаемого объекта электротехнического назначения; Уметь пользоваться в своей профессиональной деятельности терминами и понятиями дисциплины, самостоятельно осваивать новые знания из области РЗ. Владеть навыками выполнения настроек цифровых защит;

4. Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля*

Объем занятий: всего: 4 з.е. 144 акад.ч.	ОФО, в акад. часах
Контактная работа:	54
Лекции/из них практическая подготовка	18/0
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	18/0
Практических занятий/из них практическая подготовка	18/0
Самостоятельная работа	54
Формы контроля	
Зачет с оценкой 7 семестр	

* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (если иное не установлено образовательным стандартом)

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Раздел дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	Контактная работа обучающихся с преподавателем / из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов	Формы текущего контроля успеваемости
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	Основные понятия и определения 1. Структура РЗ и используемая информация. Классификация защитных функций. 2. Основные требования к защитным функциям. 3. Измеряемые величины и критерии измерения, используемые в релейной защите. 4. Основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты Практическое занятие 1 Расчет уставок защит терминала БМРЗ-152-КЛ	ИД-1 _{ПК-5} ИД-4 _{ПК-5}	2	4	-	6	Собеседование

2	Измерительные органы цифровой релейной защиты. 1. Структура цифровых измерительных органов. 2. Предварительная обработка аналоговых сигналов. 3. Векторное отображение дискретизированных синусоидальных сигналов Практическое занятие 2 Расчет уставок трансформатора 1000 кВ·А 10/0,4 кВ БМРЗ-102-ТР	ИД-1 _{ГК-5} ИД-4 _{ГК-5}	2	4	-	6	Собеседование
3	Алгоритмы цифрового преобразования сигналов релейной защиты. 1. Общие сведения. Вычисление средних и действующего значений сигналов. 2. Вычисление векторов на основе мгновенных значений величин и их производных. Алгоритм двух выборок. 3. Алгоритмы на основе дифференциального уравнения линии. 4. Алгоритмы ЦИО на основе выделения составляющих ортогональных функций Практическое занятие 3 Расчет защиты от ОЗЗ в сети с изолированной нейтралью Лабораторная работа 1 Терминалы серии БЭ2704	ИД-1 _{ГК-5} ИД-4 _{ГК-5}	2	4	6	6	Собеседование
4	Цифровые измерительные органы направления мощности 1. Характеристики срабатывания. 2. ЦИО с использованием ортогональных составляющих векторов. 3. Непосредственное использование выборок мгновенных значений величин. 4. Выбор измеряемых величин в ЦИО направления мощности. 5. ЦИО направления мощности симметричных составляющих Практическое занятие 4 Дифференциально-фазной защиты линий электропередач 110-220 кВ	ИД-1 _{ГК-5} ИД-4 _{ГК-5}	2	2	-	6	Собеседование

5	Цифровые дистанционные органы. 1. Входные величины и характеристики срабатывания дистанционных органов. 2. Пофазные и трехфазные дистанционные органы 3. Цифровые ДО на основе сравнения абсолютных значений электрических величин. 4. Дистанционные органы на основе сравнения фаз двух электрических величин. 5. Цифровые ДО на основе непосредственного вычисления Z. 6. Трехфазные дистанционные органы Практическое занятие 5 Расчет уставок дифференциальной защиты линии без ответвлений Лабораторная работа 2 Направленна ВЧ-защита линии 110-220 кВ	ИД-1_{ПК-5} ИД-4_{ПК-5}	2	2	6	6	Собеседование
6	Характеристики и динамические свойства цифровой релейной защиты. 1. Уравнения и характеристики цифровых фильтров. 2. Частотные характеристики и передаточные функции ЦФ. 3. Частотные характеристики алгоритмов цифрового измерения синусоидальных величин. 4. Динамические характеристики ЦИО. 5. Быстродействующее вычисление векторов на основе фильтров с изменяемыми коэффициентами Практическое занятие 6 Расчет уставок дифференциальной защиты линии с ответвлением	ИД-1_{ПК-5} ИД-4_{ПК-5}	2	2	-	6	Собеседование

7	Алгоритмы, использующие критерии идентификации сигналов. 1. Влияние режима электрической системы на динамические свойства релейной защиты. 2. Установившиеся и свободные составляющие в формируемых величинах 3. Критерий интенсивности сигнала помехи. 4. Области опасных режимов ЭС по критерию интенсивности сигнала помехи	ИД-1ПК-5 ИД-4ПК-5	2	-	-	6	Собеседование
8	Токовые и токовые направленные цифровые защиты. 1. Формирование токов и напряжений, измеряемых релейной защитой. 2. Максимальная токовая защита 3. Токовые защиты на основе измерения симметричных составляющих. 4. Токовые защиты от однофазных замыканий на землю в сетях с малым током замыкания на землю. 5. Защиты на основе контроля напряжения сети. 6. Направленные токовые защиты	ИД-1ПК-5 ИД-4ПК-5	2	-	-	6	Собеседование
9	Цифровые дифференциальные защиты. 1. Дифференциальные защиты на основе непосредственного сравнения токов. 2. Дифференциальные защиты с использованием торможения сравниваемыми токами. 3. Дифференциальные защиты с торможением от расчетной погрешности. Особенности выполнения цифровых дифференциальных защит трансформаторов. 5. Продольные дифференциальные защиты ВЛ. Цифровые дифференциальные защиты сборных шин. 7. Требования к измерительным трансформаторам тока Лабораторная работа 3 ДФЗ линии 110-220кВ	ИД-1ПК-5 ИД-4ПК-5	2	-	6	6	Собеседование
ИТОГО за 7 семестр			18	18	18	54	
ИТОГО			18	18	18	54	

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);
- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины (модуля).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически заверченный раздел.

Лекционный материал посвящен рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Лабораторные работы направлены на приобретение опыта практической работы в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1.1. Перечень основной литературы:

1

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1

Андреев, В. А. Релейная защита систем электроснабжения в примерах и задачах: учеб. пособие / В. А. Андреев. - М. : Высш. школа, 2008. - 251 с. : ил. - (Для высших учебных заведений. Электротехника). - Библиогр.: с. 248-249. - ISBN 978-5-06-005828-4

2

Дьяков, Анатолий Федорович. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учеб. пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" и по специальностям "Релейн. защита и автоматизация энергосистем", "Электр. станции", "Электр. системы и сети" / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. - М. : Изд-во МЭИ, 2000. - 197, [1] с. : ил. ; 20. - Библиогр.: с. 194-196. - ISBN 5-7046-0575-3

3

Шнеерсон, Э. М. Цифровая релейная защита / Э. М. Шнеерсон. - Москва :

Энергоатомиздат, 2007. - 548 с. : ил. - Библиогр.: с. 540-541. - ISBN 978-5-283-03256-6

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

- 1 Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Цифровые устройства релейной защиты"
- 2 Методические указания к организации самостоятельной работе по дисциплине "Цифровые устройства релейной защиты"
- 3 Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Цифровые устройства релейной защиты"

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

1. www.electrolibrary.info/bestbooks/b_rza.htm – онлайн библиотека.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1	http://catalog.ncfu.ru – электронные каталоги Ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО.
2	http://www.biblioclub.ru – электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
3	http://www.iprbookshop.ru/ – ЭБС «IPRbooks».

Программное обеспечение:

1	Альт Рабочая станция 10
2	Пакет офисных программ - Р7-Офис

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

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Лабораторные занятия	1 Блок микропроцессорный БЭМП-1-01.4.23.1221.2УХЛЗ,1 2 Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ-ДЗ-10-01-22 3 Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ-КЛ-10-33-23 4 Диагностический комплекс ИМФ-1 5 ИМИТАТОР универсальный для проверки устройств РЗА И-901 6 Источник бесперебойного питания APC Smart-UPS SC 620 VA 230V SC620L 7 Лабораторный комплекс "Метрология и контрольно-измерительные системы" NI E 8 Лабораторный комплекс для изучения и испытания электротехнических устройств. Испытательный комплекс для проверки устройств РЗА Omicron CMC356, Еврозащита МАКС

	9 Лабораторный комплекс по релейной защите 10 Лабораторный стенд "Электроэнергетика-модель однамашинной электр. системы с узлом комплексной нагрузки, релейной защиты, автоматикой, длинной линией электропередачи и измерением параметров и показате 11 Микропроцессорное устройство защиты СИРИУС-Т-1/1 12 Микропроцессорное устройство центральной сигнал.СИРИУС- ЦС 13 Монитор DELL 23 14 Монитор Филипс 170 15 Огнетушитель воздушно-эмульсионный ОБЭ-6(з)-АВЕ-01 16 Персональный компьютер 3,4 ГГц/ОЗУ 16 Гб/дискетное видео 1 Гб/SSD 180 Гб/HDD 2 Тб/DVD Ram&DVD+R/RW/клавиатура/мышь/картридер/веб-камера/монитор 23 17 Сист.блок P4-3.4/2Gb/HDD750/DVD+/-RW/512MBb PCI/клав/мышь 18 Системный блок Dell
Практические занятия	1 Источник бесперебойного питания APC Smart-UPS SC 620 VA 230V SC620L 2 Монитор DELL 23 3 Монитор Филипс 170 4 Персональный компьютер 3,4 ГГц/ОЗУ 16 Гб/дискетное видео 1 Гб/SSD 180 Гб/HDD 2 Тб/DVD Ram&DVD+R/RW/клавиатура/мышь/картридер/веб-камера/монитор 23 5 Сист.блок P4-3.4/2Gb/HDD750/DVD+/-RW/512MBb PCI/клав/мышь 6 Системный блок Dell
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников

образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (Bigbluebutton, Microsoft Teams, а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.