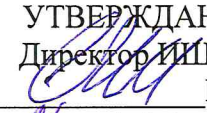


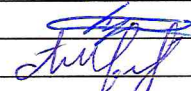
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИИПЭ  
 Матвеев А.С.  
« 26 » июль 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| Микропроцессорная релейная защита                       |                                                     |         |   |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|---|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника         |         |   |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Управление режимами<br>электроэнергетических систем |         |   |
| Специализация                                           | Управление режимами<br>электроэнергетических систем |         |   |
| Уровень образования                                     | высшее образование - магистратура                   |         |   |
| Курс                                                    | 1                                                   | семестр | 2 |
| Трудоемкость в кредитах (за-<br>четных единицах)        | 3                                                   |         |   |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс                                    |         |   |
| Контактная (аудиторная) ра-<br>бота, ч                  | Лекции                                              | 16      |   |
|                                                         | Практические занятия                                | -       |   |
|                                                         | Лабораторные занятия                                | 32      |   |
|                                                         | ВСЕГО                                               | 48      |   |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                                     | 60      |   |
| ИТОГО, ч                                                |                                                     | 108     |   |

|                                 |       |                                 |     |
|---------------------------------|-------|---------------------------------|-----|
| Вид промежуточной<br>аттестации | Зачёт | Обеспечивающее<br>подразделение | ОЭЭ |
|---------------------------------|-------|---------------------------------|-----|

|                                                                                                           |                                                                                     |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| И.о. заведующего кафедрой -<br>руководителя ОЭЭ<br>на правах кафедры<br>Руководитель ООП<br>Преподаватель |  | Ивашутенко А.С. |
|                                                                                                           |  | Прохоров А.В.   |
|                                                                                                           |                                                                                     | Андреев М.В.    |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                    | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                                                                                                                     | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                                                                         |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                             | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                                                                                                                  | Код                                                         | Наименование                                                                                                                            |
| ПК(У)-3         | Способен разрабатывать мероприятия и принимать решения по управлению электроэнергетическим режимом работы энергосистемы     | И.ПК(У)-3.3                       | Принимает решения об изменении параметров настройки режимной, противоаварийной и сетевой автоматики с целью обеспечения требований к технологическому функционированию электроэнергетических систем | ПК(У)-3.3В2                                                 | Владеет: методиками выбора настроек устройств релейной защиты и автоматики                                                              |
| ПК(У)-4         | Способен осваивать и применять информационные технологии для решения задач управления режимами электроэнергетических систем | И.ПК(У)-4.1                       | Применяет информационные технологии для решения задач управления режимами электроэнергетических систем                                                                                              | ПК(У)-4.131                                                 | Знает: типы файлов, применяемых в специализированных программно-технических комплексах, и способы работы с ними                         |
|                 |                                                                                                                             |                                   |                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-4.132                                                 | Знает: способы импорта и экспорта данных, доступных в специализированных программно-технических комплексах                              |
|                 |                                                                                                                             |                                   |                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-4.133                                                 | Знает: виды и назначение информации в электроэнергетике                                                                                 |
|                 |                                                                                                                             |                                   |                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-4.134                                                 | Знает: действующие нормативные документы, определяющие требования к сбору, передаче, обработке и отображению технологической информации |
|                 |                                                                                                                             |                                   |                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-4.135                                                 | Знает: функциональные возможности и архитектуру средств диспетчерского и                                                                |

| Код компетенции | Наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенций |                                    | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                                                                                   |
|-----------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                          | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                      |
|                 |                          |                                   |                                    |                                                             |                                                                                                                                                   |
|                 |                          |                                   |                                    |                                                             | технологического управления                                                                                                                       |
|                 |                          |                                   |                                    | ПК(У)-4.136                                                 | Знает: состав автоматизированной системы диспетчерского управления                                                                                |
|                 |                          |                                   |                                    | ПК(У)-4.1У2                                                 | Умеет: осуществлять импорт и экспорт данных, доступных в специализированных программно-технических комплексах, для решения профессиональных задач |
|                 |                          |                                   |                                    | ПК(У)-4.1У3                                                 | Умеет: осуществлять пользовательские настройки специализированного программного обеспечения                                                       |
|                 |                          |                                   |                                    | ПК(У)-4.1У5                                                 | Умеет: настраивать технологические функции программно-технических комплексов для управления режимами электроэнергетических систем                 |
|                 |                          |                                   |                                    | ПК(У)-4.1В1                                                 | Владеет: опытом применения программно-технических комплексов для расчетов и управления режимами электроэнергетических систем                      |
|                 |                          |                                   |                                    | ПК(У)-4.1В2                                                 | Владеет: методиками работы с пользовательскими интерфейсами специализированных программно-технических комплексов                                  |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                 | Индикатор достижения компетенции |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                    |                                  |
| РД 1                                          | Определять настройки микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем в соответствии с требованиями к их функционированию  | И.ПК(У)-3.3                      |
| РД2                                           | Применять специализированное программное обеспечение для конфигурирования микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем | И.ПК(У)-4.1                      |
| РД3                                           | Осуществлять настройку и подключение микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем                                      | И.ПК(У)-4.1                      |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                                                                                                                                       | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел (модуль) 1.</b> Принципы построения микропроцессорных устройств релейной защиты. Основные алгоритмы функционирования.                          | РД1, РД2, РД3                                | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                                                          |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                                                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | 8                 |
|                                                                                                                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 26                |
| <b>Раздел (модуль) 2.</b> Особенности функционирования и настройки микропроцессорной релейной защиты основного оборудования электроэнергетических систем | РД1, РД2, РД3                                | Лекции                    | 6                 |
|                                                                                                                                                          |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                                                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | 8                 |
|                                                                                                                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 42                |
| <b>Раздел (модуль) 3.</b> Эксплуатация и настройка релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем: подключение, настройка, обслуживание.      | РД1, РД2, РД3                                | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                                                                          |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                                                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | 8                 |
|                                                                                                                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 42                |
| <b>Раздел (модуль) 4.</b> Информационно-управляющая система микропроцессорных защит. Протоколы связи. Формат COMTRADE.                                   | РД1, РД2, РД3                                | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                                                                          |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                                                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | 8                 |
|                                                                                                                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 42                |

## Содержание разделов дисциплины:

### **Раздел 1. Принципы построения микропроцессорных устройств релейной защиты. Основные алгоритмы функционирования.**

#### **Темы лекций:**

1. Изучение основных элементов микропроцессорных (цифровых) устройств защиты: промежуточные преобразователи, аналоговые частотные фильтры, аналого-цифровой преобразователь, микропроцессор.
2. Изучение принципов обработки входной информации: дискретизация, квантование, цифровая фильтрация, преобразование в вектор и т.д. Изучение основных алгоритмов функционирования микропроцессорных (цифровых) устройств защиты: защиты, реагирующие на изменение одного, двух и более параметров оборудования.
3. Алгоритмы функционирования цифровой релейной защиты: максимальные токовые защиты, защиты с контролем напряжения, защиты контроля симметричных составляющих, дистанционные защиты, дифференциальные защиты.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Настройка микропроцессорного терминала защиты MICOM P543 Agile. Ступенчатая токовая защита с зависимой и независимой время-токовыми характеристиками срабатывания.
2. Настройка микропроцессорного терминала защиты MICOM P543 Agile. Максимальная токовая защита с контролем снижения напряжения.
3. Настройка микропроцессорного терминала защиты MICOM P543 Agile. Автоматика повторного включения.

### **Раздел 2. Особенности функционирования и настройки микропроцессорной релейной защиты основного оборудования электроэнергетических систем**

#### **Темы лекций:**

1. Особенности функционирования и настройки микропроцессорной релейной защиты воздушных линий электропередачи, синхронных генераторов, электрических двигателей, силовых трансформаторов и автотрансформаторов.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Настройка микропроцессорного терминала защиты TOP 200. Ступенчатая токовая защита с зависимой и независимой время-токовыми характеристиками срабатывания.
2. Настройка микропроцессорного терминала защиты TOP 200. Максимальная токовая защита с контролем снижения напряжения.
3. Настройка микропроцессорного терминала защиты TOP 200. Автоматика повторного включения.

### **Раздел 3. Эксплуатация и настройка релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем: подключение, настройка, обслуживание.**

#### **Темы лекций:**

1. Изучение схем подключения, особенностей эксплуатации и конфигурирования микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем. Программное обеспечение микропроцессорных устройств релейной защиты. Эксплуатационная эффективность микропроцессорных устройств релейной защиты.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Настройка микропроцессорного терминала защиты SEPAM 1000+ серии 40. Ступенчатая токовая защита с зависимой и независимой время-токовыми характеристиками срабатывания.
2. Настройка микропроцессорного терминала защиты SEPAM 1000+ серии 40. Максимальная токовая защита с контролем снижения напряжения.

3. Настройка микропроцессорного терминала защиты SEPAM 1000+ серии 40. Автоматика повторного включения.

|                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 4. Информационно-управляющая система микропроцессорных защит. Протоколы связи. Формат COMTRADE.</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Темы лекций:**

1. Изучение основных принципов построения информационно-управляющей системы микропроцессорных защит. Информационный обмен цифровых релейных защит. Протоколы связи цифровых систем контроля и защиты. Стандарт МЭК 61850. Современные методы и средства испытания устройств релейной защиты. Формат COMTRADE.

**Названия лабораторных работ:**

1. Настройка микропроцессорного терминала защиты Siemens Siprotech 7SJ62. Ступенчатая токовая защита с зависимой и независимой время-токовыми характеристиками срабатывания.
2. Настройка микропроцессорного терминала защиты Siemens Siprotech 7SJ62. Максимальная токовая защита с контролем снижения напряжения.
3. Настройка микропроцессорного терминала защиты Siemens Siprotech 7SJ62. Автоматика повторного включения.

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература**

1. Дьяков, А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие для вузов / А. Ф. Дьяков. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011614.html> (дата обращения: 26.05.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Гуревич, В. И. Микропроцессорные реле защиты: устройство, проблемы, перспективы / В. И. Гуревич. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2011. – 336 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/65083> (дата обращения: 27.05.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Дополнительная литература**

1. Испытательные системы серии "РЕТОМ" и их применение для проверки устройств релейной защиты и автоматики: учебное пособие / С. М. Юдин, В. В. Шестакова, С. Н. Пашковский, Е. А. Понамарев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m281.pdf> (дата обращения: 25.05.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.

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. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/113201> (дата обращения: 26.05.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Захаров, О. Г. Надежность цифровых устройств релейной защиты. Показатели. Требования. Оценки: учебное пособие / О. Г. Захаров. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2014. – 128 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/65084> (дата обращения: 26.05.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Постановление правительства РФ от 13.08.2018 (ред. 08.12.2018) "Об утверждении Правил технологического функционирования электроэнергетических систем и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации "[Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 12.06.2019). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. – Текст: электронный.
5. РД 153-34.0-35.617-2001 Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ. Утверждены РАО «ЕЭС России» 20.01.2001. Ред. 29.04.2004 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 12.06.2019). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. – Текст: электронный.

## 6.2 Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Сайт Федеральной служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gks.ru> (содержит все макроэкономические показатели)
2. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
3. Полнотекстовые и реферативные базы данных для студентов и сотрудников ТПУ: <https://www.lib.tpu.ru/html/full-text-db>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic
2. Document Foundation Libre Office

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

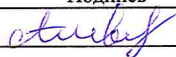
В учебном процессе используется следующее оборудование для практических и занятий:

| № | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                     | Наименование оборудования                                                                                                 |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная аудитория)<br>634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 306 | Компьютер - 1 шт.; проектор - 1 шт.<br>доска аудиторная настенная - 2 шт.; комплект учебной мебели на 50 посадочных мест. |

| № | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                        | Наименование оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория).<br>634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 320 | Компьютер - 31 шт.; проектор - 2 шт.<br>Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; шкаф для документов - 2 шт.;<br>Устройство релейной защиты фидера MRA4A0AB серии HighPROTEC - 2 шт.; Лабораторный комплекс "Передача команд противоаварийной автоматики в энергосистемах" - 1 шт.; Устройство релейной защиты двигателя DTSC-50-50B - 1 шт.; Woodward LS-5 (контроллер для управления и защиты выключателя) - 1 шт.; Устройство релейной защиты фидера MFR11/SC+N серии Multifunction relays - 1 шт.; Распределительный шкаф RAL 7035 - 5 шт.; Лаборат.учебный стенд для проверки оборудования передачи команд релейной защиты - 1 шт.; Конвейер ленточный (прямой) 1400/300 - 1 шт.; Устройство релейной защиты, контроля и управления выключателем DTSC-200 - 1 шт.; Устройство релейной защиты по напряжению и частоте MRU4A0AB серии HighPROTEC - 1 шт.; Комплекс "НЕБА" - 1 шт.; Устройство дифференциальной релейной защиты трансформатора MRDT4 серии HighPROTEC - 1 шт.; Устройство релейной защиты воздушных и кабельных линий CSP2-L с панелью контроля и управления CMP1 серии System Line - 2 шт.; Устройство дифференциальной релейной защиты блока генератора трансформатор ESDR4T серии Multifunction relays - 1 шт.; Синхронизатор SPM-D10/YB - 1 шт.; Устройство релейной защиты и управления генератором MFR15/SYN-1 серии Multifunction relays - 1 шт.; Модуль мониторинга температуры TUG416B/SU серии Multifunction relays - 1 шт. |

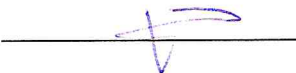
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, специализация «Управление режимами электроэнергетических систем» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность      | Подпись                                                                             | ФИО          |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Доцент ОЭЭ ИШЭ |  | Андреев М.В. |

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от «27» июня 2019 г. № 6).

И.о. заведующего кафедрой - руководителя ОЭЭ  
на правах кафедры, к.т.н, доцент



А.С. Ивашутенко

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год | Содержание /изменение                                                                                                                                                   | Обсуждено на заседании<br>Отделения электроэнергетики и электротехники<br>(протокол) |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 2020/2021   | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины | протокол от «25»<br>июня 2020 г. № 6                                                 |
|             |                                                                                                                                                                         |                                                                                      |
|             |                                                                                                                                                                         |                                                                                      |
|             |                                                                                                                                                                         |                                                                                      |
|             |                                                                                                                                                                         |                                                                                      |