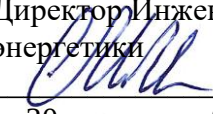


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Инженерной школы
энергетики

 А.С. Матвеев
«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроснабжение и альтернативная энергетика		
Специализация	Оптимизация развивающихся систем электроснабжения		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	40	
	ВСЕГО	80	
Самостоятельная работа, ч			136
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			Курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной
аттестации

ЭКЗАМЕН
Диф. зачет.

Обеспечивающее
подразделение

ОЭЭ

И.о. заведующего кафедрой –
руководителя отделения на
правах кафедры

Руководитель ООП

Преподаватель

	Ивашутенко А.С.
	Рахматуллин И.А.
	Климова Г.Н.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного 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)-4	Способен разрабатывать, реализовывать и осуществлять контроль выполнения технических и организационных мероприятий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности	И.ПК(У)-4.1	Проводит инструментальные измерения и верификацию энергетической эффективности систем электроснабжения объектов и технологических установок	ПК(У)-4.1В1	Владеет навыками проведения инструментальных измерений потребления энергетических ресурсов
				ПК(У)-4.1У1	Умеет определять методы и границы измерений потребления энергетических ресурсов
				ПК(У)-4.131	Знаком с правилами проведения технического обследования систем электроснабжения объектов и технологических установок
		И.ПК(У)-4.2	Определяет факторы, которые влияют на потребление энергетических ресурсов, и разрабатывает мероприятия по их экономии	ПК(У)-4.2В1	Владеет навыками разработки технических и организационных мероприятий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности
				ПК(У)-4.2У1	Умеет использовать основные методики для расчета энергетической эффективности оборудования
				ПК(У)-4.231	Знает основные технические и организационные мероприятия, направленные на энергосбережение и повышение энергетической эффективности

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	Ставить и решать задачи инженерного анализа, используя глубокие фундаментальные знания и аналитические методы для оценки технического состояния систем электроснабжения объектов и технологических установок	И.ПК(У)-4.1
РД 2	Выполнять инженерные проекты с применением оригинальных методов проектирования, используя новое энергоэффективное оборудование	И.ПК(У)-4.2
РД 3	Проводить инновационные инженерные исследования систем электроснабжения объектов и технологических установок	И.ПК(У)-4.2

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 ¹	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Основные положения курса. Понятие реактивной мощности	РД 1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные работы	2
		Самостоятельная работа	14
Раздел (модуль) 2. Взаимоотношения энергоснабжающих организаций и потребителей электроэнергии в части условий потребления и генерации реактивной мощности	РД 1	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел (модуль) 3. Источники реактивной мощности промышленных предприятий	РД 1, РД 2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел (модуль) 4. Потребление реактивной мощности промышленными электроприемниками	РД 1, РД 2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел (модуль) 5. Поперечная компенсация реактивной мощности	РД 2, РД 3	Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел (модуль) 6. Продольная компенсация реактивной мощности	РД 2, РД 3	Практические занятия	4
		Лабораторные работы	6
		Самостоятельная работа	16
Раздел (модуль) 7. Распределение конденсаторных батарей по узлам нагрузки в сетях до и выше 1000 В	РД 2, РД 3	Практические занятия	4
		Лабораторные работы	6
		Самостоятельная работа	16
Раздел (модуль) 8. Техничко-экономические расчеты при проведении мероприятий по компенсации реактивной мощности	РД 2, РД 3	Практические занятия	4
		Лабораторные работы	6
		Самостоятельная работа	16
Раздел (модуль) 9. Подключение конденсаторных установок к сети и их эксплуатация. Устойчивость узлов нагрузки	РД 2, РД 3	Практические занятия	2
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	16

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Общие вопросы дисциплины. Понятие реактивной мощности

Физические основы и основные законы электротехники в применении к компенсации реактивной мощности. Понятие реактивной мощности: индуктивный, емкостный, резистивный элементы в цепи синусоидального тока. Коэффициент мощности. Энергетический поток в преобразователях энергии. Мощность искажения и мощность несимметрии. Принцип компенсации реактивной мощности.

Темы лекций:

1. Физические основы и основные законы электротехники в применении к компенсации реактивной мощности.

Темы практических занятий:

1. Понятие реактивной мощности: индуктивный, емкостный, резистивный элементы в цепи синусоидального тока. Коэффициент мощности. Энергетический поток в преобразователях энергии. Мощность искажения и мощность несимметрии. Принцип

¹ Общая трудоёмкость контактной работы и виды контактной работы в соответствии учебным планом

компенсации реактивной мощности.

Лабораторные работы:

1. Изучение состава и конструкции лабораторной установки по моделированию режимов работы системы электроснабжения.

Раздел 2. Взаимоотношения энергоснабжающих организаций и потребителей электроэнергии в части условий потребления и генерации реактивной мощности

Характеристики нормальных режимов электрических сетей. Сокращение потерь электроэнергии при ее транспортировке и преобразовании. Необходимость регулирования взаимоотношений между энергоснабжающей организацией и потребителями электрической энергии. Нормативные документы. Значения коэффициентов реактивной мощности, указываемые в договорах на оказание услуг по передаче электрической энергии. Пути снижения реактивных нагрузок систем электроснабжения предприятий. Повышающие (понижающие) коэффициенты к тарифам на услуги по передаче электрической энергии.

Темы лекций:

1. Характеристики нормальных режимов электрических сетей. Сокращение потерь электроэнергии при ее транспортировке и преобразовании.

Темы практических занятий:

1. Необходимость регулирования взаимоотношений между энергоснабжающей организацией и потребителями электрической энергии. Нормативные документы.

2. Значения коэффициентов реактивной мощности, указываемые в договорах на оказание услуг по передаче электрической энергии. Пути снижения реактивных нагрузок систем электроснабжения предприятий. Повышающие (понижающие) коэффициенты к тарифам на услуги по передаче электрической энергии.

Лабораторные работы:

1. Симметрирование напряжений с помощью конденсаторной батареи (4ч.)

Раздел 3. Источники реактивной мощности промышленных предприятий

Типы источников реактивной мощности, их общая характеристика. Основные источники активной и реактивной мощности. Синхронные компенсаторы и двигатели. Конденсаторные батареи. Статические тиристорные компенсаторы на основе батарей конденсаторов. Реакторы, коммутируемые выключателями. Насыщающиеся реакторы. Реакторы, коммутируемые тиристорами. Комбинированные источники реактивной мощности. Линии электропередачи как источники реактивной мощности.

Темы лекций:

1. Типы источников реактивной мощности, их общая характеристика. Основные источники активной и реактивной мощности.

Темы практических занятий:

1. Синхронные компенсаторы и двигатели. Конденсаторные батареи. Статические тиристорные компенсаторы на основе батарей конденсаторов.

2. Реакторы, коммутируемые выключателями. Насыщающиеся реакторы. Реакторы, коммутируемые тиристорами. Комбинированные источники реактивной мощности. Линии электропередачи как источники реактивной мощности.

Лабораторные работы:

1. Исследование и регулирование уровней напряжения в электрических сетях (4ч.).

Раздел 4. Потребление реактивной мощности промышленными электроприемниками

Потребление реактивной мощности асинхронными двигателями и трансформаторами, печными и сварочными установками, преобразовательными агрегатами. Осветительные электроустановки с газоразрядными лампами. Линии электропередачи и токоограничивающие реакторы. Факторы, влияющие на коэффициент мощности систем

электроснабжения: эксплуатационные факторы, влияние на $\cos\varphi$ технического состояния электродвигателей и качества их ремонта, конструктивные факторы.

Темы лекций:

1. Факторы, влияющие на коэффициент мощности систем электроснабжения: эксплуатационные факторы, влияние на $\cos\varphi$ технического состояния электродвигателей и качества их ремонта, конструктивные факторы.

Темы практических занятий:

1. Потребление реактивной мощности асинхронными двигателями и трансформаторами, печными и сварочными установками, преобразовательными агрегатами.

2. Осветительные электроустановки с газоразрядными лампами. Линии электропередачи и токоограничивающие реакторы.

Лабораторные работы:

1 Режимы работы синхронных двигателей (4ч.).

Раздел 5. Поперечная компенсация реактивной мощности

Причины выполнения компенсации реактивной мощности на предприятиях. Назначение поперечной компенсации, ее особенности. Влияние изменения нагрузки на колебания напряжения. Конденсаторы и синхронные двигатели как источники реактивной мощности. Расчет потерь активной мощности на генерацию реактивной. Выбор мощности компенсирующих устройств на основании технико-экономических расчетов. Отступления от экономического решения. Выбор напряжения и места установки конденсаторов. Эффективность компенсации реактивной мощности в сетях промышленных предприятий.

Темы практических занятий:

1. Причины выполнения компенсации реактивной мощности на предприятиях. Назначение поперечной компенсации, ее особенности. Влияние изменения нагрузки на колебания напряжения. Конденсаторы и синхронные двигатели как источники реактивной мощности.

2. Расчет потерь активной мощности на генерацию реактивной. Выбор мощности компенсирующих устройств на основании технико-экономических расчетов. Отступления от экономического решения. Выбор напряжения и места установки конденсаторов. Эффективность компенсации реактивной мощности в сетях промышленных предприятий.

Лабораторные работы:

1. Компенсация реактивных нагрузок в системах электроснабжения. (4ч.).

Раздел 6. Продольная компенсация реактивной мощности

Назначение продольной компенсации реактивной мощности. Схема установки, состав и назначение оборудования. Схема замещения и векторные диаграммы. Влияние установки продольной компенсации на соотношение напряжений в начале и конце участка сети. Влияние изменения нагрузки на потери напряжения без, и с установкой продольной компенсации. Недостатки продольной компенсации. Нежелательные режимы в системах электроснабжения с установками продольной компенсации и способы их устранения. Сравнение поперечной и продольной компенсации реактивной мощности, области их применения.

Темы практических занятий:

1. Назначение продольной компенсации реактивной мощности. Схема установки, состав и назначение оборудования. Схема замещения и векторные диаграммы. Влияние установки продольной компенсации на соотношение напряжений в начале и конце участка сети. Влияние изменения нагрузки на потери напряжения без, и с установкой продольной компенсации.

2. Недостатки продольной компенсации. Нежелательные режимы в системах электроснабжения с установками продольной компенсации и способы их устранения. Сравнение поперечной и продольной компенсации реактивной мощности, области их применения.

Лабораторные работы:

1. Регулирование напряжения путем продольной компенсации реактивной

мощности с помощью конденсаторной батареи. (бч.).

Раздел 7. Распределение конденсаторных батарей по узлам нагрузки в сетях до и выше 1000 В

Необходимая мощность устройств для повышения коэффициента мощности. Выбор варианта компенсации реактивной мощности. Места установки батарей конденсаторов. Определение экономической мощности конденсаторов напряжением до 1000 В. Снижение мощности цеховых трансформаторов и сечений питающих сетей. Разбивка общей для всего предприятия расчетной мощности конденсаторов на конденсаторы напряжением до и выше 1000 В. Оптимальное распределение конденсаторов в радиальных и магистральных сетях. Шинопроводы с равномерно распределенной нагрузкой. Питание магистрали в точке, находящейся между ее концами. Повышение коэффициента мощности промышленного предприятия.

Темы практических занятий:

1. Необходимая мощность устройств для повышения коэффициента мощности. Выбор варианта компенсации реактивной мощности. Места установки батарей конденсаторов. Определение экономической мощности конденсаторов напряжением до 1000 В. Снижение мощности цеховых трансформаторов и сечений питающих сетей.

2. Разбивка общей для всего предприятия расчетной мощности конденсаторов на конденсаторы напряжением до и выше 1000 В. Оптимальное распределение конденсаторов в радиальных и магистральных сетях. Шинопроводы с равномерно распределенной нагрузкой. Питание магистрали в точке, находящейся между ее концами. Повышение коэффициента мощности промышленного предприятия.

Лабораторные работы:

1. Исследование и компенсация высших гармоник тока и напряжения в распределительных электросетях (бч.).

Раздел 8. Техничко-экономические расчеты при проведении мероприятий по компенсации реактивной мощности

Условия сопоставимости вариантов. Методика оценки экономической эффективности выбора электротехнического оборудования: расчет общих затрат, сопоставление денежных потоков, оценка сравнительной эффективности. Расчетные затраты на генерацию реактивной мощности: воздушные и кабельные линии, синхронные двигатели и генераторы электростанций, конденсаторы поперечного включения. Компенсация реактивной мощности нагрузки предприятия: потребители без синхронных двигателей, потребители с синхронными двигателями. Сравнительная эффективность использования конденсаторных батарей и синхронных двигателей.

Темы практических занятий:

1. Условия сопоставимости вариантов. Методика оценки экономической эффективности выбора электротехнического оборудования: расчет общих затрат, сопоставление денежных потоков, оценка сравнительной эффективности. Расчетные затраты на генерацию реактивной мощности: воздушные и кабельные линии, синхронные двигатели и генераторы электростанций, конденсаторы поперечного включения.

2. Компенсация реактивной мощности нагрузки предприятия: потребители без синхронных двигателей, потребители с синхронными двигателями. Сравнительная эффективность использования конденсаторных батарей и синхронных двигателей.

Лабораторные работы:

1. Экономически целесообразный режим работы трансформаторов цеховых подстанций (бч.).

Раздел 9. Подключение конденсаторных установок к сети и их эксплуатация. Устойчивость узлов нагрузки

Схемы соединения конденсаторов. Схемы соединения фаз и заземление нейтрали конденсаторных установок. Разряд конденсаторных установок. Измерения в цепях конденсаторных установок. Виды защит конденсаторных установок. Регулирование

реактивной мощности в сетях систем электроснабжения. Эксплуатация конденсаторных установок. Техника безопасности при эксплуатации конденсаторных установок. Влияние компенсации реактивной мощности на устойчивость узлов нагрузки: устойчивость асинхронных и синхронных двигателей, устойчивость обобщенной нагрузки.

Темы практических занятий:

1. Подключение конденсаторных установок к сети. Влияние условий эксплуатации конденсаторных установок на их срок службы. Устойчивость узлов нагрузки.

Лабораторные работы:

1. Компенсация высших гармоник тока с помощью фильтрокомпенсирующих устройств. (4ч.).

Тема курсового проекта «Оптимизация системы электроснабжение предприятия»

Задание на проектирование включает следующие разделы:

1. Выбор напряжения питающей и распределительной сетей.
2. Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП и цеховых подстанций.
3. Выбор схемы электроснабжения завода.
4. Выбор схемы электрических соединений ГПП или ЦРП.
5. Определить параметр потока отказов системы электроснабжения для указанного узла нагрузки;
6. Определить среднее время безотказной работы;
7. Определить среднюю вероятность отказа;
8. Определить среднее время восстановления;
9. Определить недоотпуск электроэнергии заводу за год.

Выбор варианта расчетного раздела курсового проекта осуществляется в соответствии с порядковым номером студента в учебном журнале.

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 тематикам практических и лабораторных работ;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к практическим работам;
- Выполнение курсового проекта;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Климова, Г. Н. Электроэнергетические системы и сети. Энергосбережение: учебное пособие для вузов / Г. Н. Климова. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 179 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00510-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451325>
2. Коробов, Г.В.. Электроснабжение. Курсовое проектирование : / Г.В. Коробов, В.В. Картавцев, Н.А. Черемисинова; под общ. ред. Г.В. Коробова. — Москва: Лань", 2014. — 186 с.: ил., схемы. — Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ

по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия». — Библиогр.: с. 153.. — ISBN 978-5-8114-1164-1. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44759

3. Бурман А.П. Основы современной энергетики. В 2 т. Т. 2. Современная электроэнергетика: – Москва: МЭИ, 2016. – с.: ил. + . – . – Библиогр.: с. – Заказано в издательстве.. – ISBN 978-5-383-01044-0.

Дополнительная литература:

1. Кабышев, Александр Васильевич. Компенсация реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. В. Кабышев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИН), Кафедра электроснабжения промышленных предприятий (ЭПП). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.4 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m333.pdf>
2. Железко, Юрий Станиславович. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии : руководство для практических расчетов / Ю. С. Железко. — Москва: ЭНАС, 2016. — 456 с.: ил.. — Библиогр.: с. 446-449.. — ISBN 978-5-93196-958-9.
3. Кочкин, Валерий Иванович. Применение статических компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях энергосистем и предприятий / В. И. Кочкин, О. П. Нечаев. — Москва: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2002. — 248 с.: ил. — Библиогр.: с. 244-248.. — ISBN 5-93196-019-8.
4. Карпов, Федор Федорович. Компенсация реактивной мощности в распределительных сетях / Ф. Ф. Карпов. — Москва: Энергия, 1975. — 184 с.: ил.. — Библиогр.: с. 179-180.
5. Климова, Галина Николаевна. Специальные вопросы электроснабжения промышленных предприятий : учебное пособие для вузов / Г. Н. Климова, А. В. Кабышев; Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 184 с.: ил.. — Библиогр.: с. 140.
6. Приказ Минэнерго РФ от 30.12.2008 N 326 (ред. от 01.02.2010) "Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям" (вместе с "Инструкцией по организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по расчету и обоснованию нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям") (Зарегистрировано в Минюсте РФ 12.02.2009 N 13314) - Текст: электронный // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_85593/ (Свободный доступ из сети Интернет)
7. Энергосбережение в низковольтных электрических сетях при несимметричной нагрузке: монография / Ф. Д. Косоухов, Н. В. Васильев, А. Л. Борошнин, А. О. Филиппов. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-2119-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75512>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Климова, Галина Николаевна. Энергосбережение и энергоаудит предприятия: электронный курс [Электронный ресурс]/ Г. Н. Климова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИН), Кафедра электроснабжения промышленных предприятий (ЭПП). —

Электрон. дан. — Томск: TPU Moodle, 2015. — Заглавие с экрана. — Доступ по логину и паролю. Схема доступа: <http://design.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=408>.

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

1. Office 2016 Standard Russian Academic.
2. Mathcad 15 Academic Floating.
3. MATLAB Full Suite R2017b.

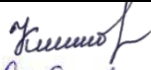
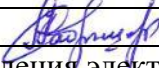
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, учебный корпус №8, поточная лекционная аудитория 323	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.; Телевизор - 3 шт. Доска аудиторная настенная - 4 шт.; Стол лабораторный - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 122 посадочных мест;
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, лаборатория 252	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Учебно-лабораторный стенд - 1 шт.; Учебно-лабораторный стенд по курсу электроснабжение - 5 шт.; Комплект типового лабораторного оборудования Электрический привод ЭП1-Н-К - 1 шт.; Учебно-лабораторный стенд по электроснаб - 1 шт.; Учебно-лабораторный стенд по курсу электроснабжение - 1 шт.; Учебно-лабораторный стенд по электроснаб - 1 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроснабжение и альтернативная энергетика»/ специализация «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения» по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ		Г.Н. Климова
Д. физ.-мат. н., профессор		А.В. Кабышев

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от «25» июня 2020 г. № 6).

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

 А.С. Ивашутенко
подпись