

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
ФГБОУ ВПО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Д.М. ОЛИН, А.А. КИРИЛИН

## **ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ**

Методические рекомендации  
по выполнению курсовой работы

КАРАБАЕВО  
Костромская ГСХА  
2014

УДК 621.316  
ББК 40.7 : 31.279  
О 54

*Авторы:* к.т.н., доцент, зав. кафедрой электроснабжения Костромской ГСХА *Д.М. Олин*, ассистент кафедры электроснабжения *А.А. Кирилин*.

*Рецензенты:* к.т.н., доцент кафедры электропривода и электротехнологии Костромской ГСХА *И.В. Бушуев*; к.т.н., доцент кафедры информационных технологий в электроэнергетике *Н.А. Климов*.

*Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета электрификации и автоматизации сельского хозяйства, протокол № 10 от 2 декабря 2014 г.*

О 54 **Олин, Д.М.** Электроснабжение : методические рекомендации по выполнению курсовой работы / Д.М. Олин, А.А. Кирилин. — Караваево : Костромская ГСХА, 2014. — 33 с.

Издание содержит теоретические сведения по выполнению разделов курсовой работы и некоторые справочные данные.

Методические рекомендации предназначены для самостоятельного выполнения курсовой и контрольной работ студентами направлений подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профиль «Электрооборудование и электротехнологии», 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» очной и заочной форм обучения.

УДК 621.316  
ББК 40.7 : 31.279

© ФГБОУ ВПО Костромская ГСХА, 2014  
© Д.М. Олин, А.А. Кирилин, 2014

## Оглавление

1. Содержание и объём пояснительной записки.....	4
2. Основные требования.....	4
3. Исходные данные на проектирование.....	6
4. Рекомендации по выполнению разделов работы.....	8
4.1. Общий алгоритм выполнения работы.....	8
4.2. Определение расчётных мощностей на вводах потребителей.....	9
4.3. Выбор количества трансформаторных пунктов и определение их места расположения.....	9
4.4. Трассировка линий электропередачи и расчёт мощностей на участках сети.....	10
4.5. Выбор мощности и количества трансформаторов.....	12
4.6. Выбор сечений проводников.....	13
4.7. Расчёт потерь напряжения на участках сети.....	14
4.8. Определение отклонения напряжения у потребителей.....	15
4.9. Проверка сети на запуск самого мощного электродвигателя.....	16
4.10. Расчёт токов короткого замыкания.....	18
4.11. Выбор коммутационной и защитной аппаратуры.....	20
5. Вопросы для самоконтроля.....	22
6. Список литературы.....	23
Приложения.....	24

## 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЁМ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Целью курсовой работы является закрепление теоретических сведений, необходимых для проектирования и эксплуатации электрических сетей 10 кВ и 0,38 кВ.

Расчётно-пояснительная записка включает в себя титульный лист, задание на проектирование с исходными данными, лист рецензии, аннотацию, содержание, введение, основное содержание работы, выводы и список использованных литературных источников.

**Титульный лист, бланк задания, бланк рецензии** на работу оформляются в соответствии с формами, представленными в приложении 1.

В **аннотации** кратко излагаются основные положения и полученные данные, а также указывается количество страниц пояснительной записки, количество рисунков и таблиц, использованных литературных источников. Объём аннотации составляет 15-20 строк (1200 символов).

Во **введении** раскрывается сущность решаемых задач и их значение для народного хозяйства.

**Основное содержание** работы излагается в разделах с разбиением по решаемым вопросам.

В **выводах** отражаются основные результаты проектирования.

В разделе **литературных источников** указываются все источники, использованные при решении вопросов проектирования, в том числе и в электронном виде. На все источники должны быть ссылки в тексте работе. Нумерация источников выполняется по порядку упоминания в тексте или в алфавитном порядке.

**Графическая часть** работы выполняется на листе формата А1 и должна достаточно полно отражать материал, представленный в расчётно-пояснительной записке.

## 2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Оформление пояснительной записки выполняется в соответствии с ГОСТ 7-32-2001 на оформление отчетов научно-исследовательских работ. Подробные требования к оформлению курсовых и дипломных проектов изложены в ДП СМК «Текстовые работы студентов» [1]. Требования к оформлению электрических схем регламентируются ГОСТ 2.721-74...2.727-68 и ГОСТ 2.752-71...2.755-87.

Текстовый материал пояснительной записки рекомендуется располагать в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на проектирование;
- исходные данные на проектирование;
- рецензия;

- аннотация;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- литературные источники;
- приложения.

Графический материал проекта выполняется на листе формата А1, с обязательным выполнением чертежа на ЭВМ. Каждый лист должен сопровождаться основной надписью согласно ГОСТ 2.104-68, которая располагается в правом нижнем углу листа.

После выполнения курсового проекта студент сдаёт пояснительную записку и подписанные им чертежи на проверку руководителю. При отсутствии ошибок работа допускается к защите. Для защиты курсового проекта студенту необходимо подготовить доклад на 5...7 минут, в котором кратко излагается основное содержание работы. После ответов на вопросы преподавателем или комиссией выносится решение об оценке работы.

### 3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Исходными данными для выполнения курсовой работы являются:

- 1) План размещения зданий, сооружений на территории производственного объекта, жилого поселка в масштабе с нанесением дорог, инженерных сооружений.
- 2) Максимальные активная и реактивная вечерняя и дневная нагрузка на вводе в каждое помещение.
- 3) Мощность и место размещения самого мощного электродвигателя на проектируемых объектах.

Исходные данные на проектирование системы электроснабжения принимаются из таблиц приложения 2 согласно выданному варианту. Номер варианта состоит из двух цифр. Для студентов заочного факультета номером варианта являются две последние цифры номера зачётной книжки. Если номер зачетной книжки 10731, то выполняется вариант 31. Все исходные данные указываются в бланке к заданию, большая часть представляется в виде таблиц.

**По первой цифре номера варианта** из таблицы П2.1 выбираются координаты строений в условных единицах длины (у.е.д.). При нечётной первой цифре номера варианта одна у.е.д. соответствует 40...50м, чётная цифра — 60...70м. Координаты строений заносятся в таблицу 3.1, а затем по ним строится план расположения потребителей. Выбранная у.е.д. в метрах отражается в таблице 3.3.

Таблица 3.1 Координаты расположения потребителей

№ (номер строения)	Координата х, у.е.д.	Координата у, у.е.д.	Код	Наименование	Категория по надёжности электроснабжения

Классификация объектов по надёжности электроснабжения представлена в приложении 3.

Строения с номерами 01...14 (табл. П2.1) — многоквартирные дома, с номерами 15...18 — четырёхквартирные, с номерами 19...20 — двадцатиквартирные. Строения с номерами 21...30 — производственно-бытовые потребители.

**По второй цифре номера варианта** принимают мощности потребителей.

Дневные и вечерние электрические нагрузки многоквартирных домов выбираются из таблицы П2.2 по совпадению третьей цифры кода нагрузки со второй цифрой номера варианта, при этом для многоквартирных домов предполагается отсутствие кондиционеров, а для многоквартирных — их

наличие. Нагрузки многоквартирных домов рассчитываются исходя из нагрузок многоквартирного дома. Например, варианту 31 дневного максимума соответствует код нагрузки 601 для многоквартирных домов. Нагрузка многоквартирного дома заносится в таблицу 3.2, а её наименование и код в табл. 3.1. Нагрузки многоквартирных домов являются расчётными, ввиду этого записываются в расчётные таблицы основного раздела работы.

*Таблица 3.2 Вечерние и дневные максимумы мощностей потребителей*

№ (номер строения)	$P_{МД}$ , кВт	$Q_{МД}$ , квар	$P_{МВ}$ , кВт	$Q_{МВ}$ , квар	$P_{ДВ}$ , кВт

Коды производственных потребителей выбираются по таблице П2.3. Затем из таблицы П2.4 определяется наименование потребителя с установленной мощностью, что отражается в таблице 3.1. Далее из таблицы П2.5 по коду нагрузки определяются вечерние и дневные максимумы производственных потребителей и мощность электродвигателя для проверки его на запуск, эти данные записываются в таблицу 3.2.

В число потребителей также включают уличное освещение, нагрузка которого участвует только в вечернем максимуме. Нагрузку уличного освещения для ламп ДРЛ выбирают по нормам, указанным в таблице П2.6 по совпадению третьей цифры кода нагрузки со второй цифрой номера варианта (табл.3.3).

*Таблица 3.3 Удельные нагрузки уличного освещения*

Код	Вид дороги	Ширина, м	Удельная мощность ламп, Вт/м	Условная единица длины, м

## 4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ РАБОТЫ

### 4.1. Общий алгоритм выполнения работы

Общий алгоритм расчёта системы электроснабжения населенного пункта представлен на рисунке 4.1.

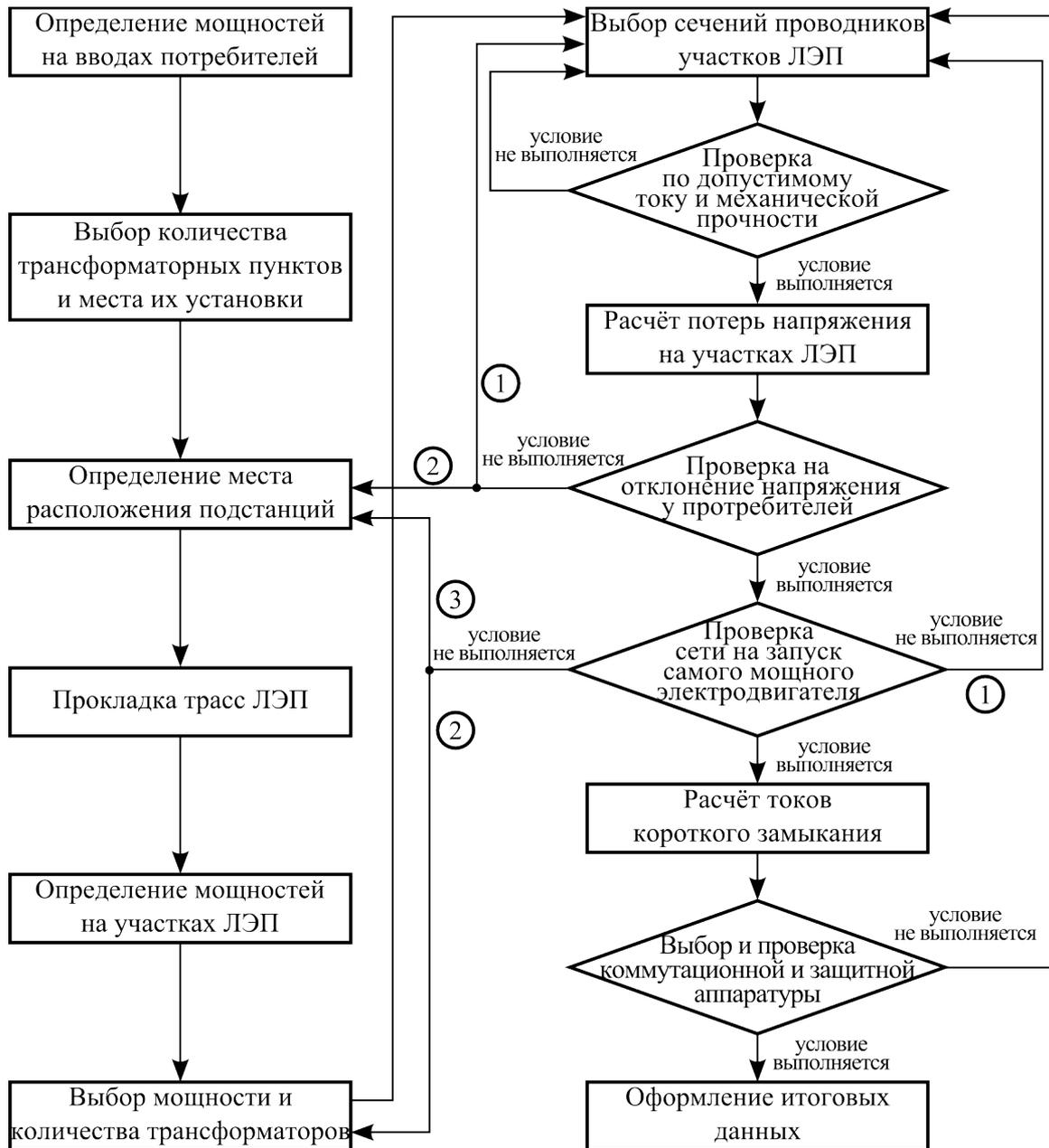


Рисунок 4.1 Алгоритм расчёта системы электроснабжения

В кружках на рисунке обозначен порядок выполнения корректирующих мероприятий при невыполнении условий проверки.

## 4.2. Определение расчётных мощностей на вводах потребителей

За расчётные мощности на вводах производственных, бытовых и коммунально-бытовых потребителей принимаются наибольшие дневные или вечерние получасовые максимумы. Результаты измерений или расчета мощности сводятся в таблицу 4.1, в этой же таблице указывается категория потребителей по надёжности электроснабжения [2].

Таблица 4.1 - Расчетные мощности на вводах потребителей

№ потребителя	$P_{мд}$ , кВт	$Q_{мд}$ , квар	$P_{мв}$ , кВт	$Q_{мв}$ , квар	$P_{дв}$ , кВт	кат.

Расчётные активные вечерние и дневные нагрузки многоквартирных домов определяются с учётом коэффициентов одновременности:

$$P_i = k_0 n P_{им},$$

где  $k_0$  — коэффициент одновременности (табл. П2.7) [3];  $n$  — число квартир в доме;  $P_{им}$  — дневной либо вечерний максимум нагрузки.

Расчетные реактивные нагрузки вычисляются аналогично активным.

## 4.3. Выбор количества трансформаторных пунктов и определение их места расположения

Схема электрической сети должна отвечать основным требованиям действующих правил электроустановок [4].

При выборе места расположения ТП необходимо учитывать следующие общие рекомендации, позволяющие избежать трудностей при дальнейшей разработке проекта и обеспечении выполнения требований нормативных документов [5, 6]:

- мощность трансформаторов сельских ТП 10/0,4 кВ составляет, как правило, до 630 кВА включительно;
- питание производственных и бытовых потребителей по возможности следует предусматривать от отдельных ТП;
- если от ТП питается комбинированная нагрузка, то следует предусматривать отдельный учёт потребляемой мощности для производственных и бытовых потребителей;
- для мощных производственных потребителей следует устанавливать отдельную ТП;
- рекомендуемый радиус охвата потребителей одной ТП составляет до 500 м.

Выбор количества трансформаторных пунктов производится после определения мощностей на вводах потребителей.

Трансформаторные пункты как правило располагаются в центре тяже-

сти электрических нагрузок, определяемым отдельно по вечерним и дневным максимумам нагрузок.

Координаты центров тяжести нагрузок для вечернего и дневного максимумов определяются по формулам [5]:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i x_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}; \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i y_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}.$$

где  $x, y$  — координаты центра тяжести электрических нагрузок, у.е.д. или м;  $P_i$  — активная расчётная нагрузка  $i$ -го потребителя, расположенного в зоне расположения данного ТП, кВт. Вместо активной мощности можно использовать полную мощность;  $x_i, y_i$  — координаты  $i$ -го потребителя на плане объекта электроснабжения.

Окончательное определение расположения ТП определяется по усреднённому значению координат центров тяжести нагрузок. На плане объекта электроснабжения наносят условные оси координат каждой ТП (табл. 3.1). Окончательные расчётные координаты ТП заносятся в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 Координаты расположения подстанций

№ ТП	Координаты дневного максимума, у.е.д.		Координаты вечернего максимума, у.е.д.		Принятые координаты подстанции, у.е.д.	
	х	у	х	у	х	у

После размещения ТП на плане производится трассировка сети 0,38 кВ.

#### 4.4. Трассировка линий электропередачи и расчёт мощностей на участках сети

Трассировку ЛЭП необходимо производить с учётом следующих общих рекомендаций, позволяющих избежать трудностей при дальнейшей разработке проекта и обеспечении выполнения требований нормативных документов [5, 6]:

- трассы линий прокладываются вдоль дорог с наименьшим количеством пересечений дорог. Не допускается пересечение линий 0,38 кВ между собой;
- длина отходящей линии электропередачи (ЛЭП) 0,38 кВ с учётом отпаек составляет до 800...1000 м;
- расстояние между опорами составляет от 25 до 40 м.;
- количество отходящих линий для типового ТП: с трансформаторами

- мощностью до 250 кВА — 3; с трансформаторами мощностью 250 кВА — 4; с трансформаторами большей мощности — 5;
- желательно распределять нагрузку по линиям так, чтобы сечение проводов каждой не превышало 70 мм<sup>2</sup>;
- из условий монтажа на линиях желательно использовать не более 3 различных сечений проводников.

При трассировке ЛЭП следует учитывать категорию потребителя по надёжности электроснабжения. Электроснабжение потребителей I и II категорий в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания [4].

Расчёт мощностей на участках сети начинают с составления расчётных схем. Расчётные электрические нагрузки на участках ЛЭП определяют путём суммирования расчётных нагрузок на вводах потребителей. При суммировании необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Если на участках линии присоединённые к ним потребители однородны или нагрузка на вводах у однородных потребителей различается более чем в 4 раза, то суммирование производят с использованием добавок [6, табл. П.Б.9]. При этом к большей мощности прибавляют добавку от меньшей. С достаточной для практики точностью добавки мощностей можно принимать 70% от наименьшей нагрузки [5, 7].

$$P_{д} = P_{б} + k_{дб} P_{м},$$

где  $P_{б}$  — наибольшая мощность;  $P_{м}$  — наименьшая мощность, кВт;  $k_{дб}$  — коэффициент добавки.

2. Если суммируемые однородные нагрузки не отличаются по величине друг от друга менее чем в 4 раза, то расчётные нагрузки необходимо суммировать с учётом коэффициентов одновременности. Суммирование расчётных нагрузок следует выполнять отдельно для дневного и вечернего максимумов отдельно для активных и реактивных мощностей.

$$P_{д} = k_0 \sum_{i=1}^n P_{дi}; \quad P_{в} = k_0 \sum_{i=1}^n P_{ви},$$

где  $k_0$  — коэффициент одновременности, учитывающий одновременность работы группы потребителей в максимуме нагрузки (табл. П.2.7);  $P_{дi}$ ,  $P_{ви}$  — дневная и вечерняя нагрузки потребителей, кВт.

Например имеется линия электропередачи 0,38 кВ, по которой получают питание 3 потребителя (рис. 4.2). Параметры вечернего активного максимума нагрузок:  $P_1=15$  кВт,  $P_2=1$  кВт,  $P_3=3$  кВт.

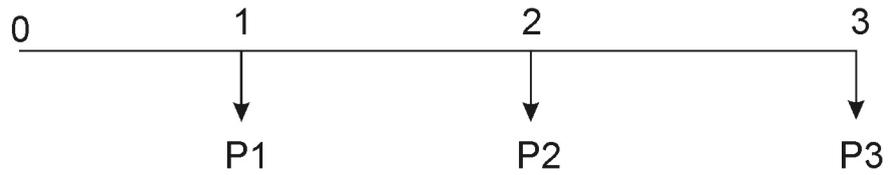


Рисунок 4.2 Расчётная схема электроснабжения потребителей

Мощность на участке 2-3:

$$P_{2-3} = P_2 = 2 \text{ кВт} .$$

Мощность на участке 1-2:

$$P_{1-2} = k_0 (P_2 + P_1) = 0,85 \cdot 4 = 3,4 \text{ кВт} .$$

Мощность на участке 0-1:

$$P_{0-1} = P_1 + k_{\text{нд}} P_{1-2} = 15 + 0,7 \cdot 3,4 = 17,38 \text{ кВт}$$

Затем по активным и реактивным мощностям вычисляют полную мощность на участке и величину электрического тока участка, данные заносят в таблицу 4.3. По максимальной полной мощности участков производят расчёты токов на участках.

Таблица 4.3 Расчётные мощности на участках сети

№ участка	$P_d$ , кВт	$Q_d$ , квар	$S_d$ , кВА	$P_B$ , кВт	$Q_B$ , квар	$S_B$ , кВА	$S_{\text{МАКС}}$ , кВА	$I_{\text{уч}}$ , А

Расчёт осветительной сети выполняют методом удельной мощности. Суммарная мощность осветительной сети учитывается только в вечернем максимуме нагрузки.

#### 4.5. Выбор мощности и количества трансформаторов

Расчётные электрические нагрузки на шинах подстанций трансформаторных пунктов определяют путём суммирования расчётных нагрузок отходящих линий.

Выбор числа силовых трансформаторов ТП осуществляется из условия обеспечения нормативного уровня надёжности объекта электроснабжения. В соответствии с ПУЭ потребители делятся на три категории по надёжности электроснабжения. Два трансформатора в ТП принимаются в случаях питания потребителей первой и второй категорий с нагрузкой 250 кВт и более. В других случаях требуется технико-экономическое обоснование.

Мощность трансформатора в ТП питающей только потребителей третьей категорий выбирается из условия [8]:

$$S_{HT} \geq S_{H.MAKC},$$

где  $S_{HT}$  — номинальная мощность трансформатора;  $S_{H.MAKC}$  — максимальная мощность нагрузки на шинах ТП.

Мощность трансформатора в ТП питающей потребителей первой или второй категорий выбирается из условия [8]:

$$S_{HT} \geq 0,7 S_{H.MAKC}.$$

Категории надёжности потребителей представлены в таблице П.2.9.

Итоговые данные о подстанциях, количестве и мощности трансформаторов в ТП заносятся в таблицу 4.4.

*Таблица 4.4 Данные о трансформаторных пунктах*

№ ТП	Тип трансформатора	Количество трансформаторов

#### **4.6. Выбор сечений проводников**

В воздушных линиях напряжением 0,38 кВ проводники питающей сети выбирают методами: экономических интервалов нагрузок; экономической плотности тока [4]; минимума приведённых затрат.

При выборе сечения методом экономических интервалов нагрузок определённой мощности соответствует определённое сечение проводника и количество фаз ЛЭП. При этом возможно выбрать сечение для питания потребителей по четырём или только под двум проводникам [2].

Сечение проводников методом экономической плотности тока определяется:

$$F_{ЭК} = \frac{I_{уч}}{j_{ЭК}},$$

где  $I_{уч}$  — расчётный максимальный ток, А;  $j_{ЭК}$  — нормированное значение экономической плотности тока нагрузки, А/мм<sup>2</sup>. Экономическая плотность тока зависит от материала проводника и числа часов максимума нагрузки в течение года [4].

Сечение, полученное в результате указанного расчёта, округляется до ближайшего большего стандартного сечения, данные заносятся в таблицу 4.5.

При проектировании электрической сети 0,38 кВ следует учитывать требования ПУЭ:

- на ВЛ должны, как правило, применяться самонесущие изолированные провода;
- магистраль ВЛ, как правило, следует выполнять проводами неизменного сечения. Сечения фазных проводов магистрали ВЛ рекомендуется принимать не менее 50 мм<sup>2</sup>.

Таблица 4.5 Данные о предварительном выборе сечений проводников

№ участка	$S_{\text{МАКС}}$ , кВА	$I_{\text{уч}}$ , А	$F_{\text{ЭК}}$ , мм <sup>2</sup>	Марка провода	$I_{\text{ДОП}}$ , А	$L_{\text{уч}}$ , км	$R_0$ , Ом/км	$X_0$ , Ом/км

Расчитанные тем или иным методом сечения проводников обязательно проверяют по следующими условиям:

- длительно допустимого тока ([4], гл.1.3);
- механической прочности ([4], гл.2.4);
- отклонения напряжения у потребителей в рабочем режиме;
- самого мощного асинхронного электродвигателя, при их наличии;
- срабатывания защиты при однофазных коротких замыканиях.

При успешном выполнении всех условий проверки сечений проводников ЛЭП (рис. 4.1) результаты заносят в окончательную таблицу 4.6.

Таблица 4.6 Результаты выбора сечений проводников ЛЭП

№ ТП и участка	$L_{\text{уч}}$ , км	$I_{\text{уч}}$ , А	Марка провода	$I_{\text{ДОП}}$ , А	$\Delta U_{\text{ЛО,38}}$ , %

#### 4.7. Расчёт потерь напряжения на участках сети

Потери напряжения на участках сети выражают в процентах от номинального линейного значения, %:

$$\Delta U = \frac{P R + Q X}{U_{\text{НОМ}}^2} 100 ,$$

где  $P$ ,  $Q$  — активная и реактивная мощности на участке линии, кВт и квар;  
 $R$ ,  $X$  — активное и реактивное сопротивления участка линии, Ом.

Активное и реактивное сопротивление участка линии определяется:

$$R = R_0 L ; \quad X = X_0 L ,$$

где  $R_0$ ,  $X_0$  — активное и реактивное погонные сопротивления проводников, выбираемые из справочников, Ом/км;  $L$  — длина участка линии, км.

Потери напряжения необходимы для расчёта отклонения напряжения и проверки выбранных проводников, расчётные данные по участкам заносятся в расчётную таблицу 4.7.

Таблица 4.7 Потери напряжения на участках сети

№ участка	Марка провода	$L_{уч}$ , км	$\Delta U_{л0,38}$ , %

В таблице также отражаются суммарные потери отходящих линий для наиболее удалённого потребителя. Потери напряжения в трансформаторе рассчитываются аналогично, но в предварительных расчётах их можно принимать 4%. Потери напряжения в наружных распределительных сетях не нормируются.

#### 4.8. Определение отклонения напряжения у потребителей

В соответствии с нормативными документами отклонение напряжения (от номинального значения) у электроприёмников не должно отличаться более чем на 10% от номинального значения в сторону увеличения или уменьшения [9].

Отклонение напряжения у потребителя определяется сложением потерь напряжения в элементах сети и надбавок с учётом знака. Все потери входят в выражение со знаком «–», надбавки могут иметь как положительное так и отрицательное значение.

Отклонение напряжения определяется в двух режимах:

- при 100% загрузке линии у наиболее удалённого потребителя на линии;
- при 25% загрузке у ближайшего к подстанции потребителя на линии.

Соответственно все потери в элементах сети в режиме 25% загрузки пропорционально снижаются. Надбавки в трансформаторах не зависят от режима загрузки.

Отклонение напряжения заносится в таблицу 4.8.

Таблица 4.8 Пример определения отклонения напряжения у потребителей

Потери, надбавки, отклонение	ТП 1, Л1, потреб. №10		ТП 2, Л3, потреб. №7	
	100%	25%	100%	25%
$\Delta U_{л10}$ , %	-4	-1	-4	-1
$\Delta U_{пер}$ , %	-2,5	-2,5	+2,5	+2,5
$\Delta U_{тр}$ , %	-4	-1	-4	-1
$\Delta U_{пост}$ , %	+5	+5	+5	+5
$\Delta U_{л0,38}$ , %	-4,53	-1,13	-7	-1,75
$\delta U_{потр}$ , %	-10,03	-0,63	-7,5	3,75

В таблице обозначено:  $\Delta U_{л10}$  — потери напряжения в ЛЭП 10 кВ;  $\Delta U_{тр}$  — потери напряжения в трансформаторе;  $\Delta U_{пер}$  — переменная над-

бавка напряжения в трансформаторе;  $\Delta U_{\text{пост}}$  — постоянная надбавка напряжения в трансформаторе;  $\Delta U_{\text{ЛЭП } 0,38}$  — потери напряжения в ЛЭП 0,38 кВ;  $\delta U_{\text{ПОТР}}$  — отклонение напряжения у потребителя.

Например для ТП 1, потребителя №1 при 100% нагрузке:

$$\delta U_{\text{ПОТР}} = (-4) + (-2,5) + (-4) + (+5) + (-4,53) = -10,03 \%$$

По результатам данных представленных в таблице 4.8 строится диаграмма отклонений напряжений у удалённых и ближайших потребителей питающихся от подстанции в отдельности для каждой линии, рисунок 4.3.

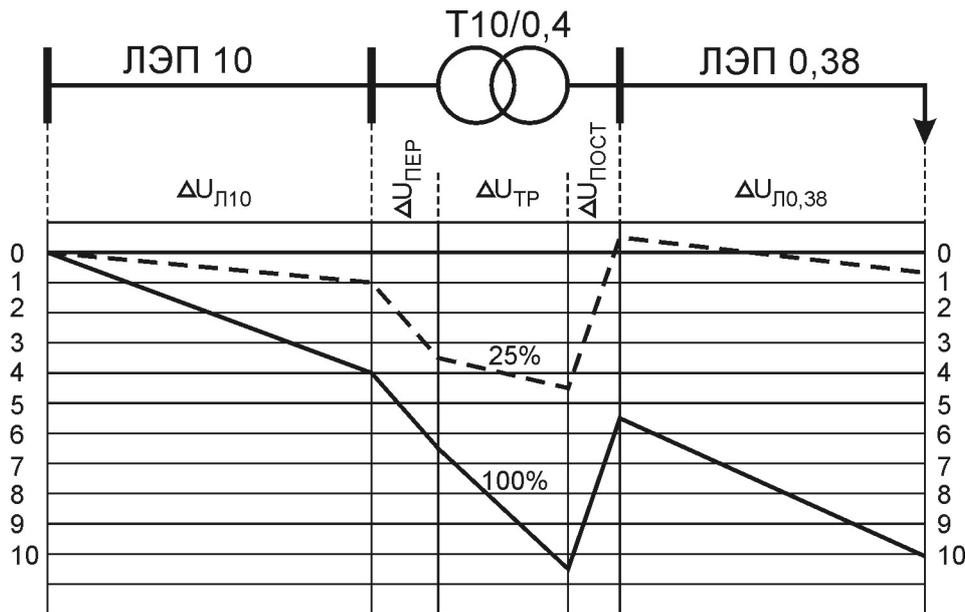


Рисунок 4.3 Диаграмма отклонений напряжений у потребителей ТП 1, Л1

Если по результатам проверки отклонение напряжения выходит за допустимые пределы, то в первую очередь необходимо изменять регулируемую надбавку на трансформаторе, а затем сечение проводников питающей сети. В некоторых случаях используется встречное регулирование напряжения на подстанции 35/10 кВ.

#### 4.9. Проверка сети на запуск самого мощного электродвигателя

Поскольку наиболее распространёнными являются электродвигатели с короткозамкнутым ротором, обладающие достаточно большими пусковыми токами, превышающими номинальный в 5...7 раз, то проектируемую сеть проверяют на запуск данного электродвигателя и уточняют сечение проводов ЛЭП. Исходными данными для расчёта являются: момент сопротивления нагрузки, паспортные данные электродвигателя, паспортные данные трансформатора, параметры линии. Для проверки сети на запуск электродвигателя можно воспользоваться методикой, изложенной в [5]:

- 1) Определить сопротивление линии от трансформатора до электродвигателя.

- 2) Определить сопротивление трансформатора со стороны шин 0,4 кВ.
- 3) Определить номинальный ток электродвигателя.
- 4) Определить сопротивление электродвигателя при заторможенном роторе, Ом

$$Z_D = \frac{U_H}{\sqrt{3} I_H k_i},$$

где  $U_H$  — номинальное напряжение сети, В;  $I_H$  — номинальный ток электродвигателя, А;  $k_i$  — кратность пускового тока.

- 5) Определить пусковой ток электродвигателя при заторможенном роторе, А

$$I_{II} = \frac{U_H}{\sqrt{3}(Z_T + Z_L + Z_D)},$$

где  $Z_T$  — сопротивление трансформатора, Ом;  $Z_L$  — сопротивление ЛЭП, Ом;  $Z_D$  — сопротивление электродвигателя при заторможенном роторе, Ом.

- 6) Междофазное напряжение электродвигателя на зажимах электродвигателя при пуске, В

$$U_D = \sqrt{3} I_{II} Z_D,$$

где  $I_{II}$  — пусковой ток электродвигателя при заторможенном роторе, Ом.

- 7) Угловая частота вращения ротора, рад/с

$$\omega = 2\pi \frac{n_2}{60},$$

где  $n_2$  — номинальная частота вращения ротора, об/мин. В курсовом проекте принимаются электродвигатели с синхронной частотой вращения 3000 об/мин.

- 8) Номинальный момент электродвигателя, Нм

$$M_D = \frac{P_H}{\omega},$$

где  $P_H$  — номинальная мощность электродвигателя, Вт.

- 9) Пусковой момент электродвигателя при пониженном напряжении, Нм

$$M_{II} = M_D \frac{U_D^2}{U_H^2}.$$

- 10) Избыточный момент электродвигателя, Нм

$$M_{II} = 0,25 M_D.$$

- 11) Необходимый момент электродвигателя, Нм

$$M_{HD} = M_{II} + M_C,$$

где  $M_C$  — момент сопротивления рабочей машины, Нм (табл. П2.5).

- 12) Для успешного пуска двигателя необходимо соблюсти условие

$$M_{II} \geq M_{HD}.$$

Если условие не выполняется, то потребуется увеличение сечения проводников питающей сети или приближение источника к потребителю.

#### 4.10. Расчёт токов короткого замыкания

Расчёт токов короткого замыкания в курсовом проекте выполняется методом именованных единиц. Расчёты токов короткого замыкания необходимы для проверки выбранного силового оборудования подстанции.

В узловых точках схемы производится расчёт токов трёхфазного, двухфазного и однофазного короткого замыкания (рис. 4.4).

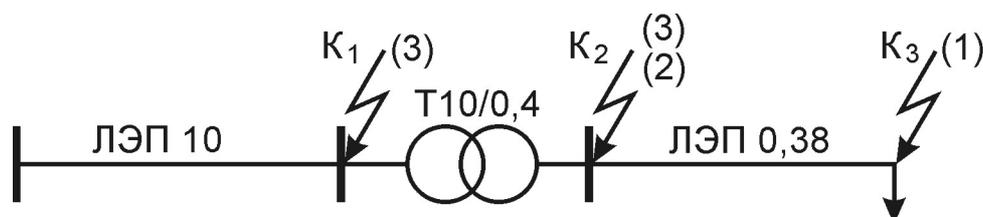


Рисунок 4.4 Расчётная схема сети

По расчётной схеме составляется схема замещения (рис. 4.5).

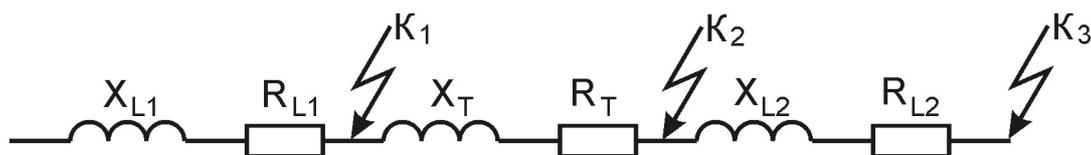


Рисунок 4.5 Схема замещения

Вначале необходимо определить сопротивления элементов электрической цепи токам прямой последовательности, которые участвуют в ограничении тока короткого замыкания.

Сопротивление линии электропередачи в условиях эксплуатации определяется:

$$R_L = R_0 L ; \quad X_L = X_0 L ,$$

где  $R_0$ ,  $X_0$  — погонные активное и реактивное сопротивления ЛЭП, Ом/км;  $L$  — длина участка ЛЭП, км.

Полное сопротивление фазы трансформатора определяют:

$$Z_T = \frac{uk_{\%} U_H^2}{100 S_H} ,$$

где  $uk_{\%}$  — напряжение короткого замыкания трансформатора, %;  $U_H$  — номинальное напряжение трансформатора, В;  $S_H$  — номинальная мощность трансформатора, ВА.

Активное сопротивление фазы трансформатора определяется:

$$R_T = \Delta P_{кз} \frac{U_H^2}{S_H^2} ,$$

где  $\Delta P_{кз}$  — потери мощности короткого замыкания трансформатора, Вт.

Ток трёхфазного и двухфазного короткого замыкания:

$$I_K^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \sqrt{R_{1\Sigma}^2 + X_{1\Sigma}^2}}; \quad I_K^{(2)} = \frac{U_H}{2 \sqrt{R_{1\Sigma}^2 + X_{1\Sigma}^2}},$$

где  $R_{1\Sigma}$ ,  $X_{1\Sigma}$  — суммарные активное и реактивное сопротивления прямой последовательности до точки короткого замыкания, Ом.

Если требуется учесть линию 10 кВ при расчёте тока короткого замыкания на стороне 0,4 кВ трансформатора, то её сопротивление необходимо привести к напряжению, при котором определяется ток короткого замыкания:

$$R_{10}^{0,4} = \frac{R_{Л10}}{K_T^2},$$

где  $R_{Л10}$  — активное сопротивление линии 10 кВ, рассчитанное при напряжении 10 кВ, Ом;  $K_T$  — коэффициент трансформации трансформатора 10/0,4.

Ток однофазного короткого замыкания по методике ГОСТ определяется:

$$I_K^{(1)} = \frac{\sqrt{3} U_H}{\sqrt{(2R_{1\Sigma} + R_{0\Sigma})^2 + (2X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma})^2}},$$

где  $R_{0\Sigma}$ ,  $X_{0\Sigma}$  — суммарные активное и реактивное сопротивления нулевой последовательности до точки короткого замыкания.

Для воздушной линии электропередачи, выполненной голым проводом активное и индуктивное сопротивления нулевой последовательности воздушной линии можно принять  $R_0 = R_1$ ,  $X_0 \approx 3X_1$  [10].

В условиях эксплуатации ток однофазного короткого замыкания можно рассчитывать по формуле [11]:

$$I_K^{(1)} = \frac{U_\Phi}{\frac{Z_T^{(1)}}{3} + Z_{ПЕТЛ}},$$

где  $U_\Phi$  — фазное напряжение электроустановки, В;  $Z_T^{(1)}$  — сопротивление трансформатора току однофазного короткого замыкания, Ом. Данное сопротивление не рассчитывается, а определяется опытным путём на заводе-изготовителе и указывается в справочниках [12].  $Z_{ПЕТЛ}$  — сопротивление петли фазный-нулевой провод, Ом/км.

Сопротивление петли определяется:

$$Z_{ПЕТЛ} = \sqrt{(R_\Phi + R_N)^2 + (X_\Phi + X_N)^2} \quad \text{или} \quad Z_{ПЕТЛ} = \sqrt{(R_\Phi + R_N)^2 + X_{ПЕТЛ}^2},$$

где  $R_\Phi$ ,  $R_N$  — активные сопротивления фазного и нулевого проводников ЛЭП с учётом длины, Ом;  $X_\Phi$ ,  $X_N$  — реактивные сопротивления фазного и нулевого проводников ЛЭП с учётом длины, Ом;  $X_{ПЕТЛ}$  — погонное реактивное сопротивление петли фазный нулевой провод, Ом/км.

Результаты расчёта токов короткого замыкания заносятся в таблицу 4.9

Таблица 4.9 Результаты расчёта токов короткого замыкания

Номер ТП и линии	Номер точки КЗ	Вид КЗ	Величина тока, А
ТП 1, линия 1-2	К1	трёхфазное	4875

#### 4.11. Выбор коммутационной и защитной аппаратуры

Защита трансформатора 10/0,4 кВ от аварийных режимов осуществляется предохранителями с плавкими вставками. Выбор плавкой вставки производится по номинальному напряжению и номинальному току.

Номинальный ток плавкой вставки выбирается из условия отстройки от бросков намагничивающего тока трансформатора

$$I_{ПВ} \geq (2...3) I_{НТ},$$

где  $I_{НТ}$  — номинальный ток трансформатора, А.

Предохранитель проверяется на предельную отключающую способность по условию

$$i_{ПР} \geq \sqrt{2} K_y I_K^{(3)},$$

где  $K_y$  — ударный коэффициент, А. Для сетей 0,38...10 кВ принимается равным 1 [2];  $I_K^{(3)}$  — трёхфазный ток короткого замыкания в месте установки электрического аппарата, А.

Защита отходящих линий 0,38 кВ подстанции от аварийных режимов осуществляется автоматическими выключателями, имеющими, как правило, комбинированный расцепитель.

Автоматические выключатели выбираются по условиям [6]:

- 1) Тип выключателя, степень защиты, климатическое исполнение, категория размещения.
- 2) Номинальное напряжение выключателя

$$U_{НВ} \geq U_C,$$

где  $U_{НВ}$  — номинальное напряжение автоматического выключателя, В;  
 $U_C$  — номинальное напряжение сети, В.

- 3) Номинальный ток выключателя

$$I_{НВ} \geq I_{P.max},$$

где  $I_{НВ}$  — номинальный ток автоматического выключателя, А;  
 $I_{P.max}$  — максимальный рабочий ток линии, А.

- 4) Номинальный ток теплового расцепителя

$$I_{НТР} \geq I_{P.max}.$$

При наличии двигательной нагрузки

$$I_{НТР} \geq 1,1 \left( I_{P.max} + \frac{I_{П.max}}{\lambda} \right),$$

где  $I_{П.max}$  — максимальный пусковой ток линии, А;  $\lambda$  — коэффициент,

учитывающий условия пуска электродвигателя, 2,5 — лёгкий пуск, 1,6 — тяжёлый пуск.

5) Номинальный ток электромагнитного расцепителя при наличии двигательной нагрузки

$$I_{НЭР} \geq 1,2 \left( I_{П.маx} + \sum I_{П} \right),$$

где  $I_{П}$  — пусковые токи электродвигателей за исключением пускового тока самого мощного электродвигателя, А.

*Автоматические выключатели проверяют по условиям:*

1) Срабатывание теплового расцепителя при однофазном коротком замыкании в самой удалённой точке линии [13]

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{К}}^{(1)}}{I_{\text{НТР}}} \geq 3,$$

где  $I_{\text{К}}^{(1)}$  — пусковые токи электродвигателей за исключением пускового тока самого мощного электродвигателя, А.

В соответствии с ПУЭ время срабатывания автоматического выключателя не должно превышать 5 с [4]. Время определяется по защитной характеристике автоматического выключателя.

2) Предельной коммутационной стойкости при трёхфазном коротком замыкании в месте установки

$$I_{\text{ПКС}} \geq I_{\text{К}}^{(3)},$$

где  $I_{\text{ПКС}}$  — ток предельной коммутационной стойкости автоматического выключателя, А.

Результаты выбора автоматических выключателей сводят в таблицу 4.10

*Таблица 4.10 Результаты выбора автоматических выключателей*

Номер ТП и линии	$I_{\text{Pmax}}$ , А	Тип автоматического выключателя	$I_{\text{НТР}}$ , А	$I_{\text{НЭР}}$ , А	$I_{\text{ПКС}}$ , А

## 5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Какие требования предъявляются ПУЭ к потребителям разных категорий по надёжности электроснабжения?
- 2) Как определяется место расположения подстанций?
- 3) Какими методами производится расчёт мощностей на участках сети? Продемонстрируйте методику на конкретной линии.
- 4) Как выбрать мощность трансформатора ТП питающей потребителей II категории?
- 5) Объясните устройство и принцип действия силового трансформатора.
- 6) Какой метод расчёта сечений проводников использовался в курсовом проекте, в чём его суть?
- 7) По каким условиям необходимо проверить выбранное сечение проводника ЛЭП? Поясните как осуществляется данная проверка.
- 8) Поясните преимущества СИП.
- 9) Поясните выбор конкретного сечения проводника в курсовом проекте.
- 10) Как определить сопротивление участка ЛЭП в условиях эксплуатации?
- 11) От чего зависят потери напряжения в ЛЭП? Для чего их рассчитывают?
- 12) Поясните термины: падение напряжения, потеря напряжения, отклонение напряжения.
- 13) Поясните как строится диаграмма отклонения напряжения у потребителей?
- 14) Для чего производится расчёт токов трёхфазного, двухфазного и однофазного короткого замыкания?
- 15) Что такое  $Z_T^{(1)}$  и как его найти?
- 16) Как рассчитать сопротивление петли фазный-нулевой провод?
- 17) Нарисуйте время-токовую характеристику комбинированного расцепителя автоматического выключателя.
- 18) Покажите на защитной характеристике автоматического выключателя расчётный ток, номинальный ток теплового и электромагнитного расцепителей.
- 19) Объясните устройство и принцип действия теплового и электромагнитного расцепителей автоматического выключателя.
- 20) Как выбрать плавкую вставку для защиты силового трансформатора.
- 21) Как проверить автоматический выключатель на срабатывание при однофазном коротком замыкании?

## 6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Документированная процедура. Система менеджмента качества. «Текстовые работы студентов» [Текст]: – Кострома: КГСХА, 2013. – 62 с.
2. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений / И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – 536 с.: ил.
3. Юндин М.А., Королёв А.М. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства [Текст]: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – Спб.: Издательство «Лань», 2011. – 320 с.
4. Правила устройства электроустановок [Текст]: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 9-й выпуск. – Новосибирск: сиб. унив. изд-во, 2008. – 854 с., ил.
5. Попов Н.М. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Методические указания по выполнению курсовой работы со студентами 5-6 курсов специальности 311400 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» заочной формы обучения. — Кострома: Изд-во КГСХА, 2004 – 10 с.
6. Юндин М.А. Токовые защиты электроустановок. [Текст]: Учебное пособие. 2-е изд., испр. – Спб.: Издательство «Лань», 2011. – 288 с.: ил.
7. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства [Текст] / Л.И. Васильев, Ф.М. Ихтейман, С.Ф. Симановский и др. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Агропромиздонт, 1989. – 159 с.: ил.
8. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций [Текст] : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чирикова. — 6-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 448 с.
9. ГОСТ 32144-2013 Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Текст]. – введ. 2014–07–01.
10. ГОСТ 28249–93. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ [Текст]. – Взамен ГОСТ Р 50270–92; введ. 1995–01–01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М.: Изд-во стандартов, 1996.
11. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства. [Текст]. – АООТ РОСЭП, 2001. – 23 с.
12. Попов Н.М., Олин Д.М. Справочник электрика по электрооборудованию сельского хозяйства для студентов 4, 5, 6 курсов специальности 311400 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» очной и заочной формы обучения [Текст]. – Кострома: КГСХА, 2006. – 102 с.
13. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Текст]. – Издательство: Норматика, 2014 – 192 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Костромская государственная сельскохозяйственная академия»

Факультет «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Специальность/Направление подготовки \_\_\_\_\_  
(шифр) (наименование)

Кафедра «Электроснабжение»

### КУРСОВАЯ РАБОТА

По дисциплине «Электроснабжение»  
На тему: «Электроснабжение населённого пункта»

Выполнил: студент \_\_\_\_ группы \_\_\_\_ курса  
\_\_\_\_\_ факультета  
\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель: \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., уч. степень, звание, должность)

Караваево 20 \_\_\_\_

## Продолжение приложения 1

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Костромская государственная сельскохозяйственная академия»  
Факультет «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»  
Специальность/Направление подготовки \_\_\_\_\_  
(шифр) (наименование)

Кафедра «Электроснабжение»

### ЗАДАНИЕ

на курсовую работу по дисциплине «Электроснабжение» студенту

---

на тему «Электроснабжение населённого пункта»  
вариант № \_\_\_\_\_

Содержание расчётно-пояснительной записки

- 1) Введение.
- 2) Определение расчётной мощности на вводах потребителей.
- 3) Выбор необходимого количества трансформаторных пунктов и определение места их установки.
- 4) Построение схем электроснабжения и расчёт нагрузок по участкам сети 0,38 кВ.
- 5) Выбор мощности и количества трансформаторов.
- 6) Расчёт нагрузок по участкам сети 10 кВ.
- 7) Выбор сечений проводников линий электропередачи 10 и 0,38 кВ.
- 8) Определение отклонения напряжения у потребителей.
- 9) Проверка сети на запуск самого мощного электродвигателя.
- 10) Расчёт токов короткого замыкания.
- 11) Выбор аппаратуры трансформаторных пунктов 10/0,4 кВ.
- 12) Заключение.
- 13) Литературные источники.

Перечень графического материала (1 лист):

- расположение объектов на плане с нанесением линий 0,38 и 10 кВ, расчётные схемы электрических сетей 0,38 и 10 кВ, диаграмма отклонений и потерь напряжения.

Руководитель \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Продолжение приложения 1

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Костромская государственная сельскохозяйственная академия"

### РЕЦЕНЗИЯ

на курсовую работу

студента \_\_\_\_\_

Ф. И. О.

на тему: «Электроснабжение населённого пункта»

Вариант № \_\_\_\_

Курсовая работа имеет логическое построение, состоит из введения, \_\_\_\_ глав, заключения, списка использованных источников. Объём \_\_\_\_ страниц основного текста, \_\_\_\_ рисунков, \_\_\_\_ таблиц, \_\_\_\_ приложений.

Замечания:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Заключение. Рецензируемая работа отвечает (не отвечает) предъявляемым требованиям и

- допускается к защите
- допускается к защите с доработкой
- нуждается в доработке

Рецензент \_\_\_\_\_

(Ученое звание, подпись Ф. И. О.)

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

*Таблица П2.1 - Координаты строений на плане населенного пункта (x, y) в условных единицах*

Номер строения	Первая цифра номера варианта				
	0 и 1	2 и 3	4 и 5	6 и 7	8 и 9
01	3; 3	3; 4	1; 1	1; 3	1; 1
02	4; 3	4; 4	2; 2	2; 3	2; 1
03	5; 3	5; 4	3; 3	3; 3	3; 1
04	6; 3	6; 4	4; 4	4; 3	4; 1
05	7; 3	7; 4	5; 4	5; 3	5; 1
06	8; 3	8; 4	6; 5	8; 3	6; 1
07	9; 3	9; 5	9; 5	9; 3	7; 1
08	10; 3	12; 4	8; 6	10; 3	8; 1
09	11; 3	13; 4	9; 6	13; 3	9; 1
10	12; 3	14; 4	10; 7	14; 3	10; 1
11	5; 5	15; 4	13; 7	13; 4	11; 1
12	6; 5	16; 4	14; 7	13; 5	12; 1
13	7; 5	17; 4	15; 7	13; 6	13; 1
14	8; 5	18; 4	16; 7	13; 7	14; 1
15	9; 5	5; 6	17; 7	13; 8	15; 1
16	10; 5	6; 6	18; 7	7; 5	16; 1
17	12; 5	7; 6	12; 9	6; 6	17; 1
18	13; 5	12; 6	8; 9	5; 7	3; 3
19	14; 5	13; 6	16; 9	4; 8	4; 3
20	16; 5	14; 6	18; 9	3; 9	6; 3
21	15; 3	10; 3	4; 9	3; 1	12; 3
22	16; 3	11; 2	3; 9	4; 1	14; 3
23	18; 3	12; 1	8; 7	7; 1	16; 3
24	1; 6	14; 1	2; 6	9; 1	17; 3
25	2; 6	13; 2	1; 4	10; 1	18; 3
26	3; 6	5; 8	1; 5	13; 1	7; 6
27	4; 6	10; 6	6; 9	14; 1	9; 6
28	2; 9	9; 7	4; 7	15; 1	9; 7
29	8; 8	7; 8	14; 9	16; 1	6; 8
30	6; 9	7; 9	13; 9	18; 1	13; 9

## Продолжение приложения 2

*Таблица П2.2 - Электрические нагрузки сельских многоквартирных жилых домов  
(квартир в многоквартирных домах)*

Способ приготовления и нагрева воды в доме (квартире)	Код нагрузки	Дневной максимум нагрузки	
		Р <sub>мд</sub> , кВт	Q <sub>мд</sub> , квар
Дома без конденсаторов			
Плита на газе, жидком или твердом топливе	601	0,3	0,15
То же	602	0,5	0,24
-	603	0,7	0,32
-	604	0,9	0,40
-	605	1,1	0,47
-	606	1,3	0,52
-	607	1,5	0,60
-	608	2,0	0,72
Электроплита	609	3,5	1,15
Электроплита и электроводонагреватель	610	4,5	1,50
Дома с кондиционерами			
Плита на газе, жидком или твердом топливе	601	1,0	0,40
То же	602	1,5	0,60
-	603	2,0	0,75
-	604	2,5	0,90
-	605	3,0	1,05
-	606	3,5	0,17
-	607	4,0	0,32
-	608	5,0	0,45
Электроплита	609	6,0	0,50
Электроплита и электроводонагреватель	610	7,5	0,87

*Таблица П2.3 - Коды производственных, общественных и коммунальных потребителей в населенном пункте*

№ строения	Вторая цифра номера варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	104	110	113	136	500	139	311	155	314	139
22	118	113	113	133	512	155	565	170	525	170
23	132	117	117	341	518	170	314	139	518	370
24	139	132	132	354	525	379	560	370	512	155
25	155	199	133	337	539	353	539	353	565	353
26	379	339	181	368	550	376	525	337	550	386
27	353	376	379	199	314	337	518	386	500	337
28	368	550	353	172	565	386	512	376	551	339
29	386	560	386	339	560	339	500	339	525	376
30	311	562	376	386	311	199	550	199	560	199

## Продолжение приложения 2

*Таблица П2.4 - Установленная мощность производственных, общественных и коммунально-бытовых потребителей в сельской местности*

Код	Наименование	Р <sub>у</sub> , кВт
104	Коровник привязного содержания с механизированной уборкой навоза на 100 коров	10
110	То же с электроводонагревателем на 400 коров	65
113	Помещение для ремонтного и откормочного молодняка на 170...180 голов	3
117	То же с механизированной уборкой навоза на 300...330 голов	20...42
118	Телятник с родильным отделением на 120 телят	14
132	Кормоцех фермы крупного рогатого скота на 800...1000 голов	130
133	Молочный блок на 3 т/сут при коровнике	35
136	Свинарник-маточник с подвесной дорогой на 50 маток	4
139	То же с электрообогревом	60
155	Птичник на 8 тыс. кур	52
170	Овчарня на 800...1000 овцематок	6
172	Конюшня	5
181	Агрегат АВМ-0,65 для приготовления травяной муки	105
199	Ветеринарно-фельдшерский пункт	5
311	Зернохранилище вместимостью 500 т с передвижными механизмами	20
314	Овощекартофелехранилище на 300...600 т.	8
337	Цех по переработке 50 т солений и 130 т капусты	52
339	Кузница	10
341	Столярный цех	25
353	Маслобойка	20
354	Приемный пункт молокозавода на 10 т	120
368	Кирпичный завод на 1...1,5 млн кирпича в год	30
370	Теплая стоянка для тракторов	12
376	Гараж с профилакторием на 25 автомашин	85
379	Центральная ремонтная мастерская на 25 тракторов	110
386	Котельная с 4-мя котлами для отопления и горячего водоснабжения	55
500	Начальная школа на 40 учащихся	10
508	Спальный корпус школы- интерната на 50 мест	15
512	Детские ясли-сад на 25 мест	7
518	Административное здание на 15...25 рабочих мест	25
525	Клуб со зрительным залом на 150...200 мест	15
539	Столовая на 75...100 мест	20
550	Магазин смешанного ассортимента на два рабочих места	5
560	Баня на 10 мест	10
562	Прачечная производительностью 0,125 т в смену	20
565	Прачечная производительностью 1 т в смену	80

## Продолжение приложения 2

*Таблица П2.5 - Электрические характеристики производственных, общественных и коммунальных потребителей для расчетов электроснабжения*

Код нагрузки по табл. П2.4	Дневной максимум нагрузки		Вечерний максимум нагрузки		Мощность электродвигателя, кВт	Момент сопротивления нагрузки, Н·м
	Р <sub>д</sub> , кВт	Q <sub>д</sub> , квар	Р <sub>в</sub> , кВт	Q <sub>в</sub> , квар		
104	4	4	4	4	3	5
110	45	33	45	33	5,5	10
113	1	-	3	-	-	
117	7	6	13	9	5,5	11
118	5	3	8	5	-	
132	50	45	50	45	18	35
133	15	15	15	15	7,5	14
136	2	-	2	-	-	
139	28	12	28	8	-	
155	25	12	25	12	7,5	15
170	1	-	5	-	-	
172	3	-	3	-	-	
181	80	70	80	70	30	40
199	3	-	3	-	-	
311	10	10	5	5	7,5	15
314	5	3	2	-	3	3
337	40	45	40	45	22	40
339	5	-	1	-	3	6
341	15	10	1	-	7,5	14
353	10	7	1	-	5,5	11
354	45	40	45	40	30	55
368	20	17	6	4	11	22
370	5	3	2	-	-	
376	30	25	15	12	15	29
379	45	40	25	20	30	54
386	28	20	28	20	3	5
500	5	-	2	-	-	
508	5	-	10	-	-	
512	4	-	3	-	-	
518	15	10	8	-	-	
525	3	1,5	10	6	-	
539	12	6	4	-	5,5	11
550	2	-	4	-	-	7
560	7	2	7	2	-	36
562	10	6	10	6	5,5	5
565	25	15	25	15	18,5	10

## Продолжение приложения 2

*Таблица П2.6 - Удельные нагрузки уличного освещения для светильников с лампами ДРЛ, ДРИ и светодиодными*

Код	Вид дороги	Ширина, м	Удельная мощность ламп, Вт/м
701	Поселковая с асфальтобетонным покрытием	5...7	5,5
702, 707	То же	9...12	6,5
703	Поселковая с покрытием простейшего типа	5...7	4,5
704, 708	То же	9...12	4,5
705	Местная и пешеходная	5...7	4,5
706, 709	То же	9...12	4,5

*Таблица П2.7 — Коэффициенты одновременности для суммирования электрических нагрузок в сетях 0,38 кВ*

Характеристика потребителей	Количество потребителей										
	2	3	5	7	10	15	20	50	100	200	500 и >
Жилые дома с удельной нагрузкой на вводе до 2 кВт	0,76	0,66	0,55	0,49	0,44	0,40	0,37	0,30	0,26	0,24	0,22
Свыше 2 кВт	0,75	0,64	0,53	0,47	0,42	0,37	0,34	0,27	0,24	0,20	0,18
Жилые дома с электроплитами и водонагревателями	0,73	0,62	0,50	0,43	0,38	0,32	0,29	0,22	0,17	0,15	0,12
Производственные потребители	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,47	0,40	0,36	0,30

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### Перечень сельскохозяйственных потребителей первой и второй категорий по надежности электроснабжения

#### **Потребители первой категории:**

##### **животноводческие комплексы и фермы:**

- по производству молока на 400 и более коров;
- по выращиванию и откорму молодняка КРС на 5 тыс. голов и более в год;
- по выращиванию нетелей на 3 тыс. скотомест и более;
- площадки по откорму КРС 5 тыс. голов и более в год;
- комплексы по выращиванию и откорму 12 тыс. свиней и более в год;

##### **птицефабрики:**

- по производству яиц с содержанием 100 тыс. и более кур-несушек;
- мясного направления по выращиванию 1 млн. и более бройлеров в год;
- хозяйства по выращиванию племенного стада кур на 25 тыс. и более голов, а также гусей, уток и индеек 10 тыс. и более голов.

#### **Потребители второй категории:**

- животноводческие и птицеводческие фермы с меньшей производственной мощностью, чем указано ранее для потребителей первой категории;
- тепличные комбинаты и рассадные комплексы; кормоприготовительные заводы и отдельные цехи при механизированном приготовлении и раздаче кормов;
- картофелехранилища вместимостью более 500 т с холодоснабжением и активной вентиляцией;
- холодильники для хранения фруктов вместимостью более 600 т; инкубационные цехи рыбоводческих хозяйств и ферм.

### **Перечень электроприёмников второй категории, не допускающих перерыва в электроснабжении более 0,5 ч**

#### **Комплексы и фермы молочного направления.**

К ним относят системы: доения коров в стойлах и доильных залах, рабочего освещения в доильных залах, промывки молокопроводов и подогрева воды, локального обогрева телят, облучения телят, дежурного освещения в родильном отделении.

**Свиноводческие комплексы и фермы.** К ним относят отопительно-вентиляционные системы в свинарниках-откормочниках и в свинарниках для поросят-отъемышей.

### Продолжение приложения 3

**Птицефермы.** К ним относят системы: поения птицы, локального обогрева цыплят в первые 20 дней; вентиляции в птичниках с напольным и клеточным содержанием; инкубации яиц и вывода цыплят; сортировки яиц и цыплят; транспортировки; обрезки клювов и освещения инкубатория; цеха убоя; санитарно-убойного пункта; котельных, в том числе мазутного хозяйства; насосной оборотного водоснабжения котельной и птицебойни; станции перекачки конденсата; градирни; хлораторной станции обезжелезивания; канализационной насосной станции; насосной 1-го и 2-го подъемов.

**Для всех предприятий** - установки для тушения пожаров, котельные с котлами высокого и среднего давления.