

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

Кафедра электроэнергетики

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Методические указания к выполнению ВКР
для студентов направления подготовки
13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, всех форм обучения

Составители: *к.т.н. Г.В. Иванов, к.т.н. Е.Н. Леонов*

Тобольск
2017

Аннотация

Методические указания к выполнению ВКР (дипломных проектов, бакалаврских работ) для студентов направления подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника. В настоящих методических указаниях приводятся основные положения при проектировании систем электроснабжения.

ВВЕДЕНИЕ

Современные системы электроснабжения (СЭС) содержат большое количество элементов, параметров и условий их функционирования, образуя сложные человеко-машинные системы, которые характеризуются следующими признаками:

1) включают в себя органы управления и являются человеко-машинными системами из-за участия людей не только в производстве, но и в управлении;

2) состоят из практически счетного (бесконечного) множества элементов, имеют сложную и, главное, иерархическую структуру, как в управляемой, так и в управляющей своих частях;

3) системы представляют собой непрерывно развивающиеся, с устойчивой, но постоянно изменяющейся структурой и составом (числом и типом) элементов и связей по закону информационного отбора;

4) развитие и функционирование систем происходит не только вследствие управляющих (детерминированных), но и под влиянием множества случайных (неопределенных) факторов;

Поэтому при ее исследовании, проектировании, монтаже и эксплуатации необходимо обеспечивать системный подход, который согласно [20] состоит из следующих компонентов:

1) изучение и учет внешних связей рассматриваемой системы;

2) иерархическое представление ее внутренней структуры и процессов управления;

3) учет неопределенностей, обусловленных неполнотой исходной информации, многокритериальностью и другими факторами;

4) применение математических моделей и ЭВМ.

Для решения задач при проектировании СЭС инженер должен обладать теоретическими знаниями и уметь применять их в практической деятельности. Творческое мышление требует поиска и сопровождается открытием нового для самого изучающего, а иногда и для науки. Начальным этапом развития такого мышления является решение задач, последующим этапом – проведение лабораторных работ, а затем – курсовое и дипломное проектирование, при которых приходится самостоятельно ставить и решать вопросы, не имеющие однозначных ответов. Курсовые работы и проекты можно назвать репетицией перед выполнением выпускной квалификационной работы (ВКР), а выполнение ВКР в формате бакалаврской работы – генеральной репетицией перед самостоятельной практической деятельностью студента после окончания вуза.

К выполнению ВКР допускаются студенты, выполнившие полностью учебный план направления подготовки. Написание и защита

ВКР является завершающим, наиболее ответственным этапом обучения студентов в вузе и имеет своей целью:

- систематизацию, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по направлению подготовки, полученных студентом в период обучения, и применение этих знаний при решении конкретных научных, технических, экономических или производственных задач;

- углубленную проработку некоторых специальных вопросов электроснабжения объектов;

- развитие навыков ведения самостоятельной работы, овладение методикой исследований и экспериментирования при решении разрабатываемых в дипломном проекте вопросов или проблем;

- выявление степени подготовленности студентов для самостоятельной работы в условиях современного производства, прогресса науки, техники и культуры;

- развитие расчетно-графических навыков, умение пользоваться нормативной, справочной и технической литературой.

1 ТЕМЫ ВКР

Тема ВКР (бакалаврской работы) у студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» утверждается приказом директора филиала, по представлению заведующего кафедрой электроэнергетики. Разработки по теме ВКР, как правило, должны быть реальными и применимы к практическому использованию. Целесообразно выполнение ВКР, в которых содержатся элементы научно-исследовательского характера. Возможны темы по модернизации и созданию новых лабораторных работ кафедры или отдельных установок.

Задание на ВКР составляется руководителем ВКР и содержит название темы, развернутое ее содержание (основные разделы, вопросы, подлежащие проработке, и т.д.), количество и содержание чертежей.

Как правило, ВКР должны быть направлены на решение следующих задач:

- проектирование новых или реконструкция действующих систем электроснабжения объектов промышленных или сельскохозяйственных предприятий, городов, электрических станций и сетевых районов энергосистем или отдельных их частей;

- проектирование новых или реконструкция действующих систем контроля, учета и управления, режимной и противоаварийной автоматики, релейной защиты и телемеханики;

- анализ режимов электропотребления отдельных объектов и предприятия в целом (по активной и реактивной электрической энергии, по напряжению и частоте), разработка и обоснование мероприятий по повышению эффективности их функционирования.

Поскольку кафедра электроэнергетики готовит бакалавров-электриков широкого профиля, темы ВКР могут быть посвящены решению *специальных вопросов*:

- проектирование систем автоматизированного электропривода;
- исследование отдельных свойств СЭС (надежности, экономичности, безопасности и гибкости) и разработка мероприятий по их повышению;
- исследование условий функционирования СЭС, а именно: взаимодействие ее с окружающей природной средой, с технологическими системами и питающей электрической сетью;
- проектирование и изготовление электрических приборов, устройств и стендов, применяемых для испытаний или исследований в электроэнергетике или в учебном процессе при подготовке бакалавров-электриков направления 13.03.02;
- исследование переходных процессов в отдельных электроустановках или в электрических системах;
- разработка математических и физических моделей для исследования процессов генерирования, передачи, преобразования и потребления электроэнергии как в действующих электроустановках, так и при аналогичных исследованиях на лабораторном оборудовании;
- исследование состояния и разработка мероприятий по повышению эффективности технического обслуживания и ремонта электроустановок на промышленных предприятиях;
- разработка обучающе-контролирующих систем и программ для ЭВМ по электротехническим дисциплинам, а также электробезопасности при подготовке и переподготовке бакалавров-электриков;
- разработка элементов САПР электроснабжения промышленных предприятий.

Студентам предоставляется право выбора темы проекта. В ряде случаев студенты могут предлагать свои темы для ВКР с необходимым обоснованием. Закрепление тем ВКР производится в период, предшествующий проведению преддипломной практики студентов. Промышленные предприятия или организации могут предлагать студентам темы по решению конкретных технических проблем и во время прохождения ими преддипломной практики. В таких случаях предприятие (организация) направляет на имя заведующего кафедрой электроэнергетики служебное письмо, в котором обосновывается актуальность темы, указывается ее название, фамилия студента, а также должность, фамилия, имя и отчество руководителя ВКР. Вопрос о закреплении темы за студентом и утверждении руководителя в этом случае решается на заседании кафедры.

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Для выполнения ВКР по электроснабжению предприятия (организации, объекта) необходимы следующие исходные данные:

1. Ситуационный план предприятия, на котором обозначены места расположения цехов, пути внутризаводского транспорта, зеленые насаждения, трубопроводы и другие объекты и сооружения.

2. Характеристика технологического процесса производства предприятия и отдельных цехов, технологическая взаимосвязь цехов. Оценка влияния внезапных перерывов электроснабжения на технологический процесс. Требования к надежности электроснабжения.

3. Электрические нагрузки по цехам предприятия в виде общей установленной мощности. Перспективы роста электрических нагрузок отдельных цехов и предприятия в целом (за счет реконструкции, ввода новых мощностей и т. д.). Для цеха, электроснабжение которого надо разработать подробно – паспортные данные отдельных приемников электрической энергии (номинальная мощность, коэффициент мощности, КПД, номинальное напряжение, для приемников с повторно-кратковременным режимом работы дополнительно – продолжительность включения).

4. Графики активных и реактивных нагрузок промышленного предприятия в целом и отдельных его цехов за характерные летние и зимние сутки.

5. Характеристика потребителей электроэнергии с точки зрения их влияния на качество электроэнергии.

6. План расположения оборудования в цехе, подробно рассматриваемого в проекте; сведения о характере окружающей среды в цехе (степень возгораемости строительных материалов и конструкций, влажность среды помещения, наличие химически активных веществ и т.д.). При подробном рассмотрении вопроса электрического освещения данного цеха требуются дополнительные сведения: разрез освещаемого помещения с указанием размеров световых проемов и характера отражающей поверхности стен, потолка, рабочей поверхности или пола (например, побеленный потолок, бетонные стены с окнами и т.п.).

7. Сведения об источниках электроснабжения промышленного предприятия:

– схема существующего питания с указанием мощности источников питания (генераторов или трансформаторов). При отсутствии таких данных необходимы сведения о возможных источниках питания и их мощности;

– реактивное сопротивление источников питания или мощность КЗ на шинах источников питания; если эти данные отсутствуют,

необходимо знать отключающую мощность выключателя источника питания;

- расстояние от источника питания до предприятия;
- напряжение на сборных шинах источника питания;
- мощность, которая может быть получена от источников питания (электростанции, энергосистемы) при проектировании данного предприятия.

8. Значение реактивных мощностей, которые могут быть переданы из энергосистемы в сеть промышленного предприятия в режиме ее наибольшей и наименьшей активной нагрузки.

9. При выполнении ВКР по реконструкции систем электроснабжения промышленных предприятий дополнительно к указанным выше материалам необходимо иметь существующую схему электроснабжения предприятия, типы установленного силового оборудования, марки и сечения проводов, жил кабелей и токопроводов.

10. Другие данные, необходимые для разработки специальных вопросов (определяются руководителем ВКР).

Объем исходных данных на ВКР определяется темой – разрабатывается электроснабжение цеха или предприятия мощности. В первом случае необходимы данные по п.п. 2 – 7 с привязкой их к рассматриваемому цеху. Во втором случае принимают данные по пп. 1 – 9 и уточняют их в зависимости от объема рассматриваемых задач в ВКР.

3 СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ВКР

3.1 Общие положения

ВКР состоит из пояснительной записки и графического материала. При этом записка может иметь 60 – 80 страниц машинописного текста. Графический материал включает 4 – 6 листов чертежей формата А-1 (выполняются в электронном виде и не распечатываются, а предоставляются на защиту в виде презентации), а также графики и рисунки, имеющиеся в записке и поясняющие содержание текста.

Выполнение пояснительной записки. Пояснительная записка должна в краткой и четкой форме раскрывать замысел ВКР, содержать методы исследования и расчета, а также сами расчеты, описание проведенных экспериментов, их анализ, технико-экономическое сравнение и обоснованные выводы. Текст должен дополняться иллюстрациями (диаграммами, схемами и т.п.). Все разделы проекта составляются в соответствии с требованиями ГОСТов ЕСКД. При оформлении пояснительной записки допускается отклонения от некоторых стандартов. Эти отклонения от стандартов должны оговариваться в *стандарте* вуза по оформлению учебной документации.

3.2 ВКР по электроснабжению объектов

Для ВКР, выполняемых по электроснабжению, системам управления и анализу режимов электропотребления объектов, рекомендуется следующая структура пояснительной записки:

1. Введение.
2. Условия функционирования СЭС.
3. Выбор структуры СЭС или системы управления.
4. Обеспечение надежности СЭС.
5. Обеспечение электробезопасности СЭС.
6. Обеспечение экономичности СЭС.
7. Заключение.
8. Список использованных источников.
9. Приложения.

В разделе «Условия функционирования СЭС» должны быть четко определены и описаны: условия окружающей среды, технико-технологические и организационно-экономические условия, а также факторы, обусловленные вышестоящей по иерархии электрической сетью.

Условия окружающей среды:

– климатические условия (температура, влажность, атмосферное давление, естественная освещенность, скорость ветра, грозовые и гололедные явления и др.) определяются климатическим районом, в котором расположен объект проектирования. Районирование и характеристики климатов приведены в [14 – 16];

– горно-геологические условия (состав, состояние, температура, удельные тепловое и электрическое сопротивления грунта, сейсмичность и др.) определяются географическим положением объекта проектирования;

– окружающая среда в помещениях (температура, влажность, запыленность, агрессивность выделяемых веществ, пожаро-взрывоопасность), загрязнение атмосферы и грунта на территории объекта зависит от вида технологического процесса объекта. Характер воздействия климатов и окружающей среды приведены в [14, 15, 18], классификация помещений и наружных установок по условиям окружающей среды – в [9, 11, 14, 18]. Если в ВКР рассматривается не реальный объект, то для проектирования принимаются климатические и горно-геологические условия городов: Тобольска или Тюмени.

Технико-технологические условия определяют: условия окружающей среды, требования к надежности электроснабжения (категории надежности) и качеству электроэнергии отдельных ЭП технологических установок, а также характер электрической нагрузки (резко переменная, спокойная, сконцентрированная, рассредоточенная и т.п.). При изучении и описании технологических процессов необходимо установить возможные последствия от перерывов электроснабжения или снижения качества электроэнергии (снижение безопасности,

экономичности, производительности объекта; отрицательные воздействия на окружающую среду; порча или брак продукции и др.). Вид технологического производства определяет также степень механизации, автоматизации и роботизации процессов, требования к освещенности рабочих мест и др. Поэтому, прежде чем приступить к проектированию СЭС, необходимо тщательно изучить технологическое и вспомогательное производства объекта: принципиальную технологическую схему объекта, его генплан с нанесенными на нем отдельными структурными подразделениями, планы производственных помещений с нанесенными на них отдельными ЭП, характеристики окружающей среды в помещениях (классы взрывоопасных и пожароопасных зон, запыленность, влажность, агрессивность и т.д.), мощности отдельных ЭП и характеристика режима их работы (графики электропотребления), требования к надежности (категории надежности) и др. Таким образом, только после тщательного анализа структуры, функциональных и территориальных характеристик объекта, требований отдельных ЭП и их групп к СЭС можно приступить к проектированию последней.

Изучение *организационно-экономических условий* функционирования объекта предполагает определение следующих данных, необходимых для проектирования СЭС: сменность работы на объекте, себестоимость и объем выпускаемой продукции, затраты и тарифы на электроэнергию, производительность и электровооруженность труда, электроемкость продукции и нормы расхода электроэнергии на выпуск единицы продукции (или на производство единицы работы) и др.

Факторы, обусловленные питающей электрической сетью (мощность и напряжение ИП, пропускная способность действующих электроустановок, показатели надежности электроснабжения и качество электроэнергии на ГБП электрических сетей, уровни ТКЗ, разрешенные максимальные потребляемые активная и реактивная мощности в часы максимальных электрических нагрузок энергосистемы, а также средняя реактивная мощность в часы минимальных нагрузок энергосистемы и др.) определяются в технических условиях энергосистемы на присоединение нагрузок вновь проектируемого предприятия или дополнительных нагрузок реконструируемого к ее электрическим сетям или задаются руководителем проекта.

Выбор структуры СЭС начинается с анализа ЭП и потребителей электроэнергии и расчета их электрических нагрузок. Все ЭП распределяются на группы по следующим признакам: территориально-технологическому (агрегат, технологическая линия, участок, установка, цех, предприятие), требуемым для питания отдельных ЭП роду тока, напряжения и фазности, требованиям надежности электроснабжения (категории надежности), режиму работы (длительному, кратковременному, ПКР, спокойному, резко переменному и др.). В зависимости от числа ЭП в группе, фазности и режима их работы, целей расчета, объема и качества

исходной информации выбираются методы и рассчитываются электрические нагрузки отдельных электроемких ЭП и всех перечисленных выше групп ЭП, а также определяются центры электрических нагрузок по уровням напряжения. Анализ потребителей электроэнергии и рассчитанные для них электрические нагрузки позволяют определить:

- число необходимых уровней напряжений распределительной сети СЭС, от которой получают питание непосредственно ЭП (0,4 – 0,69 кВ, 6 – 10 кВ, 35 кВ, 110 кВ);

- типы требуемых подстанций (ТП, ПП, РП) и ориентировочно их число, а также предположительно места их расположения;

- необходимое число узлов (секций шин подстанций) для питания ЭП;

- необходимое число независимых ИП и ориентировочно число ППЭ;

- суммарную мощность КУ, которые необходимо установить в электрической сети потребителя по каждому ППЭ;

- предварительные варианты технических решений по обеспечению необходимой степени надежности электроснабжения и качества электроэнергии на ГБП электрических сетей и на зажимах отдельных ЭП.

На основании полученных результатов на предыдущих этапах выполнения ВКР, учитывая требования питающей электрической сети (ТУ энергосистемы), намечаются варианты системы питания объекта электроэнергией и по результатам ТЭР производится выбор наиболее рационального. На данном этапе ВКР определяются: рациональное напряжение питания (6 – 500 кВ), тип и число ППЭ, тип, число и мощность силовых трансформаторов на ППЭ и схемы их подключения на стороне высшего напряжения к электрическим сетям энергосистемы, минимальное число и площадь сечения проводников питающих ЛЭП.

Учитывая намеченные ранее типы и места расположения на территории объекта РП 6 – 10 кВ, ТП и ПП производят определение типов, числа и мощности силовых трансформаторов на цеховых ТП и преобразователей на ПП. Определение числа и мощности трансформаторов цеховых ТП производится одновременно с определением типа и мощности КУ, подключаемых на напряжении как до, так и выше 1000В. Затем намечаются варианты системы распределения электроэнергии предприятия на напряжении 6 – 35 кВ: схемы электрических соединений ППЭ на низшем напряжении и подключения к ним РП 6 – 10 кВ и цеховых ТП и ПП, способы канализации электроэнергии по территории предприятия на напряжении 6 – 35 кВ (кабельные ЛЭП или токопроводы, т.к. воздушные ЛЭП 6 – 35 кВ для канализации электроэнергии по территории предприятий применяются весьма редко), напряжение распределения (6, 10 или 35 кВ) и на основании

ТЭР выбирают наиболее рациональный вариант системы распределения электроэнергии на напряжении выше 1000 В.

Далее рассчитываются токи короткого замыкания (ТКЗ) в узлах электрической распределительной сети 6 – 35 кВ, выбираются предварительно типы электрического оборудования и аппаратов для РУ 6 – 35 кВ ППЭ и РП, а также производится их проверка на стойкость к действию ТКЗ. Одновременно делается аналогичная проверка для выбранных ранее проводников ЛЭП и токопроводов. На данном этапе производится определение оптимальных уровней ТКЗ на напряжении 6 – 10 кВ с учетом противоречивых требований: с одной стороны, обеспечения стойкости к действию ТКЗ электрических аппаратов и проводников, с другой стороны, обеспечения самозапуска электродвигателей ответственных механизмов и качества электроэнергии в узлах СЭС. Оптимальный уровень ТКЗ определяется на основании тщательного анализа возможных аварийных режимов и ТЭР. После чего окончательно уточняются характеристики электрооборудования, аппаратуры, сечений проводников во всей распределительной сети 6 – 35кВ. При выполнении ВКР расчет электрических распределительных сетей напряжением до 1000В, как правило, не производится.

После определения схем электрических соединений ППЭ, РП, ТП, ПП производится расчет и выбор систем контроля, учета, РЗиА и управления как отдельных ЭП (электродвигателей, БСК, трансформаторов и др.), электрических ЛЭП и токопроводов, так и узлов (секций шин подстанций и ППЭ). При этом производится согласование уставок РЗиА СЭС с уставками РЗ и А питающих электрических сетей, а также с уставками технологических защит и блокировок. Выбираются системы контроля, учета и управления режимами СЭС по активной мощности, реактивной энергии и напряжению, а также расхода электроэнергии как отдельных электроемких ЭП и узлов, так и объекта в целом на ГБП электрических сетей. Объем работы по вопросам РЗиА, а также управления СЭС этого раздела ВКР определяется руководителем проектирования.

На стадии выбора структуры СЭС постоянно приходится пользоваться методом итераций, то есть, неоднократно возвращаться к уточнению как характеристик ранее выбранных отдельных элементов, так и решений по отдельным узлам и всей СЭС объекта, а также при проведении оптимизации по каким-либо новым критериям или качественным показателям СЭС, например, надежности, безопасности, качеству электроэнергии и др. При разработке данного раздела рекомендуется использование правил и методов, приведенных в [9, 11 – 13, 20, 22, 23, 29 – 31, 33, 35, 36, 38, 41, 50].

Расчет и оценка показателей надежности в отдельных узлах СЭС, выбор и обоснование мероприятий по ее повышению производится в соответствии с [9 – 13, 20, 22, 32, 40 – 42] в объеме, установленном руководителем проекта.

Безопасность СЭС обеспечивается:

- 1) выбором соответствующих конструкций электроустановок согласно требованиям соответствующих правил и норм, например, [9 – 14, 17, 19, 21, 58, 62, 71];
- 2) техническими способами и средствами;
- 3) проведением организационных и технических мероприятий.

При проектировании очень важно соблюсти выполнение двух первых способов обеспечения безопасности, так как последний способ должен выполняться *при эксплуатации* электроустановок. Поэтому при выполнении ВКР студенты должны в специальном разделе привести необходимые расчеты и обоснования по выбору соответствующих конструкций электроустановок, с точки зрения их безопасности, а также необходимых технических способов и средств: защитного заземления, зануления, выравнивание и уравнивание потенциалов, малого напряжения, электрического разделения сетей, защитного отключения, соответствующей изоляции токоведущих частей (рабочей, дополнительной, усиленной, двойной), компенсации емкостных токов замыкания на землю, применение оградительных устройств, предупредительной и аварийной сигнализации, блокировок, знаков безопасности, защитных средств и предохранительных приспособлений для работы персонала в запроектированных электроустановках. Объем данного раздела ВКР устанавливается руководителем проекта, либо специальным консультантом по ТБ.

При выполнении ВКР студентам рекомендуется принимаемые решения обосновывать *технико-экономическими расчетами*. К таким техническим решениям могут быть отнесены: выбор рационального напряжения питания и распределения электроэнергии на напряжении выше 1000В, выбор типа и мощности КУ и их размещения в электрической сети предприятия, выбор числа и места расположения ТП, РП, числа и мощности силовых трансформаторов и преобразователей, выбор способа канализации электроэнергии на предприятии, выбор схем соединения ППЭ, РП и СЭС в целом, выбор технических средств по регулированию ПКЭ, выбор рационального уровня надежности электроснабжения, определения оптимальной структуры систем контроля, учета и управления режимами электропотребления, обоснование оптимальной структуры системы технического обслуживания и ремонта СЭС и др. Объемы экономической части ВКР в этом случае определяется руководителем ВКР, либо специальным консультантом по экономике.

3.3 ВКР по специальным темам

По предложениям промышленных предприятий, а также по представлению преподавателей кафедры для отдельных студентов могут быть утверждены специальные темы ВКР, перечисленные в разделе 1. В таких случаях при утверждении темы ВКР на заседании кафедры электроэнергетики руководителями ВКР должны быть представлены не только наименование темы ВКР, но и краткое обоснование необходимости проведения данной работы, постановка задачи и содержание (черновой вариант задания ВКР с указанием основных его разделов).

При этом студентам, выполняющим таких ВКР, и их руководителям необходимо учитывать следующие основные требования:

1. Объемы пояснительной записки и графической части ВКР должны быть не меньше, чем указано в разделе 3.1 настоящих указаний.

2. Если разрабатывается прибор, устройство, стенд, то на защиту в ГЭК должны быть представлены, а после защиты ВКР переданы в соответствующую лабораторию кафедры электроэнергетики натуральный образец изделия, инструкция по его эксплуатации с приложением принципиальных и монтажных схем и перечень комплектующих изделий и материалов с указанием их основных технических характеристик.

3. При выполнении ВКР по любую специальную тему в нем должны быть выполнены и представлены расчеты электрических цепей, электрических схем или другие электрические расчеты в размере не менее 30% объема пояснительной записки.

4. При разработке математических моделей электроустановок или электрических процессов, программ для ЭВМ должны быть составлены и приложены к ВКР инструкции по их применению.

5. Если ВКР посвящен разработке экологических проблем энергетики, то в нем должна быть представлена энерготехнологическая часть функционирования технической системы, увязанная с надежностью системы электроснабжения рассматриваемой установки, цеха, производства или предприятия.

6. При любой теме в ВКР должны быть рассмотрены вопросы электробезопасности. Объемы этого раздела устанавливаются руководителем ВКР или специальным консультантом по ТБ.

7. Руководители ВКР по специальным темам обязаны перед уходом студентов на преддипломную практику составить вместе с последними план-график выполнения работы и выдать подробный список нормативной, технической, экономической, учебной и др. литературы, которую они обязаны проработать для правильного решения поставленных задач, а также уточнить задание на преддипломную практику.

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВКР

Основным организатором и координатором выполнения ВКР является выпускающая кафедра института. Кафедра подготавливает все необходимые документы на всех стадиях проектирования: готовит проект приказа директора филиала по закреплению за студентами тем ВКР и руководителей ВКР, контролирует ход выполнения ВКР, готовит предложения по составу Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК), обеспечивает всю подготовку и условия для ее работы. Очень важную и ответственную роль в этом процессе принадлежит руководителям ВКР. Основными задачами руководителя ВКР являются:

- выдача задания на проектирование;
- оказание студентам помощи в разработке календарного плана-графика работы над ВКР на весь период проектирования;
- рекомендация литературы, справочных и архивных материалов, типовых проектов и разработок, а также других источников по теме ВКР;
- проведение регулярных консультаций и бесед со студентами, назначаемыми по мере необходимости;
- проверка выполненных работ (по частям или полностью) и выдача письменного отзыва с указанием оценки проделанной студентом работы.

По предложению руководителя ВКР в случае необходимости профилирующей кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным разделам ВКР за счет лимита времени, отведенного на руководство ВКР, например, по разделам «Экономика», «Электробезопасность» или другим специальным разделам. Нормы времени на консультации по этим разделам утверждаются приказом по университету. Консультантами могут назначаться профессора и преподаватели данного вуза, других вузов, а также квалифицированные специалисты и научные работники институтов, предприятий и учреждений.

В задачу консультантов входит проведение консультаций и проверка соответствующего раздела проекта, после чего консультант ставит свою подпись на титульном листе пояснительной записки.

В первые дни работы над ВКР студент, совместно с руководителем ВКР, составляют календарный график его выполнения. План – график должен составляться с указанием срока и объема выполненной работы. Объем работы целесообразно указывать в процентах к полному объему нарастающим итогом.

ВКР представляет собой научно-технический отчет о проделанной работе по теме ВКР, поэтому законченная работа, подписанная

преподавателем и консультантами, представляется руководителю проекта, который после тщательной проверки подписывает пояснительную записку и чертежи графической части. Необходимо помнить, что за все принятые в ВКР решения отвечает дипломник. Затем вместе с письменным отзывом руководителя студент предоставляет его на нормоконтроль и проверку на заимствования в системе «Антиплагиат», и далее заведующему профилирующей кафедры. Заведующий кафедрой решает вопрос о допуске студента для защиты в ГЭК, делая об этом соответствующую запись на титульном листе пояснительной записки ВКР. Если заведующий кафедрой не считает возможным допустить студента защите ВКР в ГЭК, тогда этот вопрос решается на заседании кафедры с участием руководителя ВКР. Протокол заседания кафедры направляется на утверждение директору института.

После положительного решения заведующего профилирующей кафедрой ВКР направляется (с отзывом руководителя) в ГЭК для защиты.

При защите ВКР перед ГЭК на доклад отводится не более 10 минут, поэтому студенту рекомендуется заранее детально проработать план своего выступления. На защите проекта могут быть заданы вопросы как теоретического, так и практического характера в течение 10 минут.

После защиты ВКР ГЭК на закрытом заседании рассматривает и обсуждает результаты защиты и большинством голосов выносит решение об оценке проекта и присвоении дипломнику квалификации бакалавр по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Через некоторое время, после оформления всех документов по работе ГЭК, директор института и заведующий выпускающей кафедры в торжественной обстановке вручают выпускникам диплом и приложение к нему.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утв. Приказом Министерства образования и науки РФ № 955 от 03.09.2015 г.
2. СМК-17-2014. Методическое руководство по структуре, содержанию и оформлению выпускной квалификационной работы бакалавров, специалистов, магистров технических специальностей и направлений подготовки. Утвержденное первым проректором по учебной работе ТюмГНГУ от 15.12.2014 г.
2. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учебн. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.
3. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электротехнических специальностей вузов: Учеб. пособие для студентов электроэнерг. спец. вузов, 2-е изд. Перераб. и доп. / В.М. Блок, Г.К. Обушев, Л.Б.Паперио и др.; Под ред. В.М. Блока. - М.: Высш. Шк., 1990. – 393 с.
4. Бузинов О.А., Червяков Д.М. Методические указания по выполнению электрических схем для студентов специальностей 180400 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» и 100401 «Электроснабжение промышленных предприятий» очной и заочной форм обучения. Часть 1. Общие правила, часть 2. Электроснабжение. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2002. Часть 1 – 22 с., часть 2 – 27 с.
5. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТ РМ-016-2001. РД 153-34.0-03.150-00.– СПб.: Изд-во ДЕАН, 2007. – 206 с.
9. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.
10. Правила эксплуатации электроустановок потребителей.–5-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2000. – 287 с.
11. Инструкция по проектированию силового и осветительного электрооборудования промышленных предприятий. СН 357 – 77. – М.: Стройиздат, 1977. – 57 с.
12. Инструкция по проектированию электроснабжения промышленных предприятий. СН 174-75. – М.: Стройиздат, 1976. – 57 с.
13. Рекомендации по проектированию и эксплуатации систем электроснабжения новых, расширяемых и реконструируемых нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий / Под ред. В.И. Старостина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Миннефтехимпром СССР, 1983. – 140 с.

14. ГОСТ 15150-80. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнение для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортировки в части воздействия климатических факторов внешней среды.

15. Карвовский Г.А. Электрооборудование и окружающая среда: выбор и защита. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 232 с.

16. ГОСТ 16350-80. Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей. – М.: Стандартиздат, 1980. – 140 с.

17. ГОСТ Р 51330.0-99 Электрооборудование взрывозащищенное (МЭК 60079-0-98) Часть 0. Общие требования.

18. ГОСТ Р 51330.9-99 Электрооборудование взрывозащищенное (МЭК 60079-10-95) Часть 10. Классификация взрывоопасных зон.

19. ГОСТ Р 51330.12-99 Электрооборудование взрывозащищенное (МЭК 60079-0-98) Часть 14. Электроустановки во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок).

20. Сюсюкин А.И. Основы электроснабжения предприятий. В двух частях (монография). – Тюмень: ТюмГНГУ, 1998. Часть 1 – 204 с., часть 2 – 167 с.

21. ГОСТ 9.602-89. Единая система защиты от коррозии и старения. Подземные сооружения. Общие требования к защите от коррозии. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 49 с.

22. Проектирование системы электроснабжения: Учеб. Пособие для вузов / В.Н. Винославский, А.В. Праховник, Ф. Клеппель, УЮ Бутц. – Киев: Вища школа, 1981. – 360 с.

23. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Проектирование и расчет / А.С. Овчаренко, М.Л. Рабинович, В.И. Мозырский, Д.И. Розинский. – Киев: Техника, 1985. – 279 с.

24. Руководящий технический материал. Указания по расчёту электрических нагрузок. РТМ 36.18.32.4.-92. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 1992. – 26с.

25. Фокин Ю.А. Оценка надежности схем электроснабжения. – Электротехнический справочник, 1988, т. 3, кн.1.

26. Кудрин Б.И. Основы комплексного метода расчета электрических нагрузок // Промышленная энергетика. – 1986. – N 11. – С. 23-27.

27. Ермилов А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 208 с.

28. Электроэнергетика и природа (экологические проблемы развития электроэнергетики) / Под ред. Г.Н. Лялина, А.Ш. Резниковского. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 352 с.

29. Борисов Б.П., Вагин Т.Я. Электроснабжение электротехнологических установок. – Киев: Наук. Думка, 1985. – 248 с.

30. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 472 с.

31. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1995.
32. Голоднов Ю.М. Самозапуск электродвигателей. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 136 с.
33. Выбор напряжения внешнего электроснабжения промышленных предприятий // Инструктивные указания по проектированию электротехнических промышленных установок. – 1983.- №3. – С. 3-17.
34. Семчинов А.М. Токорыводы промышленных предприятий. – М.: Энергоиздат, 1982. – 208 с.
35. Овчаренко А.С., Головнова А.И., Чернышев Ю.Н. Выбор напряжения распределительной электрической сети промышленных предприятий // Промышленная энергетика. – 1974. – №5. – С. 31-33.
36. Анастасиев П.И., Фролов Ю.А. Системы распределения электроэнергии на промышленных предприятиях. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 144 с.
37. Дорошев К.И. Комплектные распределительные устройства 6-35 кВ. – М.: Энергоиздат, 1982. - №?: с.
38. Внутрицеховое электроснабжение с применением комплектных трансформаторных подстанций // Инструктивные указания по проектированию электротехнических промышленных установок. – 1981. – №1. – С. 24-30.
39. ГОСТ 14209-85. Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки. – М.: Стандартиздат, - 30 с.
40. Розанов М.Н. Надежность электроэнергетических систем. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 176 с.
41. Китушин В.Г. Надежность энергетических систем: Учеб. Пособие для электроэнергетических специальностей вузов. – М.: Высш. Шк., 1984. – 256 с.
42. Инструктивные материалы Глазэнергонадзора. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 352 с.
43. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов /Под ред. Б.А. Князевского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.
44. Техника безопасности в электроэнергетических установках: Справочное пособие / Под ред. П.А. Долина. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 400 с.
45. Вайнштейн Л.И. Меры безопасности при эксплуатации электрохозяйства потребителей. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 240 с.
46. Гордон Г.Ю., Вайнштейн Л.И. Электротравматизм и его предупреждение. – М.: Энергоиздат, 1986. – 256 с.

47. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2001. – 192 с.
48. Карякин Р.Н. Концепция электробезопасности электроустановок. // Промышленная энергетика. – 1998, №5. – с. 37-49.
49. Карякин Р.Н. Нормы устройства безопасности электроустановок. – М.: ЗАО «Энергосервис», 1999. – 104 с.
50. СНИП 11-01-95 Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. – М.: Минстрой РФ, 1995. – 43 с.
51. Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений. СП11-101-95. – М.: Госстрой РФ, 1995. – 33 с.
52. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. Официальное издание. – М.: Госстрой РФ, 1995. – 80 с.
53. Лекомцева Ю.Г., Ключев Ю.Б., Белоусов В.С. Критерий быстрой оценки эффективности инвестиционных проектов в энергетике с учетом инфляции // Промышленная энергетика. – №6. – С. 2-4.
54. Кунгс Я.А., Фаермарк М.А. Экономия электрической энергии в осветительных установках. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 160 с.
55. Инструкция по рациональному использованию электроэнергии и снижению затрат в промышленных осветительных установках (освещение) // Светотехника. – 1981. – №5. – С.1-13.
56. Железко Ю.С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии. М.: Энергоатомиздат, 1985. – 224 с.
57. Ильяшов В.П. Конденсаторные установки промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 152 с.
58. Указания по проектированию компенсации реактивной мощности в электрических сетях промышленных предприятий // Инструктивные указания по проектированию электрических промышленных установок. – 1984. – №1. – С. 12-36.
59. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 40 с.
60. Жежеленко И.В., Рабинович М.Л., Божко В.М. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях. – Киев: Техника, 1981. – 160 с.
61. Шидловский А.К., Кузнецов В.Г. Повышение качества энергии в электрических сетях. – Киев: Наукова думка, 1985. – 268 с.

62. Правила присоединения потребителя к сети общего пользования по условиям влияния на качество электроэнергии: Инструктивные материалы Главэнергонадзора России. – М., 1996. – С. 82-91.

63. Карпов Р.Р., Солдаткина Л.Л. Регулирование напряжения в электрических сетях промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1970. – 224 с.

64. Инструкция по расчету технико-экономической эффективности и планированию мероприятий по снижению расхода электроэнергии на ее транспорт в электрических сетях энергосистем. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1980. – 93 с.

65. Определение экономической эффективности проектов в электроэнергетике и управление энергопотреблением (анализ американского опыта) // Экономика топливно-энергетического комплекса России: Темат. сб. – М.: ВНИИОЭНГ, 1993. – 60 с.

66. Гольстрем В.А., Кузнецов Ю.Л. Справочник по экономии топливно-энергетических ресурсов. – Киев: Техника, 1985. – 383 с.

67. Инструкция по расчету и анализу расхода электрической энергии на ее транспорт в электрических сетях энергосистем. – М.: СПО Союзтехэнерго., 1986. – 52 с.

68. Инструкция по снижению расхода электрической энергии на ее транспорт в электрических сетях энергосистем и энергетических объединений / Воротницкий В.Я., Железко Ю.С. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1986. – 52 с.

69. Сальников А.Х., Шевченко Л.А. Нормирование потребления и экономия топливно-энергетических ресурсов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 240 с.

70. В.К. Олейников, Г. В. Никифоров. Анализ и управление электропотреблением на металлургических предприятиях: Учебное пособие. – Магнитогорск: МГТУ им. Носова, 1999. – 219 с.

71. Инструктивные материалы Главэнергонадзора России. – М.: Главэнергонадзор РФ, 1996. – 359 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Содержание заданий типовых тем на ВКР

Задание на ВКР

по теме: «Рационализация электропотребления и энергоснабжение на ГПК»

Разделы ПЗ

1. Реферат, оглавления, введение.
2. Организационная структура и технология основного производства ГПК.
3. Система электроснабжения предприятия.
4. Анализ электропотребления за прошлый период (5-6 лет)
 - а) составление электрических балансов для самых электроемких агрегатов и цехов;
 - б) построение математических моделей электропотребления ГПК (временных и регрессионных).
5. Программа рационализации электропотребления и энергоснабжения ГПК.
6. ТЭО высокочрезвычайно затратных ОТМ по энергоснабжению.
7. ТБ обслуживания электродвигателей компрессорной (во взрывоопасной зоне).
8. Заключение
9. Список использованных источников.
10. Приложения.

Список чертежей

1. Ситуационный план предприятия.
2. Организационная структура предприятия.
3. Принципиальная схема электроснабжения предприятия.
4. Электрические балансы.
5. Математические модели электропотребления.
6. ТЭО высокочрезвычайно затратных ОТМ (схема окупаемости проекта и движения затрат и доходов).

Задание на ВКР
по теме: «Организация и совершенствование систем
коммерческого и технического учета потребления
электроэнергии на ГПК»

Разделы ПЗ

1. Реферат, оглавления, введение.
2. Организационная структура и технология основного производства предприятия.
3. Система электроснабжения предприятия.
4. Состояние и организация коммерческого и технического учета потребления и распределения электроэнергии.
5. Разработка предложений по совершенствованию систем коммерческого и технического учета электроэнергии на ГПК.
6. ТЭО по совершенствованию систем коммерческого учета электроэнергии на ГПК.
7. ТБ при обслуживании и ремонта систем контроля и учета расхода электроэнергии.
8. Заключение
9. Список использованных источников.
10. Приложения.

Список чертежей

1. Организационная структура предприятия.
2. Ситуационный план предприятия.
3. Принципиальная схема электроснабжения предприятия.
4. Существующая схема коммерческого и технического учета на предприятии.
5. Предлагаемая схема коммерческого и технического учета предприятия.
6. ТЭО по совершенствованию системы учета предприятия (схема окупаемости и движения затрат и доходов).

Задание на ДП по теме: «Электроснабжение промышленного предприятия»

Разделы ПЗ

1. Реферат, оглавления, введение.
2. Организационная структура и технология основного производства предприятия.
3. Электрические нагрузки с учетом перспективы развития предприятия на 8 – 10 лет.
4. Система электроснабжения предприятия.
5. Мероприятия по компенсации реактивной мощности.
6. Расчет токов КЗ и выбор электрооборудования.
7. Мероприятия по обеспечению качества электрической энергии.
8. Релейная защита и автоматика элементов системы электроснабжения.
9. Индивидуальное задание.
10. Вопросы безопасности жизнедеятельности и экологии.
11. Экономическая часть.
12. Заключение
13. Список использованных источников.
14. Приложения.

Список чертежей

1. Ситуационный план предприятия.
2. Принципиальная схема электроснабжения предприятия.
3. Схема коммерческого и технического учета на предприятии.
4. Схема релейной защиты и автоматики.
5. Вопросы безопасности жизнедеятельности (заземление и молниезащита).
6. ТЭО проекта (схема окупаемости и движения затрат и доходов).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Темы ВКР.....	4
2 Исходные данные на проектирование.....	6
3 Содержание и объем ВКР.....	7
3.1 Общие положения.....	7
3.2 ВКР по электроснабжению объектов.....	8
3.3 ВКР по специальным темам.....	13
4 Организация выполнения и защиты проекта.....	14
Список используемой литературы.....	17
Приложения.....	21

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Методические указания к выполнению ВКР
для студентов направления подготовки
13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, всех форм обучения

Составители:
к.т.н., ИВАНОВ Геннадий Викторович
к.т.н., ЛЕОНОВ Евгений Николаевич