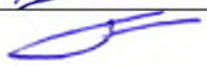
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ
_____Матвеев А.С.
«01» сентября 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**
**ПРИЕМ 2020 г.**
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| **Оперативные переключения в электроустановках электрических сетей** | | | |
|---|---|---|---|
| Направление подготовки/специальность | **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника** | | |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Электроэнергетика | | |
| Специализация | Электроэнергетические системы и сети | | |
| Уровень образования | высшее образование – бакалавриат | | |
| | | | |
| Курс | **4** | семестр | **8** |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) | **3** | | |
| Виды учебной деятельности | Временной ресурс | | |
| Контактная (аудиторная) работа, ч | Лекции | | **11** |
| | Практические занятия | | **11** |
| | Лабораторные занятия | | **22** |
| | ВСЕГО | | **44** |
| Самостоятельная работа, ч | | | **64** |
| ИТОГО, ч | | | **108** |

| Вид промежуточной аттестации | **Зачет** | Обеспечивающее подразделение | **ОЭЭ ИШЭ** |
|---|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры ОЭЭ | | А.С. Ивашутенко |
| Руководитель ООП | | В.В. Шестакова |
| Преподаватель |  | Н.Л. Бацева |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся ООП (п. 6 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)-5 | Способен осуществлять оперативное управление режимами работы объектов электроэнергетики, энергорайонов с применением автоматизированных систем технологического управления | И. ПК (У)-5.1 | Демонстрирует готовность к управлению режимом работы энергообъекта | ПК (У)-5.1З1 | Знает нормативные правовые акты, нормативно-техническую документацию, инструктивные документы, Правила производства переключений в электроустановках, состав автоматизированной системы диспетчерского управления |
| | | | | ПК (У)-5.1У1 | Умеет применять в работе техническую документацию; обрабатывать оперативные данные; анализировать текущий режим; читать нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики и энергосистем; производить переключения по программам |
| | | | | ПК (У)-5.1В1 | Владеет опытом принятия решений о выдаче эффективных диспетчерских команд (разрешений) в условиях ограниченного времени |
| | | И. ПК (У)-5.2 | Демонстрирует готовность к регулированию напряжения и перетоков мощности | ПК (У)-5.2З1 | Знает Правила регулирования частоты и перетоков мощности в ЕЭС России; допустимую токовую загрузку ЛЭП и электросетевого оборудования; перечень контрольных пунктов, напряжение в которых контролируется диспетчерским центром |
| | | | | ПК (У)-5.2У1 | Умеет применять программные средства, обеспечивающие решение задач оперативного управления; контролировать величину перетока мощности, токовую загрузку ЛЭП и электросетевого оборудования; контролировать уровни напряжения в контрольных пунктах; регулировать напряжение в соответствии с графиками напряжения |
| | | | | ПК (У)-5.2В1 | Владеет опытом определения объёма и эффективности управляющих воздействий с целью регулирования перетоков мощности и напряжений |
| | | И. ПК (У)-5.3 | Демонстрирует готовность к предотвращению развития нарушения нормального режима | ПК (У)-5.3З1 | Знает правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима работы электрической части энергосистем |
| | | | | ПК (У)-5.3У1 | Умеет использовать средства диспетчерского и технологического управления; вести оперативные переговоры с диспетчерским и оперативным персоналом |
| | | | | ПК (У)-5.3В1 | Владеет опытом оценки текущего и прогнозируемого режима электроэнергетического режима с целью принятия решения о реализации мер по предотвращению развития нарушения нормального режима |
| ПК (У)-2 | Способен применять нормативно-техническую документацию для разработки проектной документации и | И. ПК (У)-2.1 | Применяет нормативно-техническую документацию для создания проектов и в эксплуатационной | ПК (У)-2.1З1 | нает нормативно-техническу окументацию в области проектной сплуатационной деятельност ребования к объекта |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | при эксплуатации энергообъектов и электротехнических устройств | | деятельности | | лектроэнергетики и их компонентам |
| | | | | ПК (У)-2.1У1 | Умеет производить отбор необходимой нормативно-технической документации |
| | | | | ПК (У)-2.1В1 | Владеет опытом применения требований нормативно-технической документации при проектировании объектов электроэнергетики, их компонентов и при эксплуатации электрооборудования |

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

Дисциплина относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля 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 | Знает и умеет применять нормативно-техническую документацию в области оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике | И. ПК (У)-2.1 |
| РД-2 | Умеет производить оперативные переключения на электрических подстанциях | И. ПК (У)-5.1 |
| РД-3 | Способен решать задачи оперативного управления в части регулирования электрического режима по напряжению с помощью специализированных программных комплексов | И. ПК (У)-5.2 |
| РД-4 | Знает мероприятия по предотвращению нарушения нормального режима работы объектов электроэнергетики | И. ПК (У)-5.3 |

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. |
|---|---|---|---|
| **Раздел 1.** Структура, задачи и функции оперативного управления | РД-1 | Лекции | **2** |
| | | Практические занятия | **-** |
| | | Лабораторные занятия | **-** |
| | | Самостоятельная работа | **10** |
| **Раздел 2.** Оперативные переключения в электроустановках | РД-1<br>РД-2 | Лекции | **4** |
| | | Практические занятия | **4** |
| | | Лабораторные занятия | **10** |
| | | Самостоятельная работа | **25** |
| **Раздел 3.** Управление режимами энергосистем | РД-1<br>РД-3 | Лекции | **3** |
| | | Практические занятия | **4** |
| | | Лабораторные занятия | **4** |
| | | Самостоятельная работа | **20** |
| **Раздел 4.** Предотвращение развития и ликвидация нарушений | РД-1<br>РД-4 | Лекции | **2** |
| | | Практические занятия | **3** |

| Разделы дисциплины | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|---|---|---|---|
| нормального режима электрической части энергосистем | | Лабораторные занятия | **8** |
| | | Самостоятельная работа | **20** |

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1.** ***Структура, задачи и функции оперативного управления***

Рассматриваются законодательные акты и нормативные документы, определяющие права и обязанности субъектов оперативно-диспетчерского и технологического управления и существующая структура оперативно-диспетчерского и оперативно-технологического управления.

**Темы лекций:**

1. Цели и задачи оперативно-диспетчерского управления. Хронология формирования и оптимизации структуры АО «СО ЕЭС» и субъектов электроэнергетики в части оперативно-диспетчерского управления. Целевая модель оперативно-диспетчерского управления. Распределение объектов диспетчеризации по способу управления. Критерии диспетчерского и технологического управления и ведения.

**Раздел 2.** ***Оперативные переключения в электроустановках***

Рассматривается порядок производства оперативных переключений.

**Темы лекций:**

1. Основные состояния электрооборудования. Виды переключений. Обеспечение электробезопасности при проведении переключений. Бланки и программы переключений. Организация и порядок проведения переключений. Выполнение операций с коммутационными аппаратами. Виды коммутационных аппаратов. Выполнение операций с выключателями. Выполнение операций с разъединителями и отделителями.
2. Последовательность производства часто встречающихся переключений. Включение и отключение линий электропередачи. Включение и отключение двух и трехобмоточных трансформаторов. Включение и отключение трансформаторов напряжения. Перевод всех присоединений на другую систему шин.

**Темы практических занятий:**

1. Замена выключателей присоединений обходным выключателем.
2. Отключение и включение линий электропередачи при проведении ремонтных работ. Вывод в ремонт воздушных линий электропередачи, находящихся под наведённым напряжением.

**Названия лабораторных работ:**

1. Вывод в ремонт выключателя
2. Вывод в ремонт трансформатора Т-2 на ПС 110 кВ Весенняя.
3. Вывод в ремонт АТ-1 на ПС Волга
4. Вывод в ремонт ВЛ 110 кВ. Программа переключений

**Раздел 3.** ***Управление режимами энергосистем***

Рассматриваются вопросы управления режимом энергосистем.

**Темы лекций:**

1. Задачи управления режимом энергосистемы. Виды режимов энергосистем.
2. Регулирование частоты и перетоков активной мощности. Расчёты режимов при оперативно-диспетчерском управлении.

**Темы практических занятий:**

1. Регулирование напряжения и перетоков реактивной мощности.

2. Управление нормальными режимами энергосистем.

**Названия лабораторных работ:**

1. Анализ возможностей и принципов работы всережимного моделирующего комплекса реального времени электроэнергетических систем (ВМК РВ ЭЭС);
2. Управление потоками реактивной мощности и регулирование напряжения в схеме ВМК РВ ЭЭС;

**Раздел 4.** ***Предотвращение развития и ликвидация нарушений нормального режима электрической части энергосистем***

Рассматриваются виды и причины технологических нарушений нормального режима электрической части энергосистем, порядок действий оперативного персонала при ликвидации технологических нарушений.

**Темы лекций:**

1. Особенности производства оперативных переключений при ликвидации технологических нарушений. Самостоятельные действия оперативного персонала при ликвидации технологических нарушений, в том числе при отсутствии связи с диспетчером. Действия при полном обесточивании электроустановки. Повреждения коммутационных аппаратов.

**Темы практических занятий:**

1. Аварийные отключения линий электропередачи, трансформаторов, сборных шин.

**Названия лабораторных работ:**

1. Расследование технологических нарушений и анализ действий оперативного персонала.
2. Разработка мероприятий по предотвращению технологических нарушений и ошибочных действий оперативного персонала по результатам расследований.
3. Вывод в ремонт системы шин

## 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. Фикс Н. П. Оперативное управление в электроэнергетике: электронный курс / Н. П. Фикс, Н. Л. Бацева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: TPU Moodle, 2014. – URL: http://design.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=133 (дата обращения: 26.03.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
2. Грунтович Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования [Электронный ресурс] / Грунтович Н. В.. — Минск: Новое знание, 2013. — 271 с. —. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=43873 (дата обращения: 31.03.2018). - Режим доступа: по подписке.
3. Калентионок Е. В. Оперативное управление в энергосистемах: учебное пособие / Е. В.

Калентионок, В. Г. Прокопенко, В. Т. Федин. – Минск: Вышэйшая школа, 2010. – 351 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/65574 (дата обращения: 26.03.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Вайнштейн Р. А. Основы управления режимами энергосистем по частоте и активной мощности, по напряжению и реактивной мощности: учебное пособие / Р. А. Вайнштейн, Н. В. Коломиец, В. В. Шестакова. – Томск: Изд–во ТПУ, 2010. – URL: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m235.pdf (дата обращения: 26.03.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.

Дополнительная литература:

1. Вайнштейн Р. А. Автоматическое управление электроэнергетическими системами в нормальных и аварийных режимах: учебное пособие. В 2 частях. Часть 1 / Р. А. Вайнштейн, В. В. Шестакова, И. М. Кац; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – URL: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m317.pdf (дата обращения: 26.03.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
2. Федеральный закон от 26.03.2003 №35-ФЗ «Об электроэнергетике» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/popular/.
3. Правила оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, утвержденные Постановлением Правительства РФ от 27.12.2004 №854 (в ред. Постановления Правительства РФ от 13.08.2018 №937) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/popular/.
4. Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем и объектов электроэнергетики, утвержденные приказом Минэнерго РФ от 12.07.2018 №548 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/popular/.
5. Правила переключений в электроустановках, утвержденные приказом Минэнерго РФ от 13.09.2018 №757 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/popular/.

### 6.2 Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - https://urait.ru/
2. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/
3. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - https://new.znanium.com/

Электронный курс «Оперативное управление в электроэнергетике. Эксплуатация, диагностика и ремонт электрооборудования», Режим доступа: https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1272

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb

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

1. Office 2016 Standard Russian Academic

2. RastrWin3 Academic Floating
3. Adobe Acrobat Reader DC
4. Adobe Flash Player
5. Modus Модус демо-версия

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

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| № | Наименование специальных помещений | Наименование оборудования |
|---|---|---|
| 1 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 250 | Комплекс контролеров автоматической частотной разгрузки энергосистемы - 2 шт.;Счетчик электрической энергии Квант - 2 шт.;Лабораторный комплекс «Модель цифровой подстанции -2» - 1 шт.<br>Доска аудиторная поворотная - 1 шт.;Стол лабораторный - 2 шт.;Комплект учебной мебели на 810 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт. |
| 2 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 326 | Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроэнергетика» по специализации «Электроэнергетические системы и сети» направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (прием 2020 г., очная форма).

Разработчик(и):

| Должность | | ФИО |
|---|---|---|
| Доцент ОЭЭ | | Н.Л. Бацева |
| Старший преподаватель ОЭЭ | | И.А. Разживин |

Программа одобрена на заседании отделения Электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от 01.09.2020 г. № 1/1)

И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры ОЭЭ ИШЭ, к.т.н. _____ / А.С. Ивашутенко /

**Лист изменений рабочей программы практики:**

| Учебный год | Содержание /изменение | Обсуждено на заседании ОЭЭ |
|---|---|---|
| 2021/2022 учебный год | 1. Обновлен список литературы. | От 11.05.2021 г. № 6/1 |
| 2022/2023 учебный год | 1. Обновлен список литературы. | От 29.06.2022 г. № 6 |