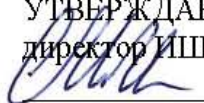


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
директор ИШЭ

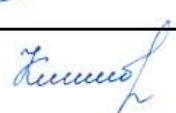
 Матвеев А.С.

«01» сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПРИЕМ 2020 г.  
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очно-заочная

|                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------|
| Основы расчета и проектирования<br>электрооборудования промышленных предприятий |
|---------------------------------------------------------------------------------|

|                                                |                                             |         |    |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------|----|
| Направление подготовки                         | 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника |         |    |
| Образовательная программа                      | Электроэнергетика                           |         |    |
| Специализация                                  | Электрооборудование                         |         |    |
| Уровень образования                            | высшее образование - бакалавриат            |         |    |
| Курс                                           | 5                                           | семестр | 10 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах) | 3                                           |         |    |
| Виды учебной деятельности                      | Временной ресурс                            |         |    |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч           | Лекции                                      | 4       |    |
|                                                | Практические занятия                        | 4       |    |
|                                                | Лабораторные занятия                        | 4       |    |
|                                                | ВСЕГО                                       | 12      |    |
| Самостоятельная работа, ч                      |                                             | 96      |    |
| ИТОГО, ч                                       |                                             | 108     |    |

|                                                 |                                                                                      |                                 |                 |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Вид промежуточной<br>аттестации                 | Экзамен                                                                              | Обеспечивающее<br>подразделение | ОЭЭ ИШЭ         |
| И.о. заведующего кафедрой –<br>руководителя ОЭЭ |  |                                 | Ивашутенко А.С. |
| Руководитель ООП                                |  |                                 | Шестакова В.В.  |
| Преподаватель                                   |  |                                 | Климова Г.Н.    |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п.5 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) -2.       | Способен составить конкурентно-способные варианты технических решений при техническом аудите, предпроектном обследовании и проектировании систем электроснабжения объектов и технологических установок | И.ПК(У)-2.1.                      | Производит выбор оптимального технического решения задач технического аудита, предпроектного обследования и проектирования систем электроснабжения объектов и технологических установок                                                                                                | ПК(У)-2.1В1                                                 | Владеет методами математического и физического моделирования режимов, процессов, состояний систем электроснабжения объектов и технологических установок для расчета токов короткого замыкания (КЗ), выбора и проверки оборудования, повышения эксплуатационной надежности |
|                 |                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК(У)-2.1У1                                                 | Умеет составлять, оптимизировать и рассчитывать параметры схем замещения систем электроснабжения объектов и технологических установок, составлять и преобразовывать схемы в зависимости от поставленных целей, видов и мест КЗ                                            |
|                 |                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК(У)-2.1З1                                                 | Знает требования современных российских и зарубежных стандартов к техническим средствам для повышения надежности, защиты систем электроснабжения и технологических установок от токов КЗ и ограничения токов КЗ                                                           |
|                 |                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК(У)-2.1В3                                                 | Владеет опытом обоснования итоговых рекомендаций и разработки технической документации при решении прикладных и исследовательских задач в системах электроснабжения объектов и технологических установках                                                                 |
|                 |                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК(У)-2.1У3                                                 | Умеет подготавливать исходные данные для разработки проектной и рабочей документации элементов систем электроснабжения, отдельных разделов и в целом проектов систем электроснабжения объектов и технологических установок                                                |
|                 |                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК(У)-2.1З3                                                 | Знает универсальные методы инженерного анализа применительно к элементам систем электроснабжения, отдельным разделам и в целом проектам систем электроснабжения объектов и технологическим установкам                                                                     |
| ПК(У) -3.       | Способен проводить проектирование в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов, применяемым к системам электроснабжения объектов и технологическим установкам            | И.ПК(У)-3.1.                      | Производит проектирование элементов систем электроснабжения, отдельных разделов и в целом проектов систем электроснабжения объектов и технологических установок в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов и специализированных программных комплексов | ПК(У)-3.1В2                                                 | Владеет навыками чтения и изображения схем отдельных элементов и в целом систем электроснабжения объектов и технологических установок                                                                                                                                     |
|                 |                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК(У)-3.1У2                                                 | Умеет выбирать элементы систем электроснабжения объектов и технологических установок и проверять их на соответствие нормативным требованиям                                                                                                                               |
|                 |                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК(У)-3.1З2                                                 | Знает требования законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и нормативных технических документов к функционированию объектов, для которых предназначены системы электроснабжения и технологические установки                                       |

## 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                                          | Находить в тексте нормативно-технического документа рекомендации (требования) относящиеся к интересующему элементу системы электроснабжения или его части | И.ПК(У)-3.1.                     |
| РД-2                                          | Рассчитывать установившиеся режимы работы электрических сетей промышленного предприятия                                                                   | И.ПК(У)-2.1.                     |
| РД-3                                          | Выбирать оборудование и конфигурацию сети методом технико-экономического сравнения вариантов                                                              | И.ПК(У)-3.1.                     |
| РД-4                                          | Выбирать элементы систем электроснабжения зданий и проверять их работоспособность.                                                                        | И.ПК(У)-3.1.                     |

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 1.<br/>Нормативно-техническая база в области электроснабжения промышленных предприятий</b> | РД-1                                         | Лекции                    | -                 |
|                                                                                                      |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                                      |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                                                      |                                              | Самостоятельная работа    | <b>16</b>         |
| <b>Раздел 2.<br/>Электроснабжение объектов на территории промышленного предприятия</b>               | РД-2<br>РД-3                                 | Лекции                    | <b>1</b>          |
|                                                                                                      |                                              | Практические занятия      | <b>1</b>          |
|                                                                                                      |                                              | Лабораторные занятия      | <b>2</b>          |
|                                                                                                      |                                              | Самостоятельная работа    | <b>30</b>         |
| <b>Раздел 3.<br/>Внешнее электроснабжение промышленных предприятий и высоковольтное оборудование</b> | РД-2<br>РД-3                                 | Лекции                    | <b>1</b>          |
|                                                                                                      |                                              | Практические занятия      | <b>1</b>          |
|                                                                                                      |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                                                      |                                              | Самостоятельная работа    | <b>20</b>         |
| <b>Раздел 4.<br/>Электроснабжение внутри зданий и сооружений</b>                                     | РД-2<br>РД-4                                 | Лекции                    | <b>2</b>          |
|                                                                                                      |                                              | Практические занятия      | <b>2</b>          |
|                                                                                                      |                                              | Лабораторные занятия      | <b>2</b>          |
|                                                                                                      |                                              | Самостоятельная работа    | <b>30</b>         |

## Содержание разделов дисциплины:

### **Раздел 1. Нормативно-техническая база в области электроснабжения промышленных предприятий**

Введение в электроснабжение объектов капитального строительства. Обзор нормативно-технической базы в области электроснабжения промышленных предприятий. Изучение основных положений нормативных документов, лежащих в основе дисциплины. Знакомство с составом проектной документации объектов электроснабжения и ее оформление. Анализ примеров проектной документации по электроснабжению.

#### **Темы лекций:**

1. Введение в электроснабжение: задачи электроснабжения и требования к системам электроснабжения.
2. Обзор нормативно-технической базы в области электроснабжения промышленных предприятий.
3. Состав проектной документации объектов электроснабжения.

#### **Темы практических занятий:**

1. Использование ПУЭ в практической деятельности инженера по специальности электроснабжение.
2. Изучение основных положений НТП ЭПП-94 Нормы технологического проектирования. Определение конструктивных особенностей системы электроснабжения промышленных предприятий.
3. Анализ примеров проектов электроснабжения промышленных предприятий.

#### **Темы лабораторных занятий:**

1. Использование систем автоматизированного проектирования (AutoCAD 2018) для разработки проектов по электроснабжению.
2. Использование систем автоматизированного проектирования (AutoCAD 2018) для оформления проектной документации.

### **Раздел 2. Электроснабжение объектов на территории промышленного предприятия**

Определение электрических нагрузок промышленного предприятия. Построение картограммы электрических нагрузок. Распределение источников питания и канализация электрической энергии по территории предприятия. Расчет токов короткого замыкания в сетях выше 1000 В. Компенсация реактивных нагрузок промышленного предприятия. Основы технико-экономического обоснования вариантов систем электроснабжения.

#### **Тема лекции:**

1. Определение расчетных электрических нагрузок производственных помещений.
2. Определение расчетных электрических нагрузок промышленного предприятия.
3. Графики электрических нагрузок.
4. Понятие центра электрических нагрузок и его определение.
5. Компенсация реактивных нагрузок промышленного предприятия.
6. Основы технико-экономического обоснования вариантов систем электроснабжения.

#### **Тема практических занятий:**

1. Расчет электрических нагрузок методом коэффициента спроса.
2. Трансформаторные подстанции, их выбор размещение на территории предприятия с учетом компенсирующих устройств.
3. Пример технико-экономического обоснования числа трансформаторов и мощности компенсирующих устройств.
4. Способы канализации электрической энергии по территории предприятия.
5. Планирование трасс электроснабжения.

6. Особенности расчета длины линий электроснабжения.
7. Выбор марки и сечения проводников для линий электроснабжения на территории предприятия.

**Темы лабораторных занятий:**

1. Подготовка данных для математического моделирования сети выше 1000 В работающей в режиме короткого замыкания.
2. Исследование математической модели сети выше 1000 В работающей в режиме короткого замыкания.

|                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 3. Внешнее электроснабжение промышленных предприятий и высоковольтное оборудование</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|

Особенности внешнего электроснабжения предприятия. Выбор схемы главных соединений открытого распределительного устройства главной понизительной подстанции, напряжения питающей сети и оборудования выше 1000 В. Изучение конструкции, назначения и принципа действия основного электротехнического оборудования: разъединитель, отделитель, короткозамыкатель, вентильный разрядник, ограничитель перенапряжений, предохранитель, реактор, измерительные трансформаторы, выключатели.

**Темы лекций:**

1. Главная распределительная подстанция, расположение оборудования, схемы главных соединений.
2. Выбор трансформаторов главной понизительной подстанции.
3. Особенности проектирования линии питающей предприятие.
4. Закрытое распределительное устройство главной понизительной подстанции.

**Темы практических занятий:**

1. Назначение, конструкция и выбор высоковольтных выключателей
2. Назначение, конструкция и выбор разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.
3. Назначение, конструкция и выбор разрядников и ограничителей перенапряжения
4. Назначение, конструкция и выбор бетонного реактора.
5. Назначение, конструкция и выбор плавкого предохранителя.
6. Назначение, конструкция и выбор измерительных трансформаторов.
7. Назначение, конструкция и выбор ячеек КСО, КРУ, КРУН.

|                                                              |
|--------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 4. Электроснабжение внутри зданий и сооружений</b> |
|--------------------------------------------------------------|

Расчет электрических нагрузок отдельных помещений и групп электроприемников. Анализ окружающей среды в помещении. Распределение электроприемников по пунктам питания. Выбор защитного, коммутационного оборудования и проводников. Расчет токов короткого замыкания в сети до 1000 В. Построение эпюры отклонения напряжений и карты селективности.

**Тема лекции:**

1. Анализ окружающей среды в помещении.
2. Основные принципы распределения электроприемников по пунктам питания.
3. Режимы работы нейтрали цеховых трансформаторов.
4. Применение устройства защитного отключения в производственных помещениях.
5. Возможности применения автоматических выключателей с электронными расцепителями.

**Темы практических занятий:**

1. Расчет электрических нагрузок производственных помещений.
2. Выбор воздушных автоматических выключателей и плавких предохранителей.
3. Выбор сечения проводников.

4. Построение эпюры отклонения напряжений.
5. Построение карты селективности действия защитных аппаратов.
6. Построение однолинейной схемы производственного помещения

**Темы лабораторных занятий:**

1. Подготовка данных для математического моделирования сети до 1000 В работающей в режиме короткого замыкания.
2. Исследование математической модели сети до 1000 В работающей в режиме короткого замыкания.

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

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка отчетов по лабораторным работам;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

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

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

Основная литература:

1. Сумарокова, Людмила Петровна. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / Л. П. Сумарокова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электроснабжения промышленных предприятий (ЭПП). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m107.pdf> (дата обращения: 19.06.2020) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный
2. Сивков, А. А. Основы электроснабжения : учебное пособие / А. А. Сивков, Д. Ю. Герасимов, А. С. Сайгаш. — 2-е изд. — Томск : ТПУ, 2014. — 174 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/62930> (дата обращения: 19.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. — 2-е., доп. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. — 148 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108714> (дата обращения: 19.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Никитенко, Г. В. Электрооборудование, электротехнологии и электроснабжение сельского хозяйства. Дипломное проектирование : учебное пособие / Г. В. Никитенко, Е. В. Коноплев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 316 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108460> (дата обращения: 19.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Конюхова Е.А., Электроснабжение : учебник для вузов / Конюхова Е.А. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012505> (дата обращения: 19.06.2020). - Режим доступа : по подписке.
3. Красник, В. В. Правила устройства электроустановок в вопросах и ответах: Пособие для изучения и подготовки к проверке знаний : учебное пособие / В. В. Красник. — Москва : ЭНАС, 2017. — 512 с. — Текст : электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104457> (дата обращения: 19.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 6.2 Информационное и программное обеспечение

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

Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>

Электронно-библиотечная система «Консультант студента»  
<http://www.studentlibrary.ru/>

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

1. Microsoft Office Standard 16 Академическая лицензия.
2. AutoCAD 2018.
3. Multisim 13.0 или Workbench.

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

В учебном процессе используется следующее оборудование для практических и занятий:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                                                 | Наименование оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебная лаборатория) 634034 Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, Учебный корпус №8, аудитория 252 | Учебная лаборатория "Общий курс электроснабжения"<br>Наименование лабораторного оборудования:<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Учебно лабораторный стенд по курсу электроснабжение (5 шт.);</li> <li>2. Учебно-лабораторный стенд (1 шт.);</li> <li>3. Учебно-лабораторный стенд по электроснаб (1 шт.);</li> <li>4. Учебно лабораторный стенд по электроснаб (1 шт.);</li> <li>5. Учебно-лабораторный стенд по курсу электроснабжение (1 шт.);</li> <li>6. К-т тип.лаборат.оборудования Электрический привод ЭП1-Н-К</li> </ol> |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634050, Томская область, г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 126                  | компьютеры– 15 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника /

Электроэнергетика / специализация «Электроснабжение» (приема 2020 г., очно-заочная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность                    | ФИО           |
|------------------------------|---------------|
| Доцент ОЭЭ                   | Климова Г.Н.  |
| Старший преподаватель<br>ОЭЭ | Муравлев А.И. |

Программа одобрена на заседании Отделения Электроэнергетики и электротехники (протокол от «01» сентября 2020г. №1/1).

И.о. заведующего кафедрой – руководителя ОЭЭ  
к.т.н, доцент

 /Ивашутенко А.С./  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год | Содержание /изменение | Обсуждено на заседании<br>ОЭЭ<br>протокол |
|-------------|-----------------------|-------------------------------------------|
|             |                       |                                           |

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| <b>Учебный<br/>год</b>   | <b>Содержание /изменение</b>                                                                                                                                                                                                 | <b>Обсуждено на<br/>заседании ОЭЭ</b> |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 2021/2022<br>учебный год | 1. Обновлено цели и результаты освоения дисциплины<br>2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины<br>3. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.<br>4. Обновлен список литературы | От 11.05.2021 г.<br>№ 6/1             |
| 2022/2023<br>учебный год | 1. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.                                                                                                                                          | От 29.06.2022 г.<br>№ 6               |