

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Электроснабжения и электротехники»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры электроснабжения и электротехники

Протокол №12 от 18 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»

Специальность: 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений

Квалификация: Инженер-строитель

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Чеботнягин Леонид
Михайлович
Дата подписания: 19.05.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Шакиров
Владислав Альбертович
Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Комаров Андрей
Константинович
Дата подписания: 21.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Электроснабжение» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-10 Способен осуществлять и организовывать техническую эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений, осуществлять мониторинг, контроль и надзор в сфере безопасности зданий и сооружений	ОПК-10.3
ОПК-3 Способен принимать решения в профессиональной деятельности, используя теоретические основы, нормативно-правовую базу, практический опыт капитального строительства, а также знания о современном уровне его развития	ОПК-3.14

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК-3.14	Владеет знаниями основных нормативных документов, принципов проектирования, устройства, эксплуатации систем электроснабжения зданий и сооружений	Знать – основные положения нормативных документов в области проектирования инженерных изысканий, проектирования строительных конструкций; – основные требований международных нормативных документов, стандартов, технических условий, определяющих методы расчета и конструирования строительных конструкций; Уметь обоснованно использовать Международную нормативную базу проектирования при проектировании зданий и сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест; Владеть - навыками использования в профессиональной деятельности нормативно-технической документации; – навыками выполнения законченной проектной документации, на основе данных инженерных изысканий, по проектированию зданий и сооружений, включая инженерные

		системы и оборудование; способностью и навыками подготовки необходимых исходных данных для проектирования зданий и сооружений при использовании любых расчетных схем, используя их для принятия конструктивных решений, в том числе методами автоматизированного проектирования и требований НТД
ОПК-10.3	Знает требования к эксплуатационной надежности систем электроснабжения зданий и сооружений, способен оценивать их техническое состояние, прогнозировать период безаварийной работы и при необходимости планировать ремонтно-восстановительные работы	Знать нормы проектирования инженерных систем высотных и большепролетных зданий и сооружений, требований экологической безопасности и энергоэффективности, состава и порядка формирования проектной документации Уметь использовать известные методики расчёта и проектирования инженерных систем зданий и сооружений, обеспечивать энергетическую эффективность и защиты окружающей среды при строительстве и эксплуатации Владеть инженерных расчётов инженерных систем, экологической безопасности и энергоэффективности реального объекта капитального строительства – высотного или большепролетного здания или сооружения

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электроснабжение» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Строительная физика», «Строительная механика», «Математика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Градостроительная деятельность. Техническое регулирование», «Информационные технологии в строительстве», «Международная нормативная база проектирования (Еврокоды)», «Моделирование строительных процессов. Управление проектом», «Нормативная база проектирования высотных и большепролетных зданий и сооружений», «Нормативно-правовое регулирование строительной деятельности», «Мониторинг технического состояния зданий и сооружений», «Организация, планирование и

управление в строительстве», «Основы проектной деятельности», «Основы технологии возведения зданий и специальных сооружений», «Реконструкция и реставрация каменных зданий и сооружений культурного наследия», «Реконструкция и реставрация объектов деревянного зодчества», «Энергосбережение в строительстве»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Общие сведения о системах электроснабжения зданий и сооружений	1	2					2, 3	14	Собеседование
2	Электрооборудование зданий и сооружений	2	2					1, 3	8	Доклад
3	Определение электрических нагрузок потребителей электрической энергии	3	2			1, 2	6	4	10	Решение задач
4	Выбор трансформаторных подстанций	4	1			3	6	5	4	Решение задач
5	Компенсация реактивной мощности	5	1			9, 10	6	5	2	Решение задач

6	Системы освещения	6	2			5	3	5	2	Решение задач
7	Выбор схемы электроснабжения зданий и сооружений	7	2			4	3	5	4	Решение задач
8	Расчёт токов короткого замыкания	8	2			7	2	5	6	Решение задач
9	Выбор и проверка оборудования и проводников напряжением выше 1000 В	9	1			6, 11	4	5	4	Собеседование
10	Выбор и проверка оборудования и проводников напряжением до 1000 В. Эксплуатация электрооборудования	10	1			8	2	5	6	Решение задач
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				32		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие сведения о системах электроснабжения зданий и сооружений	Согласно правил устройства электроустановок (ПУЭ), электроснабжение – это обеспечение потребителей электрической энергией. Приводится описание возможных систем электроснабжения зданий и сооружений. Даются общие определения и понятия в области электроснабжения зданий, приводится основная нормативно-техническая литература в области проектирования, строительства, монтажа, наладки и эксплуатации систем электроснабжения зданий и сооружений.
2	Электрооборудование зданий и сооружений	Приводится перечень и характеристики основным электрооборудования зданий и сооружений, относящихся к числу жилых, общественных, административных и бытовых зданий, определяется их назначением. Приводятся классификации по признаку использования: вентиляция и кондиционирование, электроотопление, насосное оборудование, освещение, розеточная сеть, оборудование пожаротушения, лифтовое оборудование, специализированное оборудование (которое может быть отнесено к электроустановкам промышленных предприятий: мастерские, котельные, тепловые пункты, прачечные,

		химчистки, столовые и кафе и др.).
3	Определение электрических нагрузок потребителей электрической энергии	Приводятся основные методы расчета электрических нагрузок потребителей и групп электроприемников зданий и сооружений. Дается основная нормативно-техническая документация по расчету нагрузок здания. Закрепление знаний проводится посредством решения задач.
4	Выбор трансформаторных подстанций	Приводятся основные понятия, характеристики трансформаторных подстанций и используемого в них оборудования, описываются основные типы и схемы компоновки. Даются методики расчета их проектирования, выбора, строительства, монтажа, наладки и эксплуатации.
5	Компенсация реактивной мощности	Для уменьшения потерь мощности, электрической энергии, стабилизации напряжения в электрической сети, для выбора рациональных сечений кабелей и проводников электрической сети зданий и сооружений и выбора оптимальной мощноститрансформаторов ТП используют установку средств компенсации реактивной мощности (КРМ). Расчет, выбор и необходимость установки основаны на поддержании потребителем на границе балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон нормируемого (установленного сетевой организацией) коэффициента реактивной мощности. При этом для потребителей, использующих электроэнергию в бытовых целях расчет и выбор КРМ не проводится. Последовательность расчета и выбора КРМ примерно можно записать: 1) определяется суммарная мощность КРМ в электрической сети здания и сооружения или их группы; 2) определяется суммарная мощность КРМ, которую необходимо установить в электрической сети напряжением до 1 кВ; 3) определяется необходимость установки средств КРМ в электрической сети 6-35 кВ; 4) уточняются значения электрических нагрузок.
6	Системы освещения	Условно выбор и расчет системы освещения разделить на две составляющие:- определяется нормируемая освещенность, система освещения, выбирается тип, число, расположение, мощность источников света и светильники;- определяется установленная и расчетная мощность источников света, выбираются схемы питания освещения, определяются расчетные электрические нагрузки освещения в узлах схемы, определяются параметры распределительных устройств и их месторасположения, выбираются аппараты защиты, провода, кабели и др. сопутствующее

		оборудование. В зависимости от характеристик объекта по нормативным документам выбирается нормируемая освещенность. После определяют тип светильника и источник света. Исходя из его параметров и предварительного расположения светильников проводят расчет освещенности одним из методов (методом коэффициента использования и точечным методом), полученные значения сопоставляются с нормативными. В некоторых случаях для расчета применяют расчет количества светильников по удельной мощности на м². Определяется источник питания и схема электрической сети. Рассчитывается мощность освещения помещения, группировка и выравнивание светильников по фазам, проводят выбор и проверку коммутационной аппаратуры, кабелей и проводников, проводят расчет потерь электроэнергии в осветительной сети, определяют падение и потери напряжения в сети. Формируется схема щита рабочего и аварийного освещения.
7	Выбор схемы электроснабжения зданий и сооружений	Выбор схемы электроснабжения основывается на нормативных правилах, при этом должны обеспечиваться: - требуемую надежность электроснабжения потребителей, - нормативный уровень качества электрической энергии, и др. Выбор схемы включает: - выбор уровня напряжения электроснабжения, который зависит от удаленности объекта электроснабжения от источников питания, проектируемой расчетной мощности объекта электроснабжения, уровня напряжения, количества и расположения электроприемников, - выбор режима работы нейтрали электрической сети, который определяется согласно правил устройства электроустановок и выбранного для электроснабжения уровня напряжения, и др. При формировании схемы электроснабжения необходимо выбирать по возможности наиболее простую и наглядную схему, использовать комплектное и блочно-комплектное оборудование, модульное оборудование. Схема всегда имеет графическое изображение в виде принципиальной однолинейной или трехлинейной схемы. Правила выполнения электрических схем изложены в стандартах ЕСКД и СПДС. На схемах условными графическими обозначениями показываются все элементы, необходимые для нормального функционирования системы электроснабжения.
8	Расчёт токов короткого замыкания	Для выбора аппаратов защиты, проверки их и кабельных линий и проводников на термическую и электродинамическую стойкость, выбора релейной

		защиты и устройств молниезащиты и др. проводят расчет токов короткого замыкания в узлах электрической сети на всех уровнях напряжения. Выделяют трехфазное, двухфазное и однофазное короткие замыкания. Последнее возможно только в сетях с глухозаземленной или эффективно заземленной нейтралью. В сетях с изолированной нейтралью однофазное замыкание называется «однофазным замыканием на землю». Трехфазное замыкание является симметричным, остальные – несимметричным. Для расчетов токов короткого замыкания на первом этапе составляется расчетная схема электроустановки. На схему наносятся все расчетные точки короткого замыкания. Определяется время действия короткого замыкания. Для расчета принимают некоторые допущения. Расчет проводят в именованных и относительных единицах. После составленной схемы преобразуется в схему замещения, которая преобразуется в эквивалентную результирующую к точке короткого замыкания. После преобразования проводят расчет токов короткого замыкания: периодическую, апериодическую составляющие тока и ударный ток короткого замыкания. Для расчета тока однофазного короткого замыкания рассчитывают сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательности.
9	Выбор и проверка оборудования и проводников напряжением выше 1000 В	Всё оборудование и проводники должны быть выбраны исходя из расчетных параметров схемы электроснабжения и проверены на действие токов короткого замыкания. Приводятся основные методики выбора и проверки оборудования и токоведущих частей напряжением выше 1000 В, используемых в зданиях и сооружениях.
10	Выбор и проверка оборудования и проводников напряжением до 1000 В. Эксплуатация электрооборудования	Приводятся основные методики выбора и проверки электрооборудования и токоведущих частей зданий и сооружений напряжением до 1000 В. Описываются основные особенности эксплуатации систем электроснабжения зданий и сооружений в соответствии с действующими нормами и требованиями.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических
---	---	----------------------

		часов
1	Определение расчетных нагрузок электроприемников	3
2	Определение электрических нагрузок потребителей	3
3	Выбор числа, мощности и месторасположения трансформаторных подстанций	6
4	Определение конфигурации электрической сети напряжением до 1 кВ и 6-10 кВ	3
5	Светотехнический и электрический расчет освещения помещений	3
6	Расчет потерь электрической энергии в электрических сетях	2
7	Расчет токов короткого замыкания	2
8	Выбор коммутационных аппаратов	2
9	Выбор и проверка сечений шин, кабельных и воздушных линий	2
10	Определение конфигурации электрической сети напряжением до 1 кВ и 6-10 кВ	4
11	Расчет потерь электрической энергии в электрических сетях	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	6
2	Подготовка презентаций	4
3	Проработка разделов теоретического материала	12
4	Расчетно-графические и аналогичные работы	10
5	Решение специальных задач	28

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Презентация, обсуждение, решение практических задач

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Задание на практическое занятие связаны с определением электрических нагрузок электроприемников и электроустановок, расчетом системы освещения, выбором трансформаторов и схемы электроснабжения, выбором проводов и кабелей, аппаратов коммутации и защиты от аварийных режимов.

Практические занятия предназначены для закрепления теоретических знаний по дисциплине и позволят обучающемуся на практических занятиях и при самостоятельной работе освоить вопросы электроснабжения при проектировании и эксплуатации высотных и большепролетных зданий и сооружений.

Отчетные материалами должны быть оформлены в соответствии с СТО в тетрадях для

выполнения практических занятий.

Практическое занятие №1 - Определение расчетных нагрузок электроприемников (Раздел №2)

Цель занятия

Изучить методы расчета электрических нагрузок отдельных электроприемников зданий и сооружений, на примере общественного административного здания

Задание

Для заданной группы однофазных и трехфазных электроприемников определить расчетные активную, реактивную и полные мощности.

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

По заданному расположению электроприемников выполнить расчет электрических нагрузок (определить расчетные активную, реактивную и полные мощности). Расчет выполнить согласно нормативных документов. Результаты расчетов представить в виде таблицы.

Практическое занятие №2 - Определение электрических нагрузок потребителей (Раздел №3)

Цель занятия

Изучить методы расчета электрических нагрузок отдельных зданий и сооружений

Задание

Для заданной группы объектов электроснабжения определить расчетные активную, реактивную и полные мощности.

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

По заданному расположению объектов и их расчетным мощностям выполнить расчет электрических нагрузок. Расчет выполнить согласно нормативных документов.

Результаты расчетов представить в виде таблицы.

Практическое занятие №3 Выбор числа, мощности и месторасположения трансформаторных подстанций (Раздел №4, 5);

Цель занятия

Изучить методы расчета и правила выбора числа, мощности и месторасположения трансформаторных подстанций

Задание

Для заданной группы объектов или объекта электроснабжения определить номинальную мощность трансформатора (-ов), их количество и определить месторасположение трансформаторной подстанции (нескольких подстанций).

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

По заданному расположению объектов и их расчетным электрическим нагрузкам определить номинальную мощность трансформатора (-ов), их количество и определить месторасположение трансформаторной подстанции (нескольких подстанций). Расчет выполнить согласно нормативных документов. Результаты расчетов представить в виде таблицы и плана расположения объектов с указанием мощностей, координат и центра электрических нагрузок.

Практическое занятие №4 и №10 - Определение конфигурации электрической сети напряжением до 1 кВ и 6-10 кВ (Раздел №7, 9)

Цель занятия

Изучить основные правила выполнения схем электроснабжения, а также схемы и компоновки трансформаторных подстанций напряжением до 10 кВ.

Задание

По выполненным расчетам в практических занятиях №1, №2 и №3 составить схему электроснабжения группы объектов.

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

По заданному расположению объектов, электроприемников и трансформаторных подстанций провести выбор схемы электроснабжения. Выбор выполнить согласно нормативных документов. Результаты расчетов представить в виде однолинейной схемы электроснабжения группы электроприемников и объектов.

Практическое занятие №5 - Светотехнический и электрический расчет освещения помещений (Раздел №6)

Цель занятия

Изучить основные правила светотехнического и электрического расчета системы освещения объекта.

Задание

Для помещений заданного объекта выполнить светотехнического и электрического расчета системы освещения.

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

Для помещений заданного объекта выполнить выбор источников света, рассчитать количество и мощность светильников, выполнить расчет электрических нагрузок системы освещения, произвести выбор кабелей и проводников, а также выбрать аппараты защиты и построить схему щита освещения. Расчеты выполнить согласно нормативных документов. Результаты расчетов представить в виде схемы расположения светильников и однолинейной схемы электрической сети щита освещения.

Практическое занятие №6, 11 - Расчет потерь электрической энергии в электрических сетях (Раздел №6, №9, №10)

Цель занятия

Изучить метод расчета потерь электрической энергии в электрических сетях.

Задание

Для разработанной схемы электроснабжения из практического задания №4 выполнить расчет потерь электрической энергии в линиях.

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

По известным расчетным и номинальным параметрам кабелей и проводников для разработанной схемы электроснабжения из практического задания №4 выполняется расчет потерь электрической энергии в линиях. Расчеты выполнить согласно нормативных документов. Результаты расчетов представить в виде таблицы.

Практическое занятие №7 - Расчет токов короткого замыкания (Раздел №8)

Цель занятия

Изучить методику расчета токов короткого замыкания.

Задание

Для разработанной схемы электроснабжения из практического задания №4 выполнить расчет токов короткого замыкания в заданной точке.

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

По известным параметрам разработанной схемы электроснабжения из практического

задания №5 выполняется расчет токов короткого замыкания в электрической сети 0,4 кВ в заданной точке. Предварительно составляется схема замещения, рассчитываются сопротивления и ЭДС элементов сети, строится эквивалентная схема замещения в точке короткого замыкания. Определяются периодическая, апериодическая составляющие тока короткого замыкания и ударный ток, дополнительно определяется однофазный ток короткого замыкания. Расчеты выполнить согласно нормативных документов. Результаты расчетов представить в виде таблицы.

Практическое занятие №8 - Выбор коммутационных аппаратов (Раздел №9,10)

Цель занятия

Изучить методику выбора коммутационных аппаратов.

Задание

Для защиты электроприемника схемы электроснабжения из практического задания №1-1 произвести выбор автоматического выключателя.

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

Рассчитать ток электроприемника, исходя из уровня напряжения и расчетного тока электроприемника, выбрать автоматический выключатель, при этом выбор и проверку выполнить:

- по номинальному напряжению,
- по номинальному току,
- по предельной отключающей способности,
- по типу исполнения расцепителей максимального тока,
- по отстройке от токов перегрузки, например, от пусковых токов,
- по чувствительности;
- проверку на термическую и электродинамическую стойкость,
- проверку на соответствие допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов.

Расчеты выполнить согласно нормативных документов. Результаты расчетов представить в виде схемы линии электроснабжения электроприемника.

Практическое занятие №9 - Выбор и проверка сечений шин, кабельных и воздушных линий (Раздел №9, 10).

Цель занятия

Изучить методику выбора и проверки сечений шин, кабельных и воздушных линий.

Задание

Для разработанной схемы электроснабжения из практического задания №1-8 выполнить расчет и выбрать кабельную линию для электроснабжения электроприемника, группы электроприемников или трансформаторной подстанции

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

Рассчитать ток электроприемника, ток группы электроприемников и ток, протекающий в линии, обеспечивающей электроснабжение трансформаторной подстанции. Кабели и проводники в электрических сетях напряжением до 1000 В выбирать из условий:

- по допустимой токовой нагрузке,
- по номинальному напряжению,
- по допустимой потере напряжения.

Электрические сети напряжением выше 35 кВ выполняют, как правило, воздушными, однако, если не позволяют условия (например, в черте города) выполняют кабельными линиями. При выборе учитывают необходимость резервирования, климатические условия, технико-экономические показатели, способы прокладки.

Выбор и проверка сечений проводников напряжением выше 1000 В выполнить по условиям:

- механической прочности,
- экономической прочности,
- по номинальному напряжению,
- по допустимой токовой нагрузке,
- по допустимой потере напряжения,
- по условиям короны (для воздушных линий электропередачи напряжением выше 110 кВ),
- по термической стойкости при токах короткого замыкания.

Расчеты выполнить согласно нормативных документов. Результаты расчетов представить в виде таблицы и нанести их на разработанную схему электроснабжения объектов.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим занятиям включает в себя самостоятельное изучение методических указаний в соответствии с РПД, знакомство с теоретическим материалом согласно РПД, подготовку к ответам на вопросы по каждой работе с использованием рекомендуемой нормативной, учебной и научной литературы, тщательное и осознанное ознакомление с методикой выполнения практической работы.

Промежуточный контроль знаний проводится в виде устных и письменных опросов и предусматривает предварительную работу студента с учебными материалами, конспектами лекций, с использованием теоретических и практических материалов, а также дополнительной учебной литературы и ресурсов Интернета. Самостоятельное изучение разделов курса включает в себя работу с источниками, которую необходимо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. По результатам самостоятельной работы обучающийся способен подготовить презентацию по заданной теме с ее представлением в виде устного доклада., способен к решению расчетно-графических задач в области электроснабжения.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 5 | Собеседование

Описание процедуры.

Тема (раздел) №1: Общие сведения о системах электроснабжения зданий и сооружений
Описание процедуры: Проводится устная беседа по разделу №1. Общие сведения о системах электроснабжения зданий и сооружений. Задача собеседования создать у обучающегося общее видение по теме раздела.

Тема (раздел) №9:

Выбор и проверка оборудования и проводников напряжением выше 1000 В

Описание процедуры: Проводится устная беседа по разделу №9. Выбор и проверка оборудования и проводников напряжением выше 1000 В. Задача собеседования создать у обучающегося общее видение по теме раздела и закрепить полученный теоретический материал.

Критерии оценивания.

Тема (раздел) №1: Общие сведения о системах электроснабжения зданий и сооружений

Вопросы для контроля:

Задаются наводящие/контрольные вопросы, например, «что такое электроснабжение?», или «что такое электрический ток?» и другие.

Критерии оценки:

Заключается в способности собеседника дать полные ответ на поставленный вопрос – выставляется «зачтено», при неспособности ответить – «не зачтено».

Тема (раздел) №9:

Выбор и проверка оборудования и проводников напряжением выше 1000 В

Вопросы для контроля:

Задаются наводящие/контрольные вопросы, например, «что такое электрооборудование?», или «как выбирается высоковольтное оборудование?» и другие.

Критерии оценки:

Заключается в способности собеседника дать полные ответ на поставленный вопрос – выставляется «зачтено», при неспособности ответить – «не зачтено».

6.1.2 семестр 5 | Решение задач

Описание процедуры.

Тема (раздел) 2: Определение расчетных нагрузок электроприемников (Практическое задание №1)

Описание процедуры: для закрепления теоретического материала на занятиях и самостоятельно решаются задачи. По данному разделу ставится цель, используя один из способов расчета научиться рассчитывать электрические нагрузки, например, методом коэффициента максимума.

Тема (раздел) 3: Определение электрических нагрузок потребителей (Практическое задание №2)

Описание процедуры: для закрепления теоретического материала на занятиях и самостоятельно решаются задачи. По данному разделу ставится цель ознакомиться с методикой проведения расчёта электрических нагрузок и произвести расчёт электрической нагрузки по заданным условиям.

Тема (раздел) 4, 5: Выбор числа, мощности и месторасположения трансформаторных подстанций (Практическое задание №3, 4)

Описание процедуры: для закрепления теоретического материала на занятиях и самостоятельно решаются задачи. По данному разделу ставится цель изучить методы расчета и правила выбора числа, мощности и месторасположения трансформаторных подстанций.

Тема (раздел) 7, 9: Определение конфигурации электрической сети напряжением до 1 кВ и 6-10 кВ (Практическое задание №4, 10)

Описание процедуры: для закрепления теоретического материала на занятиях и самостоятельно решаются задачи. По данному разделу ставится цель основные правила выполнения схем электроснабжения, а также схемы и компоновки трансформаторных подстанций напряжением до 10 кВ.

Тема (раздел) 6: Светотехнический и электрический расчет освещения помещений (Практическое задание №5)

Описание процедуры: для закрепления теоретического материала на занятиях и самостоятельно решаются задачи. По данному разделу ставится цель изучить основные правила светотехнического и электрического расчета системы освещения объекта.

Тема (раздел) №6, №9, №10: Расчет потерь электрической энергии в электрических сетях (Практическое задание №6, 11)

Описание процедуры: для закрепления теоретического материала на занятиях и самостоятельно решаются задачи. По данному разделу ставится цель изучить метод расчета потерь электрической энергии в электрических сетях. По известным расчетным и номинальным параметрам кабелей и проводников для разработанной схемы электроснабжения из практического задания №5 выполняется расчет потерь электрической энергии в линиях. Расчеты выполнить согласно нормативных документов. Результаты расчетов представить в виде таблицы.

Тема (раздел) №7: Расчет токов короткого замыкания (Практическое задание №8)

Описание процедуры: для закрепления теоретического материала на занятиях и самостоятельно решаются задачи. По данному разделу ставится цель изучить методику расчета токов короткого замыкания.

Тема (раздел) №9, 10: Выбор коммутационных аппаратов (Практическое задание №8)

Описание процедуры: для закрепления теоретического материала на занятиях и самостоятельно решаются задачи. По данному разделу ставится цель изучить методику выбора коммутационных аппаратов.

Тема (раздел) №9, 10: Выбор и проверка сечений шин, кабельных и воздушных линий (Практическое задание №9)

Описание процедуры: для закрепления теоретического материала на занятиях и самостоятельно решаются задачи. По данному разделу ставится цель изучить методику выбора и проверки сечений шин, кабельных и воздушных линий.

Критерии оценивания.

Тема (раздел) 2: Определение расчетных нагрузок электроприемников (Практическое задание №1)

Вопросы для контроля:

1. Какие методы расчета электрических нагрузок потребителя существуют?
2. Какие основные параметры необходимы для проведения расчета нагрузок?
3. Как учитываются однофазные и трехфазные нагрузки при расчете?
4. Что такое повторность включения (ПВ)%?
5. Другие вопросы по теме.

Критерии оценки: Используется балльная система: за полностью исчерпывающий ответ - 5

баллов, с замечанием – 4 балла, не полный ответ – 3 балла, неправильный ответ - 2 балла, не способность обучающегося дать ответ – 1 балл.

Тема (раздел) 3: Определение электрических нагрузок потребителей (Практическое задание №2)

Вопросы для контроля:

1. В чем заключается методика расчета электрических нагрузок группы потребителей?
2. Какие основные параметры необходимы для проведения расчета нагрузок?
3. Как учитываются однофазные и трехфазные нагрузки при расчете?
4. Что такое повторность включения (ПВ)%?
5. Другие вопросы по теме.

Критерии оценки: Используется балльная система: за полностью исчерпывающий ответ - 5 баллов, с замечанием – 4 балла, не полный ответ – 3 балла, неправильный ответ - 2 балла, не способность обучающегося дать ответ – 1 балл.

Тема (раздел) 4, 5: Выбор числа, мощности и месторасположения трансформаторных подстанций (Практическое задание №3, 4)

Вопросы для контроля:

1. Что такое трансформатор и трансформаторная подстанция?
2. Для чего необходимо определять местоположения ТП?
3. Какие параметры используются для расчета координат расположения ТП?
4. Другие вопросы по теме.

Критерии оценки: Используется балльная система: за полностью исчерпывающий ответ - 5 баллов, с замечанием – 4 балла, не полный ответ – 3 балла, неправильный ответ - 2 балла, не способность обучающегося дать ответ – 1 балл.

Тема (раздел) 7, 9: Определение конфигурации электрической сети напряжением до 1 кВ и 6-10 кВ (Практическое задание №4, 10)

Вопросы для контроля:

1. Что такое электрическая сеть?
2. Для чего необходимо выбирать конфигурацию сети?
3. По какому принципу строится электрическая сеть?
4. Другие вопросы по теме.

Критерии оценки: Используется балльная система: за полностью исчерпывающий ответ - 5 баллов, с замечанием – 4 балла, не полный ответ – 3 балла, неправильный ответ - 2 балла, не способность обучающегося дать ответ – 1 балл

Тема (раздел) 6: Светотехнический и электрический расчет освещения помещений (Практическое задание №5)

Вопросы для контроля:

1. Что такое электрическое освещение?
2. Для на какие этапы разделяется расчет и выбор освещения?
3. Для чего проводится светотехнический расчет?
4. Из чего состоит электрический расчет?
5. По какой формуле производится расчет светового потока?
6. Основные светотехнические и электрические параметры светильников?
7. Другие вопросы.

Критерии оценки: Используется балльная система: за полностью исчерпывающий ответ - 5 баллов, с замечанием – 4 балла, не полный ответ – 3 балла, неправильный ответ - 2 балла, не способность обучающегося дать ответ – 1 балл

Тема (раздел) №6, №9, №10: Расчет потерь электрической энергии в электрических сетях (Практическое задание №6, 11)

Вопросы для контроля:

1. Что такое потери электрической энергии и мощности?
2. В каких элементах электрической схемы потери максимальны?
3. Для чего проводится расчет потерь электрической энергии и мощности?
4. Какие параметры необходимы для расчета потерь?
5. Другие вопросы.

Критерии оценки: Используется балльная система: за полностью исчерпывающий ответ - 5 баллов, с замечанием – 4 балла, не полный ответ – 3 балла, неправильный ответ - 2 балла, не способность обучающегося дать ответ – 1 балл

Тема (раздел) №7: Расчет токов короткого замыкания (Практическое задание №8)

Вопросы для контроля:

1. Что такое короткое замыкание?
2. Что такое схема замещения?
3. Виды короткого замыкания?
4. Какие параметры необходимы для расчета токов короткого замыкания?
5. Другие вопросы.

Критерии оценки: Используется балльная система: за полностью исчерпывающий ответ - 5 баллов, с замечанием – 4 балла, не полный ответ – 3 балла, неправильный ответ - 2 балла, не способность обучающегося дать ответ – 1 балл

Тема (раздел) №9, 10: Выбор коммутационных аппаратов (Практическое задание №8)

Вопросы для контроля:

1. Что такое коммутационный аппарат?
2. Что виды коммутационных аппаратов в электрических сетях напряжением 0,4 кВ?
3. Основы выбора коммутационных аппаратов?
4. Основные параметры для выбора предохранителей и автоматических выключателей?

5. Другие вопросы.

Критерии оценки: Используется балльная система: за полностью исчерпывающий ответ - 5 баллов, с замечанием – 4 балла, не полный ответ – 3 балла, неправильный ответ - 2 балла, не способность обучающегося дать ответ – 1 балл

Тема (раздел) №9, 10: Выбор и проверка сечений шин, кабельных и воздушных линий (Практическое задание №9)

Вопросы для контроля:

1. Что такое кабель?
2. Что такое шина и шинопроводы?
3. Что такое ЛЭП и КЛ, типы линий электропередачи?
4. Основные параметры для выбора кабелей и проводников?
5. Другие вопросы.

Критерии оценки: Используется балльная система: за полностью исчерпывающий ответ - 5 баллов, с замечанием – 4 балла, не полный ответ – 3 балла, неправильный ответ - 2 балла, не способность обучающегося дать ответ – 1 балл

6.1.3 семестр 5 | Доклад

Описание процедуры.

Тема (раздел): Электрооборудование зданий и сооружений (Раздел №2)

Описание процедуры: Используя нормативно-техническую литературу и сеть Internet рассказывается об одном из видов электрооборудования, применяемого в зданиях и сооружениях. Преподаватель индивидуально в произвольном порядке (в том числе по желанию обучающегося) выдает обучающимся на выбор темы докладов по разделу №2 – электрооборудование зданий и сооружений.

Примерные темы:

1. Коммутационные аппараты (автоматические выключатели)
2. Коммутационные аппараты (предохранители)
3. Выключатели нагрузки, разъединители, отделители, короткозамыкатели
4. Вакуумные и воздушные выключатели
5. Выключатели с газовой изоляцией
6. Масляные выключатели
7. Силовые трансформаторы
8. Измерительные трансформаторы
9. Электропроводка
10. Электродвигатели
11. Освещение
12. Кабели и провода
13. СИП
14. Изоляторы
15. Другие.

Критерии оценивания.

Обучающийся используя нормативно-техническую документацию и сеть Internet готовит доклад. Оформляет и предоставляет результаты презентацией. После докладчику задаются вопросы. Вопросы для контроля: (на примере, темы «Изоляторы») 1. что такое изолятор?

2. где применяются изоляторы? 3. какие виды изоляторов существуют? 4. в чем заключаются особенности их применения в зданиях и сооружениях? 5. принцип работы? 6. другие.

Критерии оценки:

За выполненный доклад и полные ответы на вопросы докладчику выставляется оценка по принципу «зачтено»/«не зачтено».

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК-3.14	Устойчивые знания дисциплин и учебного плана. Демонстрация навыков проектирования инженерных систем зданий и сооружений. Понимание особенностей процессов устройства инженерных систем при строительстве, реконструкции зданий и сооружений. Демонстрация методов обеспечения энергоэффективности объектов. Умение учитывать при проектировании требований экологической безопасности объектов капитального строительства.	Устное собеседование по контрольным вопросам (экзамен).
ОПК-10.3	Устойчивые знания изучаемого материала дисциплин учебного плана, демонстрация практических навыков проектирования и инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест.	Устное собеседование по результатам освоения теоретического материала дисциплин (зачеты, экзамены).

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Выдается бланк для выставления ответов и билет включающий от 10 вопросов в виде теста, выделяется 2 академических часа для решения теста. После чего тест сдается

преподавателю. В случае невыполнения критерия оценивания назначается дата пересдачи, но не более 2 раз с последующим опросом по всем темам дисциплины.

Пример задания:

№ Вопрос

1 Электроустановка - это...

а совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенные для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования её в другие виды энергии

б совокупность линий и вспомогательного оборудования вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены, предназначенные для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования её в другие виды энергии

в совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенные для производства, преобразования, распределения электрической энергии

г совокупность электрооборудования, предназначенного для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования её в другие виды энергии

2 Взрывоопасная смесь - это...

а смесь воздуха с горючими газами, парами легковоспламеняющихся жидкостей, горючими пылью или волокнами, которая при определенной концентрации и возникновении источника инициирования взрыва способна взорваться

б смесь окислителя с горючими газами, парами легковоспламеняющихся жидкостей, горючими пылью или волокнами, которая при определенной концентрации и возникновении источника инициирования взрыва способна взорваться

в смесь воздуха или окислителя с горючими газами, парами легковоспламеняющихся жидкостей, горючими пылью или волокнами, которая при определенной концентрации и возникновении источника инициирования взрыва способна взорваться

г смесь воздуха или окислителя с газами, парами жидкостей, пылью или волокнами, которая при определенной концентрации и возникновении источника инициирования взрыва способна взорваться

2 Электрооборудование - это...

а совокупность электрических установок, объединенных общими признаками, например, по принадлежности к объекту – станок, цех, по климатическому исполнению – к тропическому, холодному и т.д..

б совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенные для производства, преобразования, распределения электрической энергии

в совокупность электрических устройств, объединенных общими признаками, например, по принадлежности к объекту – станок, цех, по климатическому исполнению – к тропическому, холодному и т.д..

г совокупность электрических устройств для передачи и распределения электрической энергии

3 В каком методе расчета освещенности помещения определяют индекс помещения i

а В метод коэффициента использования светового потока

б В точечном методе

- в В методе коэффициента спроса
г не определяется
- 3 Электрическая сеть - это...
- а совокупность электрических устройств для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций (ПС), распределительных устройств (РУ), токопроводов, воздушных (ВЛ)
- б совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенные для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования её в другие виды энергии
- в совокупность электрических устройств, объединенных общими признаками, например, по принадлежности к объекту – станок, цех, по климатическому исполнению – к тропическому, холодному и т.д..
- г совокупность электрических устройств для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций (ПС), распределительных устройств (РУ), токопроводов, воздушных (ВЛ) и кабельных (КЛ) линий электропередачи, работающих на определенной территории
- 4 Как условно классифицируются электрические сети?
- а "Электрические сети напряжением до 1 кВ: 220 В, 380 В, Электрические сети напряжением более 1 кВ до 35 кВ включительно:
3,15 кВ, 6,3 кВ, 10,5 кВ, 20 кВ, 30 кВ, 35 кВ – распределительные сети;
Электрические сети электроэнергетических систем (ЭЭС) напряжением более 35 кВ: 110 кВ, 150 кВ, 220 кВ, 330 кВ, 400 кВ (постоянного тока), 500 кВ, 600 кВ (постоянного тока), 750 кВ, 800 кВ (постоянного тока), 1150 кВ"
- б "Электрические сети напряжением до 1 кВ: 127 В, 220 В, 380 В, 660 В, 1140 В;
Электрические сети напряжением более 1 кВ до 35 кВ включительно:
3,15 кВ, 6,3 кВ, 10,5 кВ, 20 кВ, 30 кВ, 35 кВ – распределительные сети;
6,3 кВ, 10,5 кВ, 13,8 кВ, 15,75 кВ, 18 кВ, 20 кВ, 24 кВ – генераторные сети.
Электрические сети электроэнергетических систем (ЭЭС) напряжением более 35 кВ: 110 кВ, 150 кВ, 220 кВ, 330 кВ, 400 кВ (постоянного тока), 500 кВ, 600 кВ (постоянного тока), 750 кВ, 800 кВ (постоянного тока), 1150 кВ"
- в "Электрические сети напряжением до 1 кВ: 127 В, 220 В, 380 В, 660 В, 1140 В;
Электрические сети напряжением более 1 кВ до 35 кВ включительно:
6,3 кВ, 10,5 кВ, 13,8 кВ, 15,75 кВ, 18 кВ, 20 кВ, 24 кВ – генераторные сети.
Электрические сети электроэнергетических систем (ЭЭС) напряжением более 35 кВ: 110 кВ, 150 кВ, 220 кВ, 330 кВ"
- г "Электрические сети напряжением до 1 кВ: 50 В, 127 В, 220 В, 380 В, 660 В, 1140 В;
Электрические сети напряжением более 1 кВ до 35 кВ включительно;
Электрические сети электроэнергетических систем (ЭЭС) напряжением более 35 кВ: 110 кВ, 220 кВ, 330 кВ, 500 кВ, 750 кВ, 1150 кВ, 1500 кВ"
- 5 Изолированная нейтраль - это...
- а нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и т.д..
- б нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству
- в нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему

устройству непосредственно

г "нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и т.д..
"

б горючая среда - это...

а среда, способная загораться при воздействии источника зажигания

б среда, способная воспламениться при воздействии источника зажигания

в среда, способная возгораться при воздействии источника зажигания

г среда, способная искрить при воздействии источника зажигания

б Глухозаземленная нейтраль - это...

а нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и т.д..

б нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству

в нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно

г "нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и т.д..
"

7 Заземляющее устройство - это...

а металлическое присоединение корпусов электрооборудования и электрических машин с шиной, имеющей непосредственный контакт с нейтралью трансформатора

б металлическое присоединение корпусов электрооборудования и электрических машин с электродом, имеющим непосредственный контакт с нейтралью

в металлическое присоединение электрооборудования и электрических машин с землей

г металлическое присоединение корпусов электрооборудования и электрических машин с электродом, имеющим непосредственный контакт с землей

8 Зануление - это...

а металлическое присоединение корпусов электрооборудования и электрических машин с шиной, имеющей непосредственный контакт с нейтралью трансформатора

б металлическое присоединение корпусов электрооборудования и электрических машин с электродом, имеющим непосредственный контакт с нейтралью

в металлическое присоединение корпусов электрооборудования и электрических машин с нулевым многократнозаземленным проводом

г металлическое присоединение корпусов электрооборудования и электрических машин с электродом, имеющим непосредственный контакт с землей

9 В зависимости от степени пожаровзрывоопасности и пожарной опасности электрооборудование подразделяется на следующие виды:

а электрооборудование без средств пожаровзрывозащиты

б пожарозащищенное электрооборудование (для пожароопасных зон)

в взрывозащищенное электрооборудование (для взрывоопасных зон)

г а, б, в

9 Как классифицируются электроустановки с точки зрения атмосферного

воздействия на них?

- а Открытые или наружные, закрытые или внутренние
- б Наружные и закрытые
- в Защищенные и незащищенные
- г Закрытые и расположенные внутри здания

10 Подразделение помещений в электроустановке по степени опасности?

- а Электропомещения; Сухие помещения; Сырые помещения; Жаркие помещения; Пыльные помещения; Помещения с химически активной или органической средой
- б Электропомещения; Сухие помещения; Влажные помещения; Сырые помещения; Особо сырые помещения; Жаркие помещения; Пыльные помещения; Помещения с химически активной или органической средой
- в Электропомещения; Сухие помещения; Влажные помещения; Сырые помещения; Особо сырые помещения; Пыльные помещения; Помещения с химически активной или органической средой
- г Электропомещения; Сухие помещения; Влажные помещения; Сырые помещения; Особо сырые помещения; Жаркие помещения; Пыльные помещения

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
результаты обучения соответствуют основным требованиям отличные (или хорошие, или удовлетворительные) знания, умения и владения. Согласно разделам дисциплины.	результаты обучения не соответствуют основным требованиям, большая часть материала не усвоена

7 Основная учебная литература

1. Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для вузов по курсу "Электроснабжение пром. предприятий" / Б. И. Кудрин, 2006. - 670.
2. Мукосеев Ю. Л. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для вузов по специальности "Электроснабжение пром. предприятий, городов и сел. хоз-ва" / Ю. Л. Мукосеев, 1973. - 584.
3. Бондаренко С. И. Электрическое освещение. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / С. И. Бондаренко, 2000. - 51.
4. Федоров А. А. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий : для вузов по специальности "Электроснабжение промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства" / А. А. Федоров, Л. Е. Старкова, 1987. - 368.
5. Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для вузов по спец. "Электроснабжение пром. предприятий" и "Внутризаводское электрооборудование" / Б. И. Кудрин, 1995. - 413.
6. Князевский Борис Александрович. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для вузов по спец. "Электропривод и автоматизация пром. установок" / Борис Александрович Князевский, Борис Юльевич Липкин, 1986. - 399.
7. Сибикин Ю. Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий : учебник для СПО / Ю. Д. Сибикин, 2011. - 362.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Сибикин Ю. Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий : учеб. для образоват. учреждений сред. проф. образования / Ю. Д. Сибикин, 2007. - 361.
2. Барченко Т. Н. Электроснабжение промышленных предприятий: Пособие по дипломному проектированию / Т. Н. Барченко, Р. И. Закиров, 1984. - 94.
3. Постников Н. П. Электроснабжение промышленных предприятий : учебник / Н. П. Постников, Г. М. Рубашов, 1980. - 376.
4. Сибикин Ю. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок : учеб. для нач. проф. образования / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин, В. А. Яшков, 2001. - 335, [1].
5. Липкин Борис Юльевич. Электроснабжение промышленных предприятий и установок : учеб. для сред. спец. учеб. заведений / Борис Юльевич Липкин, 1981. - 376.
6. Кудрин Борис Иванович. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. пособие для вузов по спец. "Электроснабжение пром. предприятий" / Борис Иванович Кудрин, В.В. Прокопчик, 1988. - 356.
7. Анчарова Т. В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений : учебник для вузов по курсу "Электрооборудование и электроснабжение промышленных предприятий" / Т. В. Анчарова, М. А. Рашевская, Е. Д. Стебунова, 2012. - 415.
8. Ополева Г. Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов : учебное пособие: по направлению подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" (квалификация (степень) "бакалавр") / Г. Н. Ополева, 2020. - 416.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины