## Раздел 3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И УКАЗАНИЕ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

**3.1 Методические указания по выполнению курсового проекта**

Целью курсового проектирования является закрепление студентами теоретических знаний и выработка навыков конкретных инженерных решений по комплексной задаче электроснабжения сельскохозяйственных объектов. Индивидуальное задание на курсовое проектирование выдается преподавателем или определяется по шифру студента. Без наличия задания проект преподавателем не зачитывается. Все вопросы по заданию изучаются студентом самостоятельно.

В пояснительной записке приводятся расчеты, связанные с обоснованием принятых решений, элементы рассматриваемых схем и пояснения некоторых принципов работы устройств или схем. Пояснительная записка, чертежи, графики и схемы должны быть оформлены по стандартам ЕСКД и ГОСТ.

*Тема проекта (при необходимости может уточняться):*

**Проект электроснабжения сельского населенного пункта с производственными и коммунально-бытовыми потребителями.**

Проект состоит из пояснительной записки и двух чертежей формата А1 (допускаются форматы А3 и А4) . На первом листе графического материала размещается план электрифицируемого населенного пункта с объектами потребления электрической энергии, схемой линии электропередачи (ЛЭП) 0,38 кВ и расчетными схемами ЛЭП-0,38 кВ. На втором листе показывают трехлинейную электрическую схему трансформаторной подстанции 35...10/0,4 кВ и ее конструктивное исполнение. На чертежах могут размещаться схемы автоматизации электрических сетей. Расчетно-пояснительная записка содержит следующие разделы:

*Введение.*

1. *Определение и обоснование допустимой потери напряжения в электросетях 0,4...10 кВ.*
2. *Определение расчетной (максимальной) мощности объекта.*
3. *Определение числа, мощности и мест установки ТП, выбор схемы электроснабжения.*
4. *Выбор типа и принципиальной схемы ТП 10/0,4 кВ.*
5. *Электрический расчет ЛЭП-0,38 кВ и определение сечения проводов ЛЭП-10 кВ.*
6. *Проверка электрической сети 0,4 кВ по условию запуска мощного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя.*
7. *Расчет токов короткого замыкания для выбора и проверки аппаратуры и защитных аппаратов.*
8. *Выбор электрической аппаратуры и оборудования.*
9. *Расчет и выбор защиты от к.з., перенапряжений и от поражения элек рическим током.*
10. *Согласование защит по селективности.*
11. *Применение средств и устройств автоматизации (а также, если необходимо, установка батарей конденсаторов у потребителей с целью повышения коэффициента мощности), имея в виду использование автоматического включения резервного питания (АВР), автоматического повторного включение ЛЭП (АПВ), дизельных электростанций, автоматического секционирования и др.*
12. *Разработка мероприятий по охране труда и технике безопасности.*
13. *Технико-экономические показатели.*
14. *Оглавление, библиографический список.*

Во введении следует отразить актуальность вопросов электроснабжения агропромышленного комплекса страны, особо обратив внимание на надежность электропитания потребителей и передачу качественной электроэнергии. Необходимо также указать цель проекта с кратким обоснованием и обозначить методы и способы ее достижения. Желательно привести характеристику объекта электроснабжения, наиболее значимые исходные данные (географическое месторасположение, климатические условия, род грунта и т.д.). Во введении, как правило, указывают потребителей первой и второй категорий в отношении надежности электроснабжения согласно требованиям ПУЭ. Рекомендуется показать перспективу развития электроснабжения объекта, района и т.д.

Допустимую потерю напряжения (раздел 1) в электросетях определяют по заданному уровню напряжения на шинах питающей подстанции и допустимым значениям положительного и отрицательного отклонений напряжения на зажимах электроприемников (ГОСТ 32144-2013), составляя при этом таблицу отклонения и потерь напряжений. В соответствии с ГОСТ 32144-2013 на качество электроэнергии допустимые значения положительного и отрицательного отклонений напряжения на зажимах электроприемников при колебании нагрузки от 25% (минимальный режим) до 100% (максимальный режим) не должны превышать 10 %. Проверку отклонений напряжения производят с учетом его регулирования с помощью ПБВ (переключение без возбуждения) или РПН (регулирование под нагрузкой). В практических условиях на ТП 35...10/0,4 кВ используются в основном силовые масляные трансформаторы с ПБВ, т.е. ответвления трансформаторов обслуживающий персонал переключает для регулирования напряжения при помощи переключающего устройства при отключенном трансформаторе с соблюдением правил техники безопасности. Таким образом, целью составления таблицы может быть: проверка отклонений напряжений на зажимах потребителей при ранее вычисленных потерях напряжения в электросетях 0,4...10 кВ; выбор оптимальных ответвлений на трансформаторах потребительских ТП 35...10/0,4 кВ; определение допустимых потерь напряжения в распределительной сети одного класса напряжения при известных потерях напряжения в сети другого класса; расчет необходимых уровней напряжения на шинах 6...10 кВ районной трансформаторной подстанции (РТП) при различных нагрузках. При составлении таблиц отклонений напряжения необходимо пользоваться паспортными данными трансформаторов по диапазонам регулирования напряжения. Распределение потерь напряжения между элементами электрической сети должно производиться на основании расчета, исходя из допустимого отклонения напряжения у электроприемников и уровней напряжения на шинах центра питания. При этом потери напряжения не должны превышать, %Uном.: в электросетях напряжением 10 кВ – 10%; в электросетях напряжением 0,4 кВ – 8%; в электропроводках одноэтажных жилых домов – 1%; в электропроводках зданий, сооружений, двух и многоэтажных домов – 2%.

Определение расчетной мощности объекта (раздел 2) осуществляют по расчетным нагрузкам отдельных потребителей (см. задание), численные значения которых находят в [1,4,5,6,15]. При подсчете нагрузок в сельских электрических сетях 0,38...110 кВ пользуются методикой [15]. Методика используется как для расчета электрических нагрузок реконструируемых объектов, так и вновь проектируемых, а также для разработки перспективных схем развития и реконструкции сельскохозяйственных электросетей.

Мощность и принципиальную схему ТП (разделы 3,4) рекомендуется выбирать в соответствии с типовыми проектами на подстанции 35-10/0,4 кВ с учетом: категорийности потребителей согласно ПУЭ в отношении обеспечения надежности электроснабжения; допустимых систематических перегрузок трансформаторов на однотрансформаторных ТП по экономическим интервалам мощностей; условий работы трансформаторов в нормальном и аварийном режимах на двухтрансформаторных ТП;

Электроснабжение бытовых и производственных потребителей рекомендуется предусматривать от разных подстанций 10/0,4 кВ или их секций. Подстанции с воздушными вводами не рекомендуется размещать вблизи школ, детских и спортивных сооружений.

Выбор схем присоединения подстанций напряжением 6...10/0,4 кВ к источникам питания должен производиться на основании экономического сравнения вариантов в зависимости от категории электроприемников по надежности электроснабжения.

В разделе 5 представляют электрический расчет сетей 0,4...10 кВ на минимум приведенных затрат по экономическим интервалам мощностей или по экономической плотности тока [1,4,5,6,15].

В 6 разделе необходимо проверить сеть 0,4 кВ на кратковременное понижение напряжения при пуске мощных короткозамкнутых асинхронных электродвигателей [1,4,5,6].

В 7 разделе определяют токи короткого замыкания для: сопоставления, оценки и выбора схем электрических соединений дизельных электростанций, подстанций и системы электроснабжения в целом; выбора электрооборудования и аппаратуры электроустановок, проверки по условиям их работы при коротких замыканиях (термическая и динамическая устойчивость); проектирования и настройки устройств релейной защиты и автоматики.

Высоковольтная аппаратура, установленная в ТП 10/0,4 кВ, проверяется на термическую и электродинамическую стойкость (раздел 8) по максимальному (трехфазному) току короткого замыкания .

Расчет и выбор защит от коротких замыканий, перенапряжений и от поражения электрическим током (раздел 9) представлен в [1,4,5,6,17].

Для обеспечения селективного действия защит (раздел 10) необходимо провести их согласование (карты селективности).

В 11 разделе следует предусмотреть применение средств автоматизации для электрических сетей 0,4...10 кВ, т.к. одним из эффективных средств повышения надежности электроснабжения является автоматизация.

Раздел 12 посвящен разработке мероприятий по охране труда. В соответствии с ПУЭ, ПТЭ и ПОТ должны быть рассчитаны и выполнены заземляющие устройства ТП, предусмотрены повторные заземления на отходящих линиях и зануления электроустановок. Необходимо также проверить защитное отключение при повреждении электроустановок.

При проектировании систем сельского электроснабжения рассматривается несколько вариантов их применения с учетом достаточных технических возможностей, но необходимо выбрать из них вариант, имеющий лучшие техникоэкономические показатели (раздел 13). В качестве показателя сравнительной экономической эффективности при сравнении нескольких вариантов (раздел 13) применяют метод приведенных затрат. Приведенные затраты З (руб. в год) по каждому варианту представляют собой сумму текущих затрат С (годовых издержек на эксплуатацию, руб. в год) и капитальных вложений К (руб) на строительство по рассматриваемому варианту , приведенных к одинаковой размерности при помощи нормативного коэффициента экономической эффективности Ен (1/год),

З = Ен\*К + С.

Оптимальным из рассматриваемых вариантов будет тот, у которого приведенные затраты З будут минимальными.

Методика оценки экономической эффективности приведена в [1,4,5,6,7,9 ]. В проекте следует отражать новейшие достижения в области сооружения и эксплуатации подстанций и линий электропередач.

## 3.2 Задания для курсового проекта

Данные к заданию (параметры а, б, в, г выбираются по таблице 3.1) для курсового проекта по дисциплине «Электроснабжение» определяют по персональному шифру студента или выдаются преподавателем индивидуально. Порядок определения варианта следующий:например, **шифр 4235:**

параметр «а» выбирается по числу из суммы первой и четвертой цифр шифра (для числа 10 и более вариант определяется по второй цифре, т.е. для 10 – 0; для 11 – 1 и т.д.); параметр «б» выбирается по числу из суммы второй и четвертой цифр шифра; параметр «в» выбирается по числу суммы третьей и четвертой цифр шифра; параметр «г» выбирается по последней (четвертой) цифре шифра. **Для шифра 423:** параметр «а» (таблица3) выбирается по числу из суммы первой и третьей цифр шифра (для числа 10 и более вариант определяется по второй цифре, т.е. для 10 – 0; для 11 – 1 и т.д.); параметр «б» выбирается по числу из суммы первой и второй цифр шифра; параметр «в» выбирается по числу из суммы второй и третьей цифр шифра; параметр «г» выбирается по последней (третьей) цифре шифра.

Все необходимые показатели для приведенных в таблице 3.1 потребителей (электрические нагрузки и т.д.) представлены в нормативно-технической и справочной литературе, например [14].

Таблица 3.1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ин  д. | Характеристика потребителей и данные | Ед. | Индексы вариантов | | | | | |  | | |  | | |  |
|  | энергосистемы | изм. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  | 6 | 7 |  | 3 | 9 |  | 0 |
| а | **Общественно- коммунальные и бытовые** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **потребители:**  Количество домов | шт. | 33 | 44 | 55 | 66 | 77 |  | 33 | 99 |  | 111 | 25 |  | 71 |
|  | Годовое потребление электроэнергии | кВтч/дом | 420 | 330 | 690 | 750 | 500 |  | 330 | 1000 |  | 666 | 1200 |  | 1500 |
|  | Школа | мест | 40 | 45 | 60 | 80 | 50 |  | 70 | 160 |  | 320 | 40 | - |  |
|  | Спальный корпус школы - интерната | мест | - | 25 | - | 50 | - |  | 50 | 75 |  | 100 | - | - |  |
|  | Детские ясли - сад | мест | 25 | - | 30 | - | 75 |  | 50 | 30 |  | 90 | 20 |  | 25 |
|  | Дом культуры | мест | - | - | 50 | - | 100 | - |  | 150 |  | 200 | - | - |  |
|  | Столовая | мест | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |  | 50 | 75 |  | 100 | 10 | - |  |
|  | Комбинат бытового обслуживания | мест | - | б | - | 12 | 13 |  | 24 | 13 |  | 24 | 6 |  | 6 |
|  | Баня | мест | 10 | 15 | 20 | 30 | 20 |  | 30 | 40 |  | 50 | 15 |  | 10 |
| б | **Производственные потребители:** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Коровник | голов | - | 100 | 200 | - | 100 | - |  | 200 |  | 200 | - | - |  |
|  | Молочный блок при коровнике | т/сут. | - | 3 | 6 | - | 3 | - |  | 6 |  | 6 | - | - |  |
|  | Кормоприготовительное отделение | т/сут. | 3 | - | 6 | - | 6 | - |  | 6 | - |  | 3 | - |  |
|  | Молочная ферма КРС | голов | 200 | - | - | 400 | - |  | 600 | - | - |  | 200 |  | 300 |
|  | Ферма по выращиванию и откорму КРС | тыс.гол. | - | 10 | 5 | - | 5 | - |  | 10 |  | 5 | - | - |  |
|  | Выращивание и откорм свиней | тыс.гол. | 3 | б | 12 | 3 | 6 |  | 12 | 3 |  | 6 | 12 |  | 3 |
|  | Птицефабрика по производству яиц | тыс.шт. | - | 200 | - | 400 | - | - |  | 200 | - |  | 400 |  | 200 |
|  | Птицефабрика мясного направления | тыс.шт. | 250 | - | 500 | - | 250 |  | 250 | - |  | 500 | - | - |  |
|  | Стационарный зерноочистительный пункт | т/ч | 20 | 10 | 20 | 20 | 20 |  | 10 | 10 |  | 10 | 20 |  | 20 |
|  | Пункт по обработке и хранению зерна | т/ч | - | 20 | - | - | - |  | 20 | - | - |  | - |  | 10 |
|  | Холодильник для хранения фруктов | т | 50 | - | 250 | - | 100 | - |  | 200 |  | 250 | 500 | - |  |
| Центральная ремонтная мастерская по обслуживанию автотехники (тракторов и т.п.) | ед. | - | 25 | - | - | 25 | - |  | - |  | 50 | - |  | 25 |
|  |
| в | **Прочие потребители:**  Магазин | - | + |  | + |  | + |  |  | + |  |  | + |  |  |
|  | Торговый центр | - |  | + |  | + |  | + |  |  | + |  |  | + |  |
|  | Сельская поликлиника | - | - | - | - | + | + | + |  | + | + |  | - | - |  |
|  | Фельдшерский пункт | - | + | + | + | - | - | - |  | - | - |  | + | + |  |
|  | Теплица зимняя площадью | кв.м | 1000 | 1200 | - | - | 1600 | - |  | - |  | 2000 | - |  | 2400 |
|  | Плотницкая | - | + | - | + | - | + | + | | - | - |  | + | + | |
| в | Мельница | - | - | + | - | + | - | + | | - | + |  | - | - | |
|  | Кузница | - | + | + |  | - | + | - | | - | + |  | - | + | |
|  | Кирпичный завод | - | - | - | + | + | - | + | | - | - |  | + | - | |
| г | Данные энергосистемы: |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  | |
|  | Напряжение питающей подстанции | кВ | 35/10 | 110/ | 35/ | 35/ | 35/ | 35/ | | 35/ | 35/ |  | 35/ | 110/ | |
|  |  |  |  | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | | 10 |  | 10 | 10 | 35/10 | |
|  | Мощность питающей подстанции | кВА | 1600 | 2500 | 1600 | 2500 | 1600 | 4000 | | 2500 |  | 4000 | 2500 | 10000 | |
|  | Режим напряжения на шинах питающей | max | 2 | 1,5 | 3,2 | 0 | 5 | 4 | | 2,5 |  | 3 | 2 | 1 | |
|  | подстанции, % U ном | min | 2 | 0 | 1,5 | 0 | 5 | 2 | | 1,5 |  | 1 | 2 | 1 | |
|  | Питающая линия длиной (место | км | 17 | 21 | 12 | 3 | 7,5 | 10,2 | | 13,9 |  | 14,6 | 13,3 | 4,7 | |
|  | подключения объекта - конец питающей линии)  Удельное сопротивление грунта, р | *Ом.м* | 92 | 111 | 77 | 100 | 192 | 150 | | 120 |  | 135 | 144 | 95 | |
|  | Количество грозовых часов в год, n | ч | 22 | 23 | 37 | 44 | 43 | 53 | | 56 |  | 41 | 29 | 33 | |
|  | Район гололедности | - | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | | 2 |  | 2 | 1 | 2 | |
|  | Число часов использования  максимальной нагрузки в год, Тмах | ч | 1300 | 2700 | 3200 | 4000 | 3950 | 3300 | | 2650 |  | 1500 | 2220 | 5000 | |

Приложение 3.1.

## ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по дисциплине «Электроснабжение»

Выдано студенту 4, 3\* курса факультета «Энергетики и ОВР»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата выдачи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## Исходные данные

Характеристика потребителей:

*а) общественно-коммунальные и бытовые потребители:* Количество домов \_\_\_\_\_ шт.

Годовое электропотребление электроэнергии \_\_\_\_\_\_\_\_(кВт.ч/дом)

Школа на \_\_\_\_\_ учащихся

Спальный корпус школы-интерната на \_\_\_\_\_мест

Детские ясли-сад на \_\_\_\_\_\_ мест

Дом культуры на \_\_\_\_\_\_ мест

Столовая на \_\_\_\_\_мест

Комбинат бытового обслуживания на \_\_\_\_\_ мест

Баня на \_\_\_\_мест

*б) производственные потребители:*

Коровник на \_\_\_\_\_\_\_ коров

Молочный блок при коровнике на \_\_\_\_\_т. молока в сутки

Кормоприготовительное отделение при коровнике

Молочная ферма КРС на \_\_\_\_\_\_\_ коров

Ферма по выращиванию и откорму КРС на \_\_\_\_\_\_\_\_тыс.голов

Выращивание и откорм свиней на \_\_\_\_\_\_\_\_ тыс. голов

Птицефабрика по производству яиц на \_\_\_\_\_\_\_тыс. кур-несушек

Птицефабрика мясного направления на \_\_\_\_\_\_\_тыс. бройлеров

Стационарный зерноочистительный пункт производительностью

\_\_\_\_\_\_\_\_т/ч

Пункт по обработке и хранению зерна производительностью

\_\_\_\_\_\_\_\_т/ч

Холодильник для хранения фруктов емкостью \_\_\_\_\_\_т. Центральная ремонтная мастерская на \_\_\_\_\_\_\_шт. (автотехники)

*в) прочие потребители\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г) данные центра питания:

Напряжение питающей подстанции\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_кВ

Мощность питающей подстанции \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_кВА

Режим (уровень) напряжения на шинах питающей подстанции:

Максимальный (100% нагрузки) - \_\_\_\_ %Uн;

Минимальный (25% нагрузки) - \_\_\_\_ %Uн;

Место подключения объекта – конец питающей линии (или ответвление)

Питающая линия длиной \_\_\_\_\_\_\_км

Удельное сопротивление грунта \_\_\_\_\_\_\_ Ом,м

Число грозовых часов в год \_\_\_\_\_ ч/год

Район гололедности \_\_\_\_\_

Число часов использования максимальной нагрузки, Тmax =\_\_\_\_\_\_\_\_\_ч

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИ-

ПЛИНЫ …………………………………………………………………………… 3

1.1. Цели и задачи дисциплины ………………………………………………. .. 3

1.2. Библиографический список ……………………………………………… 5

1.3.Распределение учебного времени по модулям (разделам) и темам дисципли-

ны, часы …………………………………………………………………………… 7

Раздел 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ …………………………….. …..9

2.1. Модуль 1. Введение. Задачи сельского электроснабжения. Электрические нагрузки сельскохозяйственных потребителей ………………………………. ….9 2.2. Модуль 2. Устройство наружных и внутренних электрических сетей, их расчет. Регулирование напряжения в электрических сетях …………………… 10 2.3. Модуль 3. Механический расчет воздушных линий. Электрическая аппаратура, методика ее выбора ………………………………………………………. ...11

2.4. Модуль 4. Токи короткого замыкания и замыкания на землю. Перенапряжения и защита от них. Релейная защита и автоматизация …………………….12 2.5. Модуль 5. Сельские трансформаторные подстанции и электростанции. Проектирование систем электроснабжения. Рациональное использование электроэнергии ………………………………………………………………………….13

2.6. Модуль 6. Технико-экономические показатели установок сельского электроснабжения. Монтаж, эксплуатация и ремонт сельских электросетей ……...14

Раздел 3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И УКАЗАНИЕ

ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ ……………………………………………………….. 15

3.1 Методические указания по выполнению курсового проекта ……………… 15

3.2 Задания для курсового проекта ……………………………………………… 18

ОГЛАВЛЕНИЕ …………………………………………………………………… 24