

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Филиал ТИУ в г. Тобольске

Кафедра электроэнергетики

Проектирование и конструирование систем электроснабжения
Методические указания к курсовому проекту по дисциплине
«Проектирование и конструирование систем электроснабжения»
для обучающихся по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Составитель:
Г.В. Иванов,
кандидат технических наук

Тобольск
2019

Проектирование и конструирование систем электроснабжения. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Проектирование и конструирование систем электроснабжения» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / сост. Г.В. Иванов; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2019. – 16 с. – Текст : непосредственный.

Проектирование и конструирование систем электроснабжения. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Проектирование и конструирование систем электроснабжения» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры электроэнергетики

«30» августа 2019 года, протокол № 15.

Аннотация

Методические указания «Проектирование и конструирование систем электроснабжения» предназначены для студентов, обучающихся по направлениям подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», для выполнения курсового проекта по дисциплине «Проектирование и конструирование систем электроснабжения».

Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «Проектирование и конструирование систем электроснабжения»

Содержание курсового проекта, в зависимости от объекта проектирования

Задание на проектирование/реконструкцию подстанции

Перечень вопросов, подлежащих разработке в курсовом проекте:

1. Характеристика подстанции.
2. Расчёт электрических нагрузок.
3. Выбор и проверка силовых трансформаторов.
4. Выбор схемы распределительного устройства
5. Расчёт токов короткого замыкания.
6. Выбор оборудования и токоведущих частей распределительных устройств 35/110/220, 10/6, 0,4 кВ.
7. Конструкция распределительных устройств 35/110/220, 10/6 кВ.
8. Расчет сети собственных нужд 0,4 кВ.
9. Проектирование прожекторного освещения ОРУ 35/110/220кВ.

Информация, необходимая для проектирования/реконструкции подстанции

1. История и структура предприятия или цеха, в ведении которого находится подстанция.

2. Схема внешних электрических сетей, роль подстанции в схеме электроснабжения/энергетической системе.

3. Перспективы развития подстанции и внешних сетей, а также роста нагрузок на ближайшие 10 лет.

4. Характеристика климатической зоны, в которой расположена подстанция: средняя годовая, зимняя и летняя температуры, скорость ветра, годовое количество осадков.

5. Потребители, получающие питание от подстанции: их наименование, графики электрических нагрузок за характерные летние и зимние сутки, категории по надежности электроснабжения, удаленность от подстанции.

6. График электрических нагрузок за характерные летние и зимние

сутки силовых трансформаторов подстанции.

7. Главная схема электрических соединений распределительных устройств напряжением выше 1 кВ подстанции.

8. Расчетные значения токов однофазного и трехфазного короткого замыкания на распределительных устройствах подстанции с учетом развития сетей и генерирующих источников на срок до 10 лет.

9. Технические параметры основного электрооборудования подстанции: силовые (авто)трансформаторы, коммутационные аппараты, измерительные трансформаторы тока и напряжения, разъединители, ограничители перенапряжения/разрядники, ячейки КРУ/КСО.

10. Система распределения оперативного тока: род оперативного тока, источник, схема распределения, потребители, технические параметры электрооборудования (аккумуляторы, выпрямительные устройства, зарядно-подзарядный агрегат и т.д.), коммутационных аппаратов и проводников.

11. Собственные нужды подстанции: параметры трансформаторов собственных нужд, ведомость электроприемников собственных нужд, схема питания электроприемников собственных нужд подстанции.

12. Релейная защита: типы устройств релейной защиты, используемые на подстанции, элементная база, уставки, схема релейной защиты одного из присоединений (по заданию руководителя).

13. Планы открытого и закрытого распределительного устройства, компоновка закрытой части подстанции.

14. Молниезащита территории подстанции: конструктивное исполнение, зона защиты.

15. Заземление: конструктивное исполнение, характеристика грунта, план сети заземления.

16. Освещение территории подстанции: рабочее и аварийное освещение открытой и закрытой части, типы светильников и ламп, их количество и мощность, схемы осветительной сети, марки осветительных щитов и их электрические схемы.

17. Экономические показатели структурного подразделения, в состав которого входит подстанция: штатное расписание электрослужбы, график ремонтов электрооборудования, смета капитальных затрат на сооружение подстанции.

18. Учет расхода электрической энергии: расход электрической энергии на собственные нужды, точки коммерческого и технического учета электрической энергии, стоимость электрической энергии, типы электрических счетчиков и электроизмерительных приборов, типы трансформаторов тока и напряжения, их класс точности.

19. Охрана труда и техника безопасности: категории помещений по электробезопасности, пожарной и взрывоопасности, опасные и вредные производственные факторы, средства защиты персонала.

Данные о перспективной схеме электрических сетей, также о планируемом росте нагрузок можно найти в проектной документации. Там же обычно приводятся расчетные значения токов короткого замыкания, с учетом развития сетей и генерирующих источников.

Информацию о потребителях подстанции можно найти на принципиальной однолинейной схеме подстанции. Графики электрических нагрузок, как правило, фиксируются оперативным персоналом и хранятся на самой подстанции, либо, если они считываются автоматизированными системами учета, в центральной электротехнической лаборатории.

Параметры коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов тока и напряжения оформляются в виде перечня электрооборудования, форма которого приведена в табл. 3.1. Информация, необходимая для заполнения данной таблицы, берется из паспортов электрооборудования, инструкций, с однолинейной схемы подстанции.

Таблица 3.1

Перечень основного электрооборудования подстанции

Фидер				
Тип				
Маркировка				
Завод-изготовитель				
Номинальное напряжение, кВ				
Номинальный ток, А				
Ток термической стойкости, кА				
Время протекания тока термической стойкости, с				
Ток электродинамической стойкости, кА				
Ток отключения (для выключателей), кА				
Вторичный ток, А (для измерительных ТТ)				
Класс точности (для измерительных трансформаторов)				
Климатическое исполнение				
Категория размещения				
Тип привода (для выключателей и разъединителей)				

При заполнении пункта «Охрана труда и техника безопасности» необходимо руководствоваться инструкциями по пожарной безопасности и электробезопасности, хранящимися на подстанции. Информация о категориях помещений закрытой части подстанции находится также в инструкциях, либо переписывается с предупредительных табличек, находящихся на всех дверях.

Информация об экономических показателях структурного под-

разделения, в состав которого входит подстанция, а также о стоимости электрической энергии, расходуемой на собственные нужды подстанции, находится у экономиста цеха либо в финансово-экономическом отделе предприятия.

Задание на проектирование с.н. электростанций

1. Описание технологического процесса электростанции.
2. Выбор напряжения в схеме собственных нужд электростанции.
3. Расчёт электрических нагрузок.
4. Выбор и проверка трансформаторов собственных нужд.
5. Выбор схем и основного оборудования электроприемников собственных нужд.
6. Расчет распределительной сети для принятого варианта схемы.
7. Расчёт токов короткого замыкания.
8. Проверка на успешность самозапуска электродвигателей собственных нужд.
9. Выбор оборудования и токоведущих частей распределительных устройств 10, 0,4 кВ.
10. Проектирование системы оперативного постоянного тока электростанции.

Информация необходимая для проектирования с.н. электростанций

1. История создания электростанции, ее роль в экономике страны (региона, города).
2. Перспективы развития генерирующих мощностей электростанции на ближайшие 10 лет.
3. Описание метеорологических условий в районе расположения электростанции: эквивалентная летняя, зимняя, годовая температуры; роза ветров.
4. Технологический процесс получения электрической энергии (тепла, конденсата) на электростанции: виды выпускаемой продукции, технологический процесс получения того или иного вида энергоносителя, технологические участки электростанции, разрез электростанции, технологическое резервирование.
5. Потребители, получающие питание от электростанции: их наименование, графики электрических нагрузок за характерные летние и зимние сутки, категории по надежности электроснабжения, удаленность от электростанции.
6. График электрических нагрузок за характерные летние и зимние сутки силовых трансформаторов электростанции.

7. Основное технологическое оборудование участков электростанции: технические характеристики генераторов, трансформаторов, возбуждателей, котлоагрегатов (режимные карты котлов), деаэраторов, питательных насосов, турбогенераторов (диаграммы режимов турбогенераторов) и т.д.

8. Главная схема электрических соединений распределительных устройств напряжением выше 1 кВ электростанции.

9. Главные тепловые схемы.

10. Собственные нужды электростанции: схема собственных нужд электростанции; ведомость электроприемников собственных нужд (табл. 3.2); параметры трансформаторов собственных нужд.

11. Система распределения оперативного тока: род оперативного тока, источник, схема распределения, потребители, технические параметры электрооборудования (аккумуляторы, выпрямительные устройства, зарядно-подзарядный агрегат и т.д.), коммутационных аппаратов и провондников.

Таблица 3.2

Перечень основного электрооборудования электростанции

№ п/п	Наименование электроприемника	Тип электродвигателя (установки)	Количество		Род тока	Напряжение, кВ	Номинальная мощность, кВт	Коэффициент мощности, cos φ	Технологический участок	Примечание
			рабочих	резервных						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

12. Расчетные значения токов однофазного и трехфазного короткого замыкания на распределительных устройствах электростанции с учетом развития сетей и генерирующих источников на срок до 10 лет.

13. Релейная защита: типы устройств релейной защиты, используемые на электростанции, элементная база, уставки, схема релейной защиты одного из присоединений (по заданию руководителя).

14. Планы участков электростанции (по заданию преподавателя).

15. Освещение территории электростанции: рабочее и аварийное освещение участков электростанции, типы светильников и ламп, их количество и мощность, схемы осветительной сети, марки осветительных щитов и их электрические схемы.

16. Электроизмерительные приборы и приборы учета электростанции, места их установки.

17. Молниезащита территории электростанции: конструктивное исполнение, зона защиты.

18. Заземление: конструктивное исполнение, характеристика грун-

та, план сети заземления.

19. Экономические показатели электростанции: структура электроучастка электростанции, штатное расписание, график ремонтов электрооборудования, калькуляции.

20. Мероприятия по охране труда и технике безопасности: опасные и вредные производственные факторы, средства защиты персонала, категории помещений по электробезопасности, пожарной и взрывоопасности.

Задание на проектирование электроснабжения цеха/завода
Перечень вопросов, подлежащих разработке в курсовом проекте:

1. Описание объекта проектирования.
2. Расчет электрических нагрузок по цеху
3. Компенсация реактивной мощности.
4. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов (ГПП, ТП).
5. Выбор схемы электроснабжения напряжением до и выше 1 кВ.
6. Расчет распределительной сети для принятого варианта схемы.
7. Расчет токов короткого замыкания в сети напряжением до и выше 1 кВ.
8. Выбор и проверка проводников и электрических аппаратов напряжением до и выше 1 кВ.
9. Освещение

Информация необходимая для проектирования электроснабжения цеха/завода

1. Изучение истории данного цеха, его роль в экономике страны (региона), перспективы развития.

2. Изучение технологического процесса, географии расположения оборудования, производственных помещений и их среды, климатических условий местности.

Необходимо изучить и включить в отчет планы предприятия, цеха или отделения на всех отметках, а также разрезы. Должно быть указано расположение электромашинных помещений, подстанций, трасс воздушных и кабельных линий, токопроводов до и выше 1 кВ.

Описание технологического процесса следует начинать с пояснения названия объекта, его назначения, вида и объема выпускаемой продукции, исходного сырья. Желательно подчеркнуть особенности объекта и его место среди других производств. Необходимо дать характеристику крупных агрегатов с указанием технологических связей, режима работы

и обоснованием категории по надежности электроснабжения, привести квалификацию помещений по условиям среды.

3. Составление ведомости электроприемников.

Ведомость (см. табл. 3.3) составляется для электроприемников всех напряжений переменного и постоянного тока (электродвигатели, комплектный электропривод постоянного и переменного тока, электро-технологические установки, освещение и т.д.).

Таблица 3.3

Ведомость электроприемников объекта практики

№ п/п	Наименование электроприемника	Тип электродвигателя (установки)	Количество		Род тока (= / ~)	Напряжение, кВ.	Номинальная мощность $P_{ном}$, кВт	ПВ, %	Коэффициент использования $K_{и}$	Коэффициент загрузки K_z	Коэффициент мощности $\cos \varphi_{ном}$	Технологический участок	Примечание
			Рабочих	Резервных									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Основными источниками для заполнения ведомости служат: исполнительные схемы электроснабжения по всем напряжениям, паспорта оборудования, планы или графики ППР (ТОиР); натурное обследование электроприемников и преобразовательных устройств.

Установленная мощность принимается для нерегулируемых электроприводов – по активной номинальной мощности электродвигателя; для регулируемых электроприводов – по номинальной мощности двигателей, подключенных к преобразователю; для электроприводов прокатных станов системы Д-Г-Д – по активной мощности сетевого двигателя; для электротехнологических агрегатов, питающихся от собственных трансформаторов, – по активной мощности самого агрегата.

Следует при этом приводить характеристики преобразовательных агрегатов (генераторов постоянного тока, тиристорных преобразователей постоянного тока, преобразователей частоты, комплектных выпрямительных преобразовательных подстанций).

Номинальный коэффициент мощности принимают по паспортным данным электродвигателя переменного тока, преобразовательного агрегата или электротехнологической установки.

Коэффициенты использования могут быть приняты на основе планов-графиков ППР (ТОиР). Коэффициенты загрузки могут быть получены на основе замеров потребляемой мощности или тока по показаниям щитовых ваттметров, амперметров или счетчиков. Для главных приводов прокатных станов необходимо иметь нагрузочные диаграммы (приводят-

ся в проектной документации) или данные о средней мощности за цикл прокатки и продолжительности цикла.

4. Сбор информации о схемах электроснабжения напряжением до 1 кВ и свыше 1 кВ. Изучение проектной и исполнительной документации. Анализ схем электроснабжения.

В результате анализа существующей системы электроснабжения должны быть получены и представлены в отчете по практике следующие материалы:

1) схемы распределительных устройств и сетей выше 1 кВ. Приводятся в полном объеме;

2) схемы РУ до 1 кВ при большом количестве ТП, а также схемы сетей, присоединенных к ним, рекомендуется представить в сокращенном объеме: схемы 0,4 кВ с указанием мест подключения ТП и РП, секционирования шинопроводов; схемы отдельных ТП с характерным составом электроприемников; схемы отдельных РП, щитов станций управления (ЩСУ); схемы магистралей постоянного тока с указанием мест подключения преобразовательных подстанций и РП, секционирования шинопроводов; схемы крановых троллеев.

5. Сбор информации и изучение принципов действия и конструкций электрооборудования: силовых трансформаторов, выключателей, разъединителей, трансформаторов тока и напряжения, ограничителей перенапряжения, реакторов, автоматических выключателей, предохранителей, магнитных пускателей и др. аппаратов напряжением до 1 кВ; проводников распределительных устройств, ячеек КРУ и КСО; распределительных щитов, пунктов, шкафов, блоков управления напряжением до 1 кВ. Источниками информации являются паспорта оборудования и протоколы наладки и испытаний.

6. Изучение конструктивного исполнения распределительной сети, способов прокладки кабелей и шинопроводов, размещения и конструктивного исполнения распределительных устройств и силовых трансформаторов. Необходимо рассмотреть планы, разрезы и схемы заполнения РУ, электромашинных помещений, машинных залов и др., планы кабельной разводки и прокладки шинопроводов (трассы кабелей, их марки, способы прокладки и крепления кабелей, конструкции соединительных муфт и концевых заделок; конструкции крановых троллеев; трассы и конструкции шинопроводов; при наличии воздушных линий – их характеристики и конструктивное исполнение), размещение силовых трансформаторов.

7. Изучение средств компенсации реактивной мощности, регулирования напряжения, обеспечения качества электроэнергии. Должны быть рассмотрены устройства регулирования напряжения РПН и ПБВ с указанием рабочих ответвлений, нерегулируемые и регулируемые конденсаторные установки. При наличии фильтров высших гармоник, сим-

метрирующих устройств, устройств компенсации колебаний напряжения должны быть изучены их схемы и принципы действия, включая работу систем автоматического регулирования, а также используемые схемные решения по обеспечению качества электроэнергии. Также необходимо изучить протоколы измерения показателей качества электроэнергии.

8. Сбор данных об источниках питания.

Включает в себя схемы подстанций энергосистемы, узловых распределительных подстанций, главных понизительных подстанций и подстанций глубокого ввода, собственных электростанций предприятия, распределительных подстанций, от которых может получать питание рассматриваемый объект, с указанием типов и характеристик трансформаторов, генераторов, коммутационных аппаратов; мощности (токи) короткого замыкания на шинах источников питания или эквивалентные сопротивления и ЭДС; токи однофазного замыкания на землю в сети с изолированной, компенсированной или резистивно-заземленной нейтралью; расстояние от источника питания до рассматриваемого объекта с характеристикой трассы питающих линий; имеющиеся напряжения на сборных шинах источников питания; мощности, которые могут быть получены от источника питания для электроснабжения рассматриваемого объекта; графики электрических нагрузок (суточные и годовые).

9. Изучение схем и оборудования цепей вторичной коммутации: управления, измерения, релейной защиты, автоматики, сигнализации, телемеханики. Сбор информации о параметрах срабатывания устройств релейной защиты и автоматики. Изучение источников оперативного тока. Следует рассмотреть расстановку релейных защит и устройств автоматики на всех видах присоединений выше 1 кВ, охарактеризовать способы обеспечения селективности, чувствительности и резервирования защит. В сетях до 1 кВ показать используемые способы защиты от коротких замыканий, перегрузки, снижения напряжения.

10. Изучение электрического освещения объекта. Сбор информации о схемах и конструктивном исполнении распределительной сети освещения, источниках света и светильниках, способах обслуживания светильников, нормах освещенности, выполняемой зрительной работе.

Необходимо дать общую характеристику осветительных устройств объекта, рассмотреть типы светильников, осветительных щитков, источников питания (осветительных трансформаторов и т.д.), способы прокладки кабелей или проводов питающих и групповых линий, способы управления осветительными сетями. Для выбранного помещения изучить план сети освещения, определить габариты помещения в плане и разрезе, нормированную и фактическую освещенность, ознакомиться с принципами технического обслуживания светильников.

11. Изучение защитного и рабочего заземления объекта, его молниезащиты. Сбор информации о грунте, заземляющем контуре, средствах

защиты от прямых ударов молнии и набегающих волн перенапряжений. Следует ознакомиться со схемой заземляющих устройств цеха и его электроустановок, конструкцией наружного контура заземления, естественных и искусственных заземлителей, просмотреть паспорт, протоколы измерения сопротивления заземляющего устройства и получить информацию об удельном сопротивлении грунта и сопротивлениях естественных и искусственных заземлителей. Необходимо также ознакомиться с конструкцией внутреннего заземляющего контура и выяснить, как используются металлоконструкции каркаса здания для целей заземления.

12. Изучение административно-организационной структуры объекта, организации эксплуатации и ремонта электрооборудования, проведения наладочных работ, технологий проведения ремонтных работ, ревизий, осмотров, испытаний; организации оперативного обслуживания. В случае выделения ремонтных служб в самостоятельные структуры следует рассмотреть их организационно-правовую форму, организационную структуру, порядок взаимодействия с организацией-заказчиком. Указать, какие организации (в случае привлечения сторонних подрядчиков) выполняют ремонт и профилактические испытания крупного единичного оборудования.

13. Изучение экономических показателей объекта практики (калькуляция себестоимости, включая стоимость электроэнергии; штатное расписание, план-график ППР (ТОиР), трудоемкость проведения ремонтных работ, смета капитальных затрат и др.).

14. Изучение организации и технических средств учета и контроля расхода электроэнергии, мероприятий по энергосбережению. При ручном учете необходимо узнать периодичность записи показаний, привести пример ведомости. Необходимо указать точки коммерческого и технического учета, типы и характеристики приборов учета и измерительных трансформаторов. При использовании автоматизированного учета необходимо рассмотреть структуру системы учета, ее аппаратную реализацию, используемое программное обеспечение.

Необходимо также ознакомиться с организационными и техническими мероприятиями по экономии электроэнергии и других видов энергии, планами разработки и внедрения энергосберегающих технологий, снижении потерь электрической энергии в сетях.

15. Изучение охраны труда и охраны окружающей среды в цехе. Сбор информации об опасных и вредных производственных факторах, защитных средствах, способах ликвидации аварий, системах пожаротушения и др. Необходимо изучить положения местных должностных инструкций и инструкций по охране труда и технике безопасности.

Задание для проектирования городских электрических сетей

1. Характеристика микрорайона.
2. Расчёт электрических нагрузок.
3. Выбор и проверка силовых трансформаторов 10 (6) /0,4 кВ.
4. Выбор схемы электроснабжения.
5. Расчёт токов короткого замыкания.
6. Выбор оборудования и токоведущих частей распределительных устройств 10 (6), 0,4 кВ
7. Расчет осветительных установок микрорайона

Информация необходимая для проектирования городских электрических сетей

1. Изучение истории городских электрических сетей, перспективы развития города и электрохозяйства.

2. Изучение плана городского микрорайона, видов жилых и общественных зданий, климатических условий местности. Собирается информация по этажности жилых зданий, количеству квартир, общей площади, наличию электрических плит, количеству лифтов; наличию общественных зданий (предприятия торговли, учреждения здравоохранения, общеобразовательные школы, предприятия бытового обслуживания, учреждения коммунального хозяйства и т.д.).

3. Сбор информации о схемах электроснабжения напряжением до 1 кВ и свыше 1 кВ. Изучение проектной и исполнительной документации. Анализ схем электроснабжения.

Изучаются схемы центральных распределительных пунктов (ЦРП), трансформаторных подстанций, вводно-распределительных устройств (ВРУ), квартальных и домовых распределительных сетей.

4. Сбор информации и изучение принципов действия и конструкций электрооборудования: силовых трансформаторов, выключателей, разъединителей, трансформаторов тока и напряжения, ограничителей перенапряжения, реакторов, автоматических выключателей, предохранителей, рубильников и др. аппаратов до 1 кВ; проводников РУ, ячеек КРУ и КСО; ВРУ, этажных и квартирных щитков; РУ до 1 кВ и выше 1 кВ ТП. Источниками информации являются паспорта оборудования и протоколы наладки и испытаний.

5. Изучение конструктивного исполнения распределительной сети, способов прокладки кабелей, размещения и конструктивного исполнения ЦРП, ТП, ВРУ.

6. Сбор данных об источниках питания. Выполняется в соответствии с подразделом 3.1.

7. Изучение схем и оборудования цепей вторичной коммутации: управления, измерения, релейной защиты, автоматики, сигнализации. Сбор информации о параметрах срабатывания устройств релейной защиты и автоматики. Изучение источников оперативного тока. Рассматривается релейная защита и автоматика, расположенная на ЦРП.

8. Изучение уличного освещения в пределах микрорайона. Сбор информации о схемах и конструктивном исполнении сети освещения, источниках света, светильниках и осветительных опорах, способах обслуживания светильников, нормах освещенности; категориях улиц и дорог, непроезжих частей.

9. Изучение защитного и рабочего заземления ЦРП, ТП, жилых и общественных зданий на территории микрорайона. Сбор информации о грунте, заземляющих контурах, защите от перенапряжений.

10. Изучение административно-организационной структуры городских электрических сетей, организации эксплуатации и ремонта электрооборудования, проведения наладочных работ, технологий проведения ремонтных работ, ревизий, осмотров, испытаний; организации оперативного обслуживания.

11. Изучение экономических показателей городских электрических сетей в целом или участка сетей и подстанций (калькуляция себестоимости, штатное расписание, план-график ППР (ТОиР), трудоемкость проведения ремонтных работ, при необходимости – смета капитальных затрат и др.). Рассматривается методика определения стоимости услуг по передаче электроэнергии.

12. Изучение организации и технических средств учета и контроля расхода электроэнергии, мероприятий по энергосбережению.

Рассматриваются точки установки счетчиков, их типы, классы точности, виды учета, способы подключения (прямой, через измерительные трансформаторы), организация снятия показаний квартирных и домовых счетчиков. Изучаются мероприятия по снижению потерь электроэнергии и энергосбережению в осветительных установках.

13. Изучение охраны труда, техники безопасности, противопожарной безопасности на объекте. Сбор информации об опасных и вредных производственных факторах, защитных средствах, способах ликвидации аварий, системах пожаротушения и др.

При подготовке отдельных частей курсового проекта следует руководствоваться ниже приведенной литературой.

1. Проектирование электрического освещения : учебное пособие / Б. И. Заславец, А. И. Жданов, Г. Б. Белых и др. ; МГТУ. - Магнитогорск, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3900.zip&show=dcatalogues/1/1138505/3900.zip&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Ополева, Г. Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов : учебное пособие / Г. Н. Ополева. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 416 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-8199-0769-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044499> (дата обращения: 27.09.2020). - Режим доступа: по подписке.

3. Сибикин, Ю. Д. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов: учеб. пособие / Ю.Д. Сибикин. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 384 с. : илл. — (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-91134-977-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1003779> (дата обращения: 27.09.2020). - Режим доступа: по подписке.

4. Балаков Ю.Н., Проектирование схем электроустановок : учебное пособие для вузов / Балаков Ю.Н. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01151-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011515.html> (дата обращения: 27.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

5. Шведов Г.В., Городские распределительные электрические сети : учебное пособие / Шведов Г.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01103-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011034.html> (дата обращения: 27.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

6. Акимов Е.Г., Выбор и применение низковольтных электрических аппаратов распределения, управления и автоматики / Е.Г. Акимов, Ю.С. Коробков, В.П. Соколов, Е.В. Таланов; под ред. Е.Г. Акимова и Ю.С. Коробкова - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01035-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010358.html> (дата обращения: 27.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

7. Заславец, Б. И. Пособие по дипломному проектированию для студентов специальности "Электроснабжение" / Б. И. Заславец, Н. Т. Патшин ; МГТУ, каф. ЭПП. - Магнитогорск, 2010. - 131 с. : ил., номогр., схемы, табл. - URL:

<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=326.pdf&show=catalogues/1/1070706/326.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

8. Анчарова, Т. В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений : учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 415 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-500-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045619> (дата обращения: 27.09.2020). — Режим доступа: по подписке.

