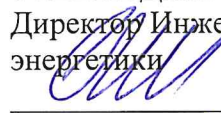


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Инженерной школы
энергетики

 А.С. Матвеев
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	“Electric Power Generation and Transportation” (Производство и транспортировка электрической энергии)		
Специализация	“Electric Power Generation and Transportation” (Производство и транспортировка электрической энергии)		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		8
	Практические занятия		40
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		64
Самостоятельная работа, ч			152
в том числе отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией			Курсовой проект
ИТОГО, ч			216

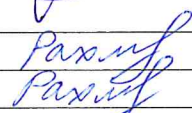
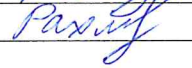
Вид промежуточной
аттестации

ЭКЗАМЕН
Диф. зачет.

Обеспечивающее
подразделение

ОЭЭ

И.о. заведующего кафедрой -
руководителя ОЭЭ на правах
кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Ивашутенко А.С.
	Рахматуллин И.А.
	Рахматуллин И.А.

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)-1	Способен выполнять инженерные проекты с применением оригинальных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества электроэнергетического и электротехнического производства в условиях жестких экономических и экологических ограничений.	И.ПК(У)-1.4	Контролирует и анализирует режимы работы технологического оборудования	ПК(У)-1.4В1	Анализа режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений.
				ПК(У)-1.4У1	Осуществлять контроль и анализ режимов работы технологических объектов
				ПК(У)-1.4З1	Основные технические характеристики и рабочие параметры оборудования технологических объектов
		И.ПК(У)-1.5	Выбирает и внедряет электротехническое оборудование в технологические процессы промышленных предприятий. Проектирует технологические комплексы и выбирает электрооборудование	ПК(У)-1.5В1	Владеет навыками разработки концепции технологических комплексов. Владеет опытом исследования параметров электротехнического оборудования
				ПК(У)-1.5У1	Умеет производить сбор и обработку исходных данных, выполнять необходимые расчеты и анализировать их
				ПК(У)-1.5З1	Знает требования действующих законодательных актов и нормативно-технической документации к составу и содержанию разделов проекта; нормативных документов по выбору, расчету и проектированию объектов электроэнергетики и электротехнических устройств
		И.ПК(У)-1.6	Выполняет инженерные проекты с применением оригинальных методов проектирования в системах энергоснабжения для достижения современных конкурентных преимуществ системы в условиях жестких экономических и экологических ограничений.	ПК(У)-1.6В1	подготовки исходные данные по заданному объекту
				ПК(У)-1.6У1	анализировать информацию о состоянии изделия, объекта, получаемую с помощью приборов и программно-технических комплексов
				ПК(У)-1.6З1	современных программно-технических комплексов, применяемых в энергетике и задачи, решаемые этими комплексами
ПК(У)-2	Способен проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений	И.ПК(У)-2.1	проектирует электрические сети энергосистем.	ПК(У)-2.1В1	работы с документацией, стандартами, патентами и другими источниками отечественной и зарубежной научно-технической информации
				ПК(У)-2.1У1	стадий ведения проектных работ изделий, устройств, объектов, систем и состава проектной документации использовать нормативные документы, регламентирующие проектные разработки изделий, устройств, объектов, систем электротехнического и электроэнергетического назначения
				ПК(У)-2.1З1	стадий ведения проектных работ изделий, устройств, объектов, систем и состава проектной документации
		И.ПК(У)-2.2	Ставит и решает инновационные задачи инженерного анализа в области электроэнергетики и электротехники с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях	ПК(У)-2.2В1	Работы с технической документацией
				ПК(У)-2.2У1	Осуществлять экспертизу технической документации, решать комплексные проблемы на основе интеграции различных методов и методик с целью достижения определенного результата

		И.ПК(У)-2.3	неопределенности	ПК(У)-2.231	Стандартов, ГОСТов и нормативных материалов, регламентирующих работу электроэнергетических и электротехнических объектов и систем, технических ограничений в работе оборудования
			Проводит технико-экономическое обоснование проектных решений; пользуется нормативными материалами; выполняет современные тепловые и гидравлические расчеты в системах теплоснабжения; проводит анализ систем теплоснабжения и повышения эффективности их работы за счет решения экологических вопросов и внедрения энергосберегающих мероприятий и технологий	ПК(У)-2.3В1	техничко-экономических расчетов и обоснования варианта с наилучшими показателями при проектировании объектов и систем в электроэнергетической и электротехнической отраслях
				ПК(У)-2.3У1	анализировать финансово-экономическую, хозяйственную деятельность предприятия электроэнергетического и электротехнического комплекса
				ПК(У)-2.331	структуры и содержания производственно-экономических функций предприятия (организации, учреждения), его службы и отделы
ПК(У)-7	Способен осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт.	И.ПК(У)-7.3	Знает и применяет оборудование для компенсации реактивной мощности в электроэнергетических системах и сетях электроснабжения	ПК(У)-7.3В1	освоения нового электроэнергетического и электротехнического оборудования
				ПК(У)-7.3У1	выбирать новое оборудование для замены существующего в процессе эксплуатации, оценивать его достоинства и недостатки/ проверять техническое состояние и остаточный ресурс электроэнергетического и электротехнического оборудования
				ПК(У)-7.331	состояния и тенденций развития современного отечественного и зарубежного электроэнергетического и электротехнического оборудования/ методов и способов проведения работ по техническому обслуживанию электроэнергетического и электротехнического оборудования/ методов и способов оценки технического состояния и остаточного ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Специальные вопросы электроснабжения» относится к вариативной части 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	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)-1.4 И.ПК(У)-2.2
РД 2	Выполнять инженерные проекты с применением оригинальных методов проектирования, используя новое энергоэффективное оборудование	И.ПК(У)-1.6 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-7.3
РД 3	Проводить инновационные инженерные исследования систем электроснабжения объектов и технологических установок	И.ПК(У)-1.5 И.ПК(У)-2.3

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 (модуль) 1. Основные положения курса. Понятие реактивной мощности. Взаимоотношения энергоснабжающих организаций и потребителей электроэнергии в части условий потребления и генерации реактивной мощности	РД 1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные работы	2
		Самостоятельная работа	18
Раздел (модуль) 2. Источники реактивной мощности промышленных предприятий. Потребление реактивной мощности промышленными электроприемниками	РД 1	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	2
		Самостоятельная работа	18
Раздел (модуль) 3. Поперечная и продольная компенсация реактивной мощности	РД 1, РД 2	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные работы	2
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 4. Распределение конденсаторных батарей по узлам нагрузки в сетях до и выше 1000 В	РД 1, РД 2	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	32
Раздел (модуль) 5. Техничко-экономические расчеты при проведении мероприятий по компенсации реактивной мощности.	РД 2, РД 3	Практические занятия	16
		Лабораторные работы	2
		Самостоятельная работа	32
Раздел (модуль) 6. Подключение конденсаторных установок к сети и их эксплуатация. Устойчивость узлов нагрузки	РД 2, РД 3	Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	32

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Общие вопросы дисциплины. Понятие реактивной мощности . Взаимоотношения энергоснабжающих организаций и потребителей электроэнергии в части условий потребления и генерации 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. 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. Физические основы и основные законы электротехники в применении к компенсации реактивной мощности. Характеристики нормальных режимов электрических сетей. Сокращение потерь электроэнергии при ее транспортировке и преобразовании.

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 компенсации реактивной мощности.
2. Необходимость регулирования взаимоотношений между энергоснабжающей организацией и потребителями электрической энергии. Нормативные документы.
3. . 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. Изучение состава и конструкции лабораторной установки по моделированию режимов работы системы электроснабжения.

Раздел 2. Источники реактивной мощности промышленных предприятий. Потребление реактивной мощности промышленными электроприемниками
--

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. 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. Типы источников реактивной мощности, их общая характеристика. Основные источники активной и реактивной мощности.
2. 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. 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. Потребление реактивной мощности асинхронными двигателями и трансформаторами, печными и сварочными установками, преобразовательными агрегатами.
3. Осветительные электроустановки с газоразрядными лампами. Линии электропередачи и токоограничивающие реакторы.

Лабораторные работы:

1. Исследование и регулирование уровней напряжения в электрических сетях.
2. Симметрирование напряжений с помощью конденсаторной батареи.

3. Режимы работы синхронных двигателей.

Раздел 3. Поперечная и продольная 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. 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. 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.
3. 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.
4. 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. Компенсация реактивных нагрузок в системах электроснабжения.
2. Регулирование напряжения путем продольной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи.

Раздел 4. 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.

Раздел 5. 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.

Раздел 6. 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.

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 (ЭНИИ), 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 НЦ 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

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

Информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронно-библиотечная система Wiley Online Library <https://onlinelibrary.wiley.com/>

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

1. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic.
2. Document Foundation LibreOffice.

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	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;

	634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, д. 7, 323	
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, д. 7, 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.;
3.	Помещение для самостоятельной работы 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, д. 53а , 210	Компьютер - 15 шт.; Принтер - 4 шт. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест;
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, д. 7, 245	Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Стенд по электроснабжению - 5 шт.; Проектор - 1 шт.; Принтер - 1 шт.; Компьютер - 5 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы “Electric Power Generation and Transportation” (Производство и транспортировка электрической энергии) приема 2019 г., очная форма обучения.

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ		И.А.Рахматуллин

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от «26» июня 2019 г. № 6).

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


подпись

А.С. Ивашутенко

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ (протокол)
2019/2020 учебный год	1. Изменено содержание разделов рабочей программы дисциплины «Специальные вопросы электроснабжения» 2. Обновлено программное обеспечение.	От 27.06.2019 г. № 6.