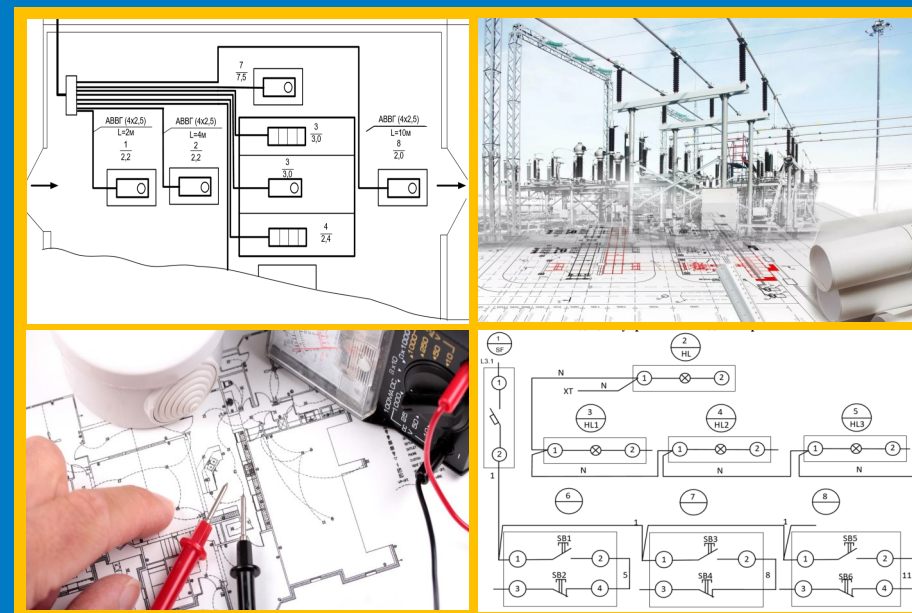


Учебные
пособия для
бакалавров

А. В. Козлов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный государственный аграрный университет»

А. В. Козлов

*ПРОЕКТИРОВАНИЕ
СИСТЕМ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ.
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ*

Учебное пособие

Благовещенск
Дальневосточный ГАУ
2021

УДК 631.371:621.311

ББК 31.27

К59

Рецензент – Светлана Александровна Черемисина,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры электропривода и автоматизации технологических процессов
Дальневосточного государственного аграрного университета

Рекомендовано к использованию в учебном процессе
методическим советом электроэнергетического факультета
Дальневосточного государственного аграрного университета

Козлов, Андрей Васильевич. Проектирование систем электрификации. Курсовое проектирование : учебное пособие / А. В. Козлов ; Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2021. – 98 с.

ISBN 978-5-9642-0496-1

Учебное пособие содержит необходимые для выполнения курсового проектирования теоретические сведения по выбору электрооборудования. В нём изложены основные положения по проектированию систем электрификации сельскохозяйственного производства. Приведён список рекомендуемой литературы по проектированию электрооборудования. Рассмотрены вопросы оформления результатов курсового проектирования. Учебное пособие предназначено для обучающихся очной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Электрооборудование и электротехнологии» для изучения и подготовки курсового проекта по дисциплине «Проектирование систем электрификации».

УДК 631.371:621.311

ББК 31.27

ISBN 978-5-9642-0496-1 © Козлов А. В., 2021

© ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1 Общие требования к содержанию и оформлению курсового проекта.....	6
1.1 Тематика курсового проекта.....	6
1.2 Состав и содержание курсового проекта.....	8
1.3 Правила оформления проекта.....	11
1.4 Аттестация обучающихся по выполнению курсового проекта	22
2 Методические указания к проектированию электрооборудования	23
2.1 Выбор и расчет технологического оборудования и электропривода для проектируемого объекта	23
2.2 Проектирование систем водоснабжения	30
2.3 Проектирование систем горячего водоснабжения	35
2.4 Проектирование систем вентиляции.....	39
2.5 Проектирование электроотопительных установок.....	44
2.6 Проектирование облучательных установок	53
3 Разработка схемы управления	60
4 Расчет и выбор пускозащитной аппаратуры и средств автоматизации	66
5 Проектирование электропроводок	79
5.1 Виды электропроводок	79
5.2 Выбор вида электропроводки, проводов, кабелей и способы их прокладки	81
5.3 Расчет внутренних электропроводок по допустимому нагреву.....	83
Список рекомендуемой литературы.....	86
Приложение А Форма титульного листа курсового проекта	88
Приложение Б Форма задания на курсовое проектирование	89
Приложение В Образец реферата курсового проекта	90
Приложение Г Типовые планы зданий	91

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Проектирование систем электрификации» изучается студентами направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» и предшествует выполнению выпускной квалификационной работы.

Целью дисциплины является формирование и закрепление знаний, позволяющих самостоятельно и творчески решать задачи проектирования систем электрификации в производстве.

Процесс изучения дисциплины направлен на **формирование компетенции, состоящей в способности участвовать в проектировании систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов агропромышленного комплекса.** В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать знания следующих положений:

- особенности проектирования систем электрификации по отраслям;*
- принципы построения чертежа и основные положения стандартов Единой системы конструкторской документации по выполнению и оформлению чертежей и текстовых документов;*
- требования, предъявляемые стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами к проектам электроэнергетических и электротехнических систем;*
- методы инженерной графики, государственные стандарты, применяемые при графическом изображении принципиальных электрических, функциональных и структурных схем.*

Изучение дисциплины призвано обеспечить способности обучающегося уметь:

- выполнять проектную документацию с применением информационных технологий и компьютерной техники;*

– читать и выполнять технические чертежи, а также текстовую документацию к ним;

– осуществлять поиск и анализ необходимой информации, нормативной и конструкторской документации;

– производить расчет и выбор силового оборудования и пускозащитной аппаратуры.

Курсовой проект – самостоятельный комплексный проект, выполняемый в течение учебного семестра обучающимся и состоящий из расчетно-пояснительной записки и графической части (чертежей).

Осуществляя проектирование, необходимо учитывать все достижения научно-технического прогресса. Большая номенклатура существующего электрооборудования, способна решить практически все задачи технологического процесса. Проектировщику остается лишь квалифицированно подойти к решению задач электрификации производства.

Целью курсового проекта является закрепление знаний, полученных обучающимися при изучении дисциплины, и приобретение практических навыков разработки рациональных проектных решений в области электрификации и автоматизации производства.

В учебном пособии даны теоретические положения и практические рекомендации по выполнению курсового проекта. Их использование обеспечивает обучающимся существенно снизить затраты труда на выполнение курсового проекта.

Учебное пособие также может быть использовано при подготовке выпускной квалификационной работы.

1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1 Тематика курсового проекта

Выполнение курсового проекта осуществляется обучающимся в соответствии с заданием, которое выдаёт преподаватель (приложение Б). Рекомендуется, чтобы задание на разработку курсового проекта определялось в соответствии с темой будущей выпускной квалификационной работы, то есть при выборе темы курсового проекта рекомендуется учитывать возможность дальнейшего использования материалов проекта в выпускной квалификационной работе.

При решении общих вопросов, включающим обоснование технологии, определение производительности технологических линий, выбор оборудования со всеми комплектующими деталями и электрооборудованием, – необходимо **подробно проработать вопросы электрификации и автоматизации одного из технологических процессов (*специальный вопрос*)**. К таким процессам, задаваемым руководителем, может относиться *доение коров, удаление из помещения и переработка навоза, приготовление полнорационного корма, раздача полнорационного корма, очистка и сушка зерна и прочие*.

***Специальный вопрос* предполагает:**

- обоснование выбора рабочего органа;**
- определение производительности установки или технологической линии;**
- расчет мощности электродвигателя и выбор трансмиссии на основе производительности;**
- выбор пускорегулирующего оборудования для заданной установки.**

Тематику *специального вопроса* утверждает руководитель и она должна быть четко сформулирована в задании на выполнение курсового проекта. Таким образом, *тема курсового проекта складывается из двух частей:*

1. *Наименования производственного объекта, который должен быть электрифицирован.*

2. *Специального вопроса, посвященного детальной электрификации и автоматизации одного из основных технологических процессов для данного производственного объекта.*

Для облегчения процесса выбора темы курсового проекта в таблице 1.1 указаны объекты электрификации и реализуемые на них основные технологические процессы (помечены звездочкой), электрификация которых должна быть отражена в курсовом проекте.

Таблица 1.1 – Тематика курсовых проектов

Объекты электрификации	Технологические процессы							
	Автоматизированные поточные линии	Водоснабжение	Уборка и переработка навоза	Облучение	Вентиляция	Микроклимат	Электрический нагрев воды, почвы, пола	Автоматизированный электропривод
Коровник	*	*	*		*	*	*	*
Телятник	*	*	*	*	*	*	*	*
Свинарник	*	*	*		*	*	*	*
Птичник	*	*	*	*	*	*		*
Кормоцех	*				*	*	*	*
Зерноток, зернохранилище	*				*			*
Овощехранилище	*	*		*	*	*	*	*
Теплица	*	*		*	*	*	*	*
Гараж					*	*		*
Котельная	*	*			*		*	*
Производственный цех	*	*			*	*	*	*

С учётом изложенного покажем примеры формулировки тем курсовых проектов по дисциплине «Проектирование систем электрификации»:

1. Проект электрификации свинарника на 200 голов с автоматизированной системой приготовления и раздачи кормов.

2. Проект электрификации теплицы с системой автоматического управления микроклиматом.

3 Проект электрификации коровника на 120 голов с автоматизацией системы удаления навоза.

Типовые проекты зданий для курсового проектирования необходимо выбрать из приложения Г.

1.2 Состав и содержание курсового проекта

Курсовой проект включает:

1. Расчётно-пояснительную записку, представляющую основной текстовый документ объемом 25–30 страниц текста на одной стороне листа формата А4 размером 210х297 мм.

2. Графическую часть на двух стандартных листах формата А1 размером 841х594 мм.

Структурными элементами расчётно-пояснительно записки выступают:

- титульный лист (приложение А);
- задание на курсовой проект (приложение Б);
- реферат;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников.

Реферат. Реферат должен содержать сведения об объеме пояснительной записки (количество иллюстраций, таблиц, приложений, используемых источников), перечень ключевых слов, текст реферата.

Перечень ключевых слов включает от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста пояснительной записки, которые в наибольшей мере характеризуют ее содержание. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются строчными буквами в строку через запятые.

Текст реферата должен отражать объект проектирования, цель работы, содержание и характер выполненной работы, результат работы.

Пример составления реферата приведен в приложении В.

Содержание. Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список используемых источников.

Введение. Во введении необходимо коротко раскрыть понятие «проектирования систем электрификации», обозначить задачи и цель электрификации, ее роль в современном развитии производства, проблемы и пути решения. Объем введения должен включать одну – две страницы.

Основная часть расчётно-пояснительной записки должна раскрывать следующие вопросы:

1. Краткая характеристика объекта проектирования. Данная характеристика выполняется с анализом существующего уровня электрификации и обоснованием выбора производственного процесса для электрификации. При этом излагается целевое назначение темы проекта, содержание практической задачи, которой способствует данный проект. Этот материал должен включать от четырёх до шести страниц.

2. Выбор и расчет основного технологического оборудования. Выполняется в соответствии с технологическими схемами отдельных линий или процессов согласно типовому проекту. Вопрос излагается на одну – две страницы.

3. Расчёт и выбор силового оборудования. В зависимости от полученного задания на проект выполняется расчёт и выбор электропривода, электронагревательных установок, приборов облучения, водоснабжения, электротехнологии и т. д. Этот материал включает две – три страницы.

4. Разработка схемы управления технологическим процессом. В этой части работы обучающемуся необходимо выполнить и описать принципиальную электрическую схему управления установкой (технологическим процессом) любым из предложенных ниже способов:

- провести разработку схемы самостоятельно;
- принять известную схему из литературных источников [1, 3, 17];
- взять известную схему и переработать под свой проект.

Объём материала по разработке схемы управления технологическим процессом должен составлять одну – две страницы.

5. Расчёт и выбор пускозащитной аппаратуры и средств автоматизации. На основании разработанной схемы управления технологическим процессом необходимо произвести выбор аппаратуры управления и защиты входящих в неё элементов. Материал включает от четырёх до семи страниц текстовой части.

6. Расчет внутренней силовой сети. В этой части работы следует произвести выбор сечений и марок проводов и кабелей, разработать план силовых электропроводок и расчетную схему силовой сети. Материал излагается на двух – четырёх страницах.

Заключение. Заключение должно содержать краткие выводы по результатам выполнения курсового проекта, оценку полноты решений поставленных задач.

Список использованных источников. Список должен содержать сведения об источниках, используемых при выполнении курсового проекта. Сведе-

ния об источниках приводятся в соответствии с требованиями государственного стандарта (ГОСТ Р 7.0.100–2018 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления»).

Графическая часть курсового проекта должна быть представлена двумя техническими чертежами, на которых должно быть отражено:

1. На первом листе графической части – электрическая принципиальная схема разрабатываемого технологического процесса.

2. На втором листе графической части: предлагается на выбор обучающегося привести либо размещение структурной, функциональной схемы, схемы внутренних проводок с размещением оборудования на плане, либо разработку схемы соединения щита (пульт) управления, монтажной схемы.

1.3 Правила оформления проекта

Оформление расчётно-пояснительной записки и чертежей выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 2.105–2019 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам».

Правила оформления расчётно-пояснительной записки. Расчётно-пояснительная записка должна быть представлена в печатном виде на стандартных листах бумаги формата А4 с соблюдением следующих требований:

- поля: левое 3 см, верхнее 2 см, нижнее 2 см, правое 1,5 см;
- гарнитура шрифта: Times New Roman;
- размер шрифта: для основного текста – 14 пт, для таблиц – 10–12 пт, для сносок – 10 пт;
- междустрочный интервал: 1,5;
- абзацный отступ: 1,25 см;
- выравнивание текста: по ширине.

Оформление формул производится в «Редакторе уравнений» текстового редактора Microsoft Word, либо в программе Math Type.

В исключительных случаях, при обосновании и с согласия преподавателя, допускается выполнение расчётно-пояснительной записки в рукописном виде.

Материал расчётно-пояснительной записки следует излагать грамотно, в логической последовательности, по возможности кратко, но не в ущерб содержанию. Не следует включать в записку определение общеизвестных понятий. При изложении материала необходимо делать ссылки на использованные источники литературы, указывая после приведения заимствования в квадратных скобках порядковый номер источника из списка использованных источников.

Листы нумеруют арабскими цифрами. Титульный лист, задание, реферат включают в общую нумерацию расчётно-пояснительной записки, но номер на этих листах не ставят. Нумерация страниц курсового проекта, в том числе приложений, входящих в его состав, должна быть сквозная. Страницы нумеруют арабскими цифрами в верхнем колонтитуле по центру без точки и черточки.

Титульный лист является первым листом работы. Он оформляется в соответствии с приложением А.

Содержание пояснительной записки должно быть разделено на разделы, подразделы и пункты. Каждый раздел текста необходимо начинать с новой страницы. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей записки и обозначаться арабскими цифрами без точки в конце.

Каждый структурный элемент содержания начинается с новой страницы. Наименование структурных элементов «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЕ» следует располагать по центру строки без абзацного отступа и точки в конце, прописными буквами, полужирным начертанием, без подчеркивания, отделяя от текста тремя междустрочными интервалами (оставляют пустую строку).

Разделы и подразделы должны иметь наименования, которые записывают в виде заголовков прописными буквами без точки в конце, не подчеркивая. Заголовки должны кратко и четко отражать содержание разделов, подразделов. Переносы слов в заголовках не допускаются. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера подраздела, разделенных точкой. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов. Номер пункта должен состоять из номера раздела, номера подраздела и порядкового номера пункта, разделенных точками. В конце номера пункта точка не ставится. Пункты, как, правило, заголовков не имеют.

Текст документа должен быть кратким, четким и не иметь различных толкований. При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо», «требуется чтобы», «не допускается» и т. д. При изложении других положений следует применять слова «могут быть», «как правило», «при необходимости», «может быть» и т. д. При этом допускается использовать повествовательную форму изложения текста, например, «применяют», «указывают» и т. д. В курсовом проекте должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте курсового проекта не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Все обозначения единиц физических величин должны соответствовать Международной системе единиц (СИ). Эти обозначения нельзя писать в одной строке с формулами.

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» и без двоеточия после него.

Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы записывается на уровне формулы с выравниванием по правой части листа в круглых скобках. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе, разделенных точкой. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках.

Например,

Ток в электрической цепи I_n (А) вычисляют по формуле (1.1):

$$I_n = \frac{U}{Z} \quad (1.1)$$

где U – напряжение на участке электрической цепи, В;

Z – полное сопротивление электрической цепи, Ом.

Таблицы размещают в тексте после абзаца, содержащего ссылку на них. Допускается размещать таблицу на следующей странице после ссылки. При оформлении наименования таблицы с левой части листа, без абзацного от-

стуха печатается слово «Таблица» со строчной буквы, а затем ставится ее порядковый номер. Если таблица в целом может поместиться на одном стандартном листе формата А4 (297x210), то перенос части такой таблицы на другой лист не допускается. Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы в данном разделе, разделенных точкой.

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы и др.) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Слово «рисунок» и его наименование располагают под изображением с выравниванием по центру строки без абзацного отступа.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации в данном разделе, разделенных точкой.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Подрисуночный текст набирают через одинарный междустрочный интервал и выделяют курсивным начертанием шрифта, с выравниванием по центру без абзацного отступа. Точку на конце подрисуночного текста не проставляют.

Ссылки на литературу проставляют в квадратных скобках в соответствии со списком использованных источников (например, [2] означает, что использован материал второго источника списка).

Правила оформления графической части. Графический материал курсового проекта включает два листа формата А1, выполненных с использованием компьютерной техники.

При проектировании схем надо стремиться к их компактности, но не в ущерб ясности и читаемости. Для этого схема должна содержать наименьшее количество изломов и пересечений линий связи, а расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

На принципиальной электрической схеме показывают:

1. Схему главных (силовых) цепей.
2. Цепи управления, регулирования, защиты измерения и сигнализации.
3. Надписи, поясняющие принцип работы цепей автоматики и управления.

Все элементы принципиальных схем изображают в виде условных графических обозначений, установленных в соответствующих стандартах Единой системы конструкторской документации. Коммутирующие устройства изображают в отключенном положении, то есть при отсутствии тока во всех цепях схемы и исключении внешних механических сил, воздействующих на подвижные части аппаратов.

Обозначение устройств и их элементов на схемах представляются следующим образом:

- при горизонтальном изображении цепей – над графическим изображением устройств;
- при вертикальном изображении цепей – справа от соответствующего графического изображения.

При необходимости составным частям (элементам) устройств, присваиваются порядковые номера, полученные добавлением к порядковому номеру позиционного обозначения элемента через точку (например, КМ3.2 – вторая пара контактов третьего магнитного пускателя).

На принципиальной электрической схеме должны быть определены все элементы, входящие в состав устройства. Данные об элементах записывают в перечень элементов, оформленный в виде таблицы, которая располагается над основной надписью. Форма таблицы, с ее названием, размерами и примером заполнения некоторых строк приведена на рисунке 1.1. В таблице указывают позиционное обозначение элемента, наименование элемента, количество элементов на схеме. Таблицу заполняют сверху вниз в порядке следования букв латинского алфавита. Таблицу располагают над основной надписью, несколько отступив от нее (10–15 мм).

Позиционное обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
EK	ТЭН-21	3	P=0,8кВт
HA	Звонок электрический ЗВП-220	1	P=7 Вт
QF6.QF7	Автоматический выключатель ВА 14-37	1	Ин.расц.т=3,2А
		2	
SB4...SB25	Пост управления ПKE 622-2УЗ	11	

Рисунок 1.1 – Пример заполнения таблицы «Перечень элементов схемы»

Схема любого вида должна содержать:

1. Соответствующие условные графические обозначения.
2. Условные буквенные обозначения элементов схемы.
3. Перечень элементов, входящих в схему (в форме таблиц, располагаемых на поле формата над основной надписью).
4. Текстовую информацию.
5. Основную надпись, в которую добавляется условное обозначение вида и типа схемы.

1 Общие требования к содержанию и оформлению курсового проекта

На всех чертежных листах в правом нижнем углу, вплотную к линии рамки помещают основную надпись чертежа. Форма основной надписи установлена ГОСТ 2.104–2006 «Единая система конструкторской документации. Основные надписи» и приведена на рисунке 1.2. Пример выполнения основной надписи чертежа показан на рисунке 1.3.

					2						
14	15	16	17	18	1	Литер.	Масса	Масштаб			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4		6			
Разработ						Лист	7	Листов	8		
Проверил											
Н. контр.					3	9					
10	11	12	13								
Т. контр.											
Утвердил											

Рисунок 1.2 – Форма основной надписи чертежа

7	10	23	15	10	70	17	18				
					КП.ЭиЭ.35.03.06.14.01.Э3						
					Схема электрическая принципиальная управления электрокалорифером	Литер.	Масса	Масштаб			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		у		1:1			
Разработ.	Иванов В.П.					Лист	1	Листов	1		
Проверил	Козлов А.В.										
Н. контр.					Дальневосточный ГАУ	20					
Т. контр.											
Утвердил											

Рисунок 1.3 – Пример заполнения основной надписи чертежа

Графы заполняют в соответствии с ГОСТ Р 21.101–2020 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации». В соответствующих графах указываются:

- в графе 1 – наименование изображений, помещенных на данном листе;
- в графе 2 – обозначение шифра курсового проекта;

– в графе 3 – обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);

– в графе 4 – литер присвоенный документу по ГОСТ 2.103–2013; для курсовых проектов присваивается литер «У»;

– в графе 5 – масса изделия в килограммах без указания единицы измерения;

– в графе 6 – масштаб;

– в графе 7 – порядковый номер листа с одноименным названием;

– в графе 8 – количество листов с одноименным названием;

– в графе 9 – сокращенное наименование факультета, кафедры или университета;

– в графе 10 – характер работы, выполняемой, лицом, подписывающим документ (указывают по усмотрению разработчика);

– в графе 11 – фамилии лиц, подписывающих документ;

– в графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;

– в графе 13 – дата подписания документа;

– в графах 14–18 – изменения.

Пример заполнения основных надписей для расчётно-пояснительной записки приведен на рисунке 1.4

						15	20	
					КП.ЭиЭ.35.03.06.14.00 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Расчет силового оборудования	Литер.	Лист	Листов
Разработ.		Иванов В.П.				у	1	12
Проверил		Козлов А.В.						
Н. контр.								
Т. контр.								
Утвердил						Дальневосточный ГАУ		

1)

					КП.ЭиЭ.35.03.06.14.00 ПЗ	Лист 14
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

10

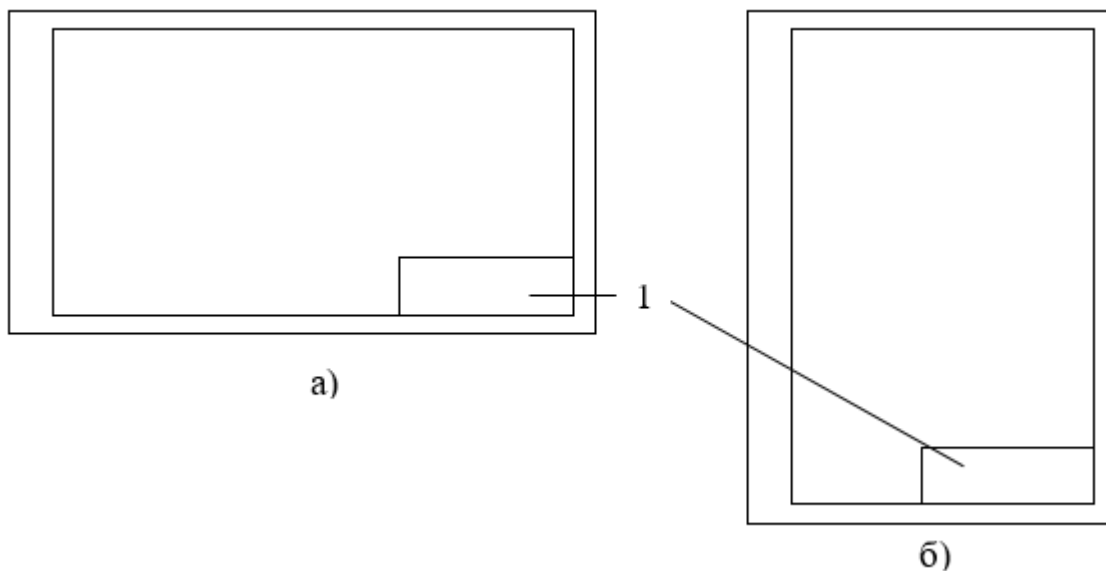
2)

1) – форма 5 для первых листов разделов пояснительной записки;

2) – форма 6 для последующих листов пояснительной записки

Рисунок 1.4 – Пример заполнения основных надписей для расчётно-пояснительной записки

Расположение основных надписей на чертежах представлено на рисунке 1.5.



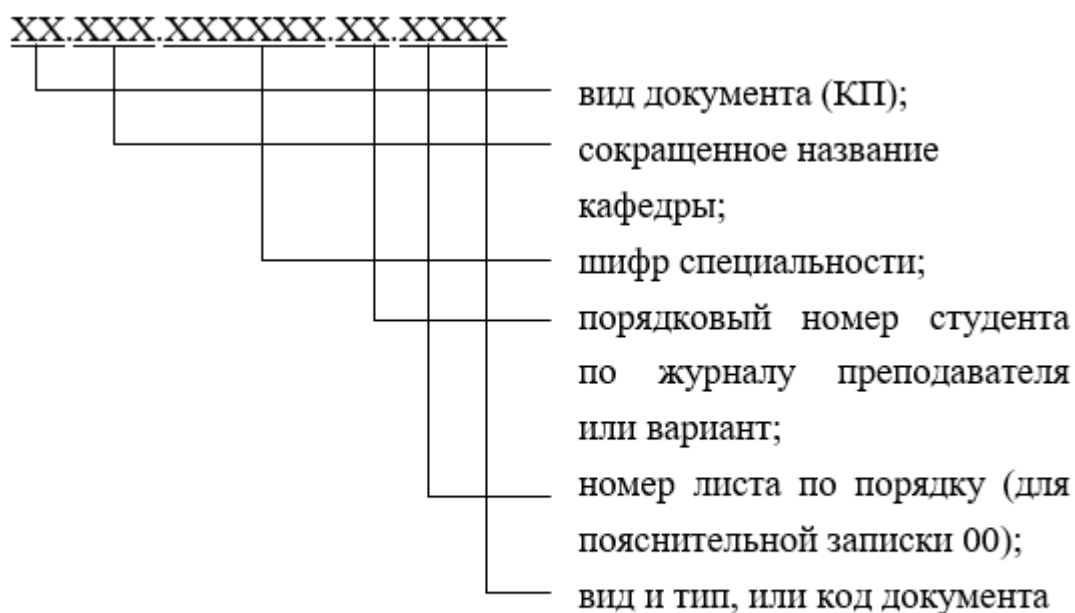
а) – при использовании альбомной ориентации бумаги;

б) – при использовании книжной ориентации бумаги

Рисунок 1.5 – Расположение основной надписи (1) на чертежах

При заполнении основной надписи используется структура обозначения, показанная на рисунке 1.6.

Для обозначения видов схем используется буквенная система. Типы схем обозначают цифрами. Применяемые системы обозначения видов и типов схем показаны в таблице 1.2.



Например, КП.ЭиЭ.35.03.06.14.00.ПЗ

Рисунок 1.6 – Структура обозначения для оформления основной надписи

Таблица 1.2 – Системы обозначения видов и типов схем

Виды схем		Типы схем	
наименование	обозначение	наименование	обозначение
электрические	Э	структурные	1
гидравлические	Г	функциональные	2
пневматические	П	принципиальные (полные)	3
газовые (кроме пневматических)	Х	соединений (монтажные)	4
кинематические	К	подключения	5
вакуумные	В	общие	6
оптические	О	расположения	7
энергетические	Р	объединенные	0
давления	Е		
комбинированные	С		

1.4 Аттестация обучающихся по выполнению курсового проекта

Защита курсового проекта относится к промежуточной аттестации и является обязательной для всех обучающихся. Графики защиты курсовых проектов разрабатываются кафедрой. Защита проводится комиссией, состоящей из трёх членов кафедры с обязательным участием руководителя.

Защита проводится публично на заседании комиссии в соответствии с графиком. Устанавливается продолжительность защиты не более 15 минут. Для доклада основных положений курсового проекта, обоснования выводов и предложений обучающемуся предоставляется от пяти до семи минут. Для иллюстрации доклада могут быть использованы графические материалы, презентации и др. После доклада обучающийся должен ответить на заданные членами комиссии вопросы по теме курсового проекта и замечания рецензента.

Результаты защиты курсового проекта оцениваются комиссией оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

При выставлении оценки комиссия руководствуется критериями оценки сформированности компетенций курсового проекта, представленными в рабочей программе дисциплины в электронной информационно-образовательной среде университета.

Результаты защиты объявляются в день защиты проекта. В случае неявки обучающегося на защиту в установленное время, в экзаменационную ведомость и в журнал учета успеваемости и посещаемости студентов вносится запись «не явился».

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

2.1 Выбор и расчет технологического оборудования и электропривода для проектируемого объекта

Комплексная электрификация производства предусматривает перевод на электроэнергетическую базу максимально возможного с технической и экономической точек зрения количества объектов, процессов производства.

При этом должно быть обеспечено оптимальное сочетание прогрессивной машинной технологии производства и автоматизированной системы электрифицированных машин при рациональной организации труда и производства. Все это должно обеспечить повышение производительности труда, увеличение количества и повышение качества продукции.

Разработка новых машинных технологий производства продукции, повышение уровня электрификации и механизации производства и накопление опыта автоматизации операций контроля, регулирования и управления, а также диспетчеризации позволяют создавать поточные линии на предприятиях.

Поточное производство характеризуется непрерывностью движения продукта с определенным тактом. Тактом называют период времени, через который повторяется выход готовой продукции из поточной линии.

Производительность поточной линии определяется производительностью основного базового звена потока. Поточная линия может иметь постоянную производительность, когда количество продукта на входе равно количеству продукта на выходе с линии. Для линии постоянной производительности, производительность машины, выполняющей начальные операции,

должна соответствовать загрузке поточной линии, а производительность каждой последующей машины должна быть равной или несколько большей предыдущей, чтобы исключить перегрузки и завалы. При неравномерности движения продукта между машинами ставят промежуточные емкости. Во всех случаях необходимо обеспечить кратчайший путь движения продукта от начальной до конечной операции.

Некоторые линии (раздача кормов, уборка навоза и т. д.) рассчитывают, исходя из разовой загрузки. **При выборе поточных линий в животноводстве в качестве исходных используют следующие данные: количество животных, способы их содержания, кормовые рационы и время кормления животных.**

Для линии приготовления корма предлагается следующий вариант расчета:

1. *Определяется суточное потребление каждого вида кормов всеми животными ($E_{сут}$) в килограммах по формуле (2.1):*

$$E_{сут} = e_1 \cdot N \quad (2.1)$$

где e_1 – суточная норма потребления кормов на одну голову, кг [6, 9];

N – количество животных, гол.

2. *В соответствии с расписанием кормления животных определяется продолжительность работы линии раздачи кормов. Обычно её принимают равной от 0,2 до 0,6 часа.*

3. *Рассчитывается часовая производительность линии раздачи кормов (P_l) в килограммах по формуле (2.2):*

$$P_l = \frac{E_{сут}}{t_p} \quad (2.2)$$

где t_p – продолжительность работы линии раздачи кормов, ч.

4. По каталогу подбирается машина для данного вида обработки, обеспечивающая требуемую производительность.

В растениеводстве производительность поточных линий определяют, исходя из размеров площадей, занятых сельскохозяйственными культурами, средней урожайности и других факторов. Так, например, сезонное поступление зерна на зерноочистительный пункт ($G_{сез}$) в килограммах находят по формуле (2.3):

$$G_{сез} = S \cdot a \quad (2.3)$$

где S – площадь под зерновые культуры, га;
 a – средняя урожайность зерновых, кг/га.

Чтобы определить среднесуточное поступление зерна на зерноочистительный пункт за период уборки ($G_{сут}$) в килограммах используют формулу (2.4):

$$G_{сут} = \frac{G_{сез}}{t_{уб}} \quad (2.4)$$

где $t_{уб}$ – продолжительность уборки, дней.

В результате, часовую производительность зерноочистительного пункта в килограммах можно рассчитать по формуле (2.5):

$$G_{час} = \frac{G_{сут}}{t_{сут} \cdot k} \quad (2.5)$$

где $t_{сут}$ – число часов работы зерноочистительного пункта в сутки, ч;
 k – коэффициент использования рабочего времени.

При расчётах значение коэффициента использования рабочего времени принимают на уровне 0,8–0,9.

На основе проведённых расчётов, по часовой производительности поточной линии выбирают комплект машин.

Выбор технологических схем для каждой технологической линии производственного процесса начинают с обоснования и выбора рабочих машин, согласованных по производительности с учетом оптимальной загрузки. При выборе оборудования следует отдавать предпочтение наиболее экономичным поточным линиям непрерывного действия. На основе агротехнических и зоотехнических требований учитывают существующее и перспективное технологическое оборудование, анализируя преимущества и недостатки относительно условий использования в данной зоне хозяйствования.

Технологическая схема должна отражать примерное расположение всего оборудования, участвующего в производственном процессе, а также пути перемещения обрабатываемого материала. На основе технологической схемы уточняют состав оборудования, определяют производительность основных и вспомогательных операций.

По каталогам определяют типоразмер оборудования в комплекте с электроприводом. Характеристику представляют в виде таблицы.

Под электроприводом понимают электромеханическую систему, состоящую в своем наиболее развитом виде из преобразовательного, электродвигательного, передаточного и управляющего устройств. Иногда преобразовательное и передаточное устройства отсутствуют. Электропривод должен качественно обеспечивать нормальное протекание технологического процесса при расчетной производительности рабочей машины и высокой экономической эффективности. **При выборе рационального электропривода необходимо соблюдать следующие условия:**

1) *наиболее полное соответствие электропривода приводным характеристикам рабочей машины (технологическим, кинематическим, механическим, нагрузочным и инерционным);*

2) максимальное использование мощности электродвигателя в процессе его работы;

3) соответствие элементов электропривода условиям окружающей среды;

4) соответствие электропривода параметрам питающей сети;

5) удобство и безопасность эксплуатации.

В настоящее время производственные машины поставляются, как правило, вместе с электроприводом. Поэтому при работе над проектом только в отдельных случаях (специальные разработки и т. д.) проводят выбор электропривода. **Чаще всего задача выбора сводится к оценке соответствия электропривода рабочей машине. При этом проверяют следующее:**

1) соответствие электропривода рабочей машине по условиям пуска и обеспечения нормального протекания технологического процесса при известных параметрах питающей сети;

2) соответствие элементов электропривода условиям внешней среды;

3) правильность выбора и настройки аппаратуры управления и защиты;

4) возможность обеспечения требуемого числа включений электродвигателя при повторно-кратковременном режиме работы.

При определении соответствия электропривода рабочей машине проводят энергетическую оценку электропривода. Соответствие элементов электропривода условиям внешней среды определяют, сопоставляя условия работы электропривода с исполнением оборудования.

Большинство электродвигателей, используемых в сельском хозяйстве и промышленности, по принципу действия асинхронные. Они отличаются простотой конструкции и высокими техническими, экономическими и эксплуатационными показателями. **Выбор электродвигателей для привода рабочих машин производят по следующим параметрам:**

1. По роду тока.

2. По напряжению электрической сети.

3. По скорости вращения.

4. По конструктивному исполнению (условия окружающей среды, способ монтажа).

5. По характеру и величине нагрузки.

Выбор электродвигателей по роду тока и напряжению. Выбор электродвигателей по роду тока и напряжению для привода машин, как правило, однозначен, так как электроснабжение осуществляется по системе 380/220 В переменного тока частотой 50 Гц. Однако при большой мощности (более ста киловатт) следует переходить на напряжение три, шесть или десять киловольт.

Поскольку наибольшее распространение получили асинхронные короткозамкнутые электродвигатели, то, в первую очередь, следует обратиться к выбору двигателей именно этого типа. Иногда для снижения пусковых токов и увеличения пускового момента целесообразно брать асинхронные электродвигатели с фазным ротором. В тех случаях, когда асинхронный короткозамкнутый электродвигатель на напряжение 380/220 В не проходит по условиям пуска из-за соизмеримости мощности двигателя и источника, может быть использован двигатель для обеспечения пуска с переключением с «звезды» на «треугольник».

При выборе электродвигателя любого другого типа (кроме асинхронного короткозамкнутого) должны быть тщательно проанализированы технологические условия, проведено технико-экономическое обоснование, доказывающее необходимость его использования.

Выбор электродвигателей по частоте вращения. При выборе частоты вращения электродвигателя следует стремиться к тому, чтобы она была как можно ближе к частоте вращения рабочей машины.

Из всех машин немногим более 10 % допускают непосредственное соединение с электродвигателем. В остальных случаях требуется использование различных передач. Тип передачи выбирают в зависимости от необходимого

передаточного числа и конструктивных особенностей рабочей машины. В этом случае лучше выбирать высокоскоростные двигатели с частотой вращения более 1 500 оборотов в минуту. Использование этих двигателей ведет к уменьшению массы и габаритов, к увеличению коэффициента мощности ($\cos(\phi)$) и коэффициента полезного действия (η).

Особое внимание следует уделять выбору номинальной частоты вращения передаточного отношения в случае напряженного режима работы с частыми пусками и остановками. В каждом таком случае необходимо определять передаточное число, обеспечивающее время переходных процессов.

Выбор электродвигателей по конструктивному исполнению. Большое значение имеет выбор двигателя по конструктивному исполнению в отношении крепления и защиты от воздействия окружающей среды. Для большинства машин используют двигатели с горизонтальным расположением вала и лапами для крепления. Для некоторых машин целесообразно применять двигатели с вертикальным расположением вала и креплением на лапах. Нашли применение двигатели с горизонтальным и вертикальным расположением вала и фланцевым креплением, используемые, главным образом, в приводах вертикальных центробежных насосов, вентиляторов, сверлильных станков и ряда других машин.

Большое распространение получили мотор-редукторы, имеющие значительно меньшие габариты и вес по сравнению с отдельно поставляемыми редукторами и двигателями. Выбор двигателя по способу крепления необходимо производить с учетом конструктивного исполнения рабочей машины, ее назначения, а также удобства монтажа и эксплуатации.

Ответственной задачей является правильный выбор двигателя в зависимости от условий окружающей среды. От этого в значительной мере зависит

его долговечность, надежность и безопасность обслуживания. Выбор двигателя по защите от воздействия окружающей среды должен производиться в соответствии с условиями, в которых он будет работать.

Выбор электродвигателей по характеру и величине нагрузки. При выборе двигателя по характеру и величине нагрузки следует стремиться к его полному использованию по мощности в процессе работы. При этом мощность электродвигателя определяется требованиями технологического процесса и режимов работы машин и механизмов.

В случае выбора двигателя повышенной мощности, ухудшаются его энергетические показатели (снижаются коэффициент мощности и коэффициент полезного действия), возрастают габариты, вес и стоимость установки. Если же выбранный электродвигатель имеет номинальную мощность меньше требуемой, то это приводит к росту температуры обмоток выше допустимой и к выходу двигателя из строя или, как минимум, к значительному сокращению срока службы изоляции.

2.2 Проектирование систем водоснабжения

Воду используют для производственных нужд предприятий, поения животных и птицы, хозяйственно-питьевых нужд в жилых и общественных зданиях, поливки зеленых насаждений, орошения сельскохозяйственных культур, тушения пожаров и других целей. Нормы потребления воды для различных категорий потребителей приведены в справочной литературе [6].

Для водоснабжения принимают водонасосные установки трех типов:

- 1. Башенные водокачки с водонапорным баком.**
- 2. Безбашенные водокачки с водонапорным котлом.**
- 3. Водонасосные установки с непосредственной подачей воды в водонапорную сеть.**

При проектировании водоснабжения необходимо прежде всего, исходя из местных условий, решить вопрос о схеме водоснабжения.

При максимальном часовом расходе воды, не превышающем десяти кубометров в час рекомендуется проектировать безбашенную водокачку с воздушно-водяным котлом. В то же время надлежит обеспечить надежную бесперебойную систему электроснабжения.

При расходе воды от 10 до 30 кубометров в час используют башенную водонапорную установку. Если расход воды составляет от 30 до 65 кубометров в час, рекомендуют проектировать двухагрегатные насосные станции с водонапорным котлом. При расходе воды более 65 кубометров в час экономически целесообразно использовать насосные установки с непосредственной подачей воды в распределительную сеть.

Во всех типах водонасосных установок используются автоматически управляемые электродвигатели для приводов центробежных или осевых насосов. **Рекомендуется следующий порядок выбора и расчета автоматизированного электропривода насосных установок [6, 9].**

Максимальный часовой расход воды ($g_{\text{час.мах}}$) в кубических метрах по населению определяют по общепринятой формуле (2.6):

$$g_{\text{час.мах}} = \frac{g_{\text{ч}} \cdot N_{\text{ч}}}{1000 \cdot 24} \cdot k_{\text{сут.мах}} \cdot k_{\text{час.мах}} \quad (2.6)$$

где $g_{\text{ч}}$ – суточная норма водопотребления на одного человека, м³/чел.;

$N_{\text{ч}}$ – расчётное число жителей, чел.;

$k_{\text{сут.мах}}$ – максимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления;

$k_{\text{час.мах}}$ – максимальный коэффициент часовой неравномерности водопотребления.

В расчётах максимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления принимают в диапазоне 1,1–1,3. Максимальный коэффициент часовой неравномерности водопотребления составляет 1,9–2,4.

Для расчёта максимального часового расхода воды по ферме ($g_{\text{час.мах}}$) в кубических метрах используют формулу (2.7):

$$g_{\text{час.мах}} = \frac{g_{\text{ж}} \cdot N_{\text{ж}}}{1000 \cdot 24} \cdot k_{\text{сут}} \cdot k_{\text{час}} \quad (2.7)$$

где $g_{\text{ж}}$ – суточная норма водопотребления на одно животное, м³/гол.;

$N_{\text{ж}}$ – поголовье животных (птицы), гол.;

$k_{\text{сут}}$ – максимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления;

$k_{\text{час}}$ – максимальный коэффициент часовой неравномерности водопотребления.

Суточные нормы водопотребления в зависимости от вида животных приведены в таблице 2.1. Максимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления равен 1,3, максимальный коэффициент часовой неравномерности водопотребления – 2,5.

Таблица 2.1 – Нормы потребления воды разными видами животных

В кубических метрах в сутки (10^{-3})

Виды животных	Норма потребления воды на одну голову в сутки
Коровы молочного направления	100,0
Коровы мясного направления	70,0
Телята в возрасте до шести месяцев	20,0
Свиньи на откорме	15,0
Куры	1,5
Примечание – На удаление навоза принимается дополнительный расход воды в объёме от 4 до 10 литров на голову в зависимости от способа его удаления.	

На полив посадок в грунтовых зимних теплицах потребный расход воды составляет 15 литров воды в сутки на один квадратный метр, для парников и грунтовых весенних теплиц – 6 литров в сутки на один квадратный метр.

Расчёт секундного расхода воды (g_c) в литрах ведут по формуле (2.8):

$$g_c = \frac{g_{\text{час.мах}}}{3600} + g_{\text{пож}} \quad (2.8)$$

где $g_{\text{пож}}$ – расход воды на наружное тушение пожаров, л/с.

Расход воды на наружное тушение пожаров принимается по нормам, приведённым в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Нормы расхода воды на наружное тушение пожаров

В литрах в секунду

Степень огнестойкости зданий	Категория производства по пожарной опасности	Расход воды на тушение одного пожара здания, сооружения при объеме здания в тыс. м ³ (10 ⁻³)		
		до 1,5	более 1,5 до 3	более 3 до 5
I и II	Г, Д	2,5	5	5
I и II	А, Б, В	5	10	10
III	Г, Д	5	10	10
III	В	5	10	15
IV и V	Г, Д	5	10	25
IV и V	В	7	15	20

Полный расчётный напор насосной установки (H) в метрах устанавливаются по формуле (2.9):

$$H = H_B + H_H + H_{\Pi} \quad (2.9)$$

где H_B – высота всасывания, м;

H_H – высота нагнетания (расстояние по вертикали от верхнего уровня воды до оси горизонтального насоса или середины входных кромок лопастей рабочего колеса вертикального насоса с лопаточным отводом), м;

H_{Π} – потери напора в системе, м.

Насос выбирают по максимальному секунднему расходу воды и полному расчётному напору, используя соответствующие справочники, с соблюдением следующих соотношений (2.10) – (2.11):

$$Q_{\text{нас}} \geq g_c, \quad (2.10)$$

$$H_{\text{нас}} \geq H \quad (2.11)$$

где $Q_{\text{нас}}$ – производительность насоса, м³/сек;

$H_{\text{нас}}$ – напор, обеспечиваемый выбранным насосом, м.

При этом расчётная мощность насоса ($P_{\text{н}}$) в киловаттах будет определяться по формуле (2.12):

$$P_{\text{н}} = \frac{9,81 \cdot g_c \cdot H}{\eta_{\text{н}}} \quad (2.12)$$

где $\eta_{\text{н}}$ – коэффициент полезного действия насоса.

Для центробежных насосов значение коэффициента полезного действия составляет 0,5–0,7, для вихревых – 0,25–0,5, для поршневых – 0,5–0,6.

Расчётную мощность электродвигателя к насосу ($P_{\text{дв}}$) в киловаттах следует рассчитать по формуле (2.13):

$$P_{\text{дв}} = \frac{P_{\text{н}} \cdot k_{\text{зап}}}{\eta_{\text{п}}} \quad (2.13)$$

где $k_{\text{зап}}$ – коэффициент запаса;

$\eta_{\text{п}}$ – коэффициент полезного действия передачи.

Коэффициент запаса учитывает возможные перегрузки и составляет при мощности двигателя до 50 кВт – 1,2 при мощности двигателя более 50 кВт – 1,1.

При проектировании водоснабжения наибольшее распространение нашли осевые и центробежные лопастные насосы. Для подъема воды из скважин широко применяют погружные насосы типа ЭЦВ.

2.3 Проектирование систем горячего водоснабжения

Сельскохозяйственное производство – крупный потребитель горячей воды. Например, на молочных фермах она используется для поения животных, приготовления корма, мойки оборудования, пастеризации и охлаждения молока. Горячая вода также используется обслуживающим персоналом. Нормы потребления горячей воды на молочной ферме показаны в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Нормы потребления и температура горячей воды на различных процессах молочной фермы

Процесс	Норма потребления, литров в сутки на одну голову (одного работника)	Температура, °С
Поение животных	65	12
Мойка оборудования	15	65
Приготовление кормов	10	68
Подмывание вымени	2	40
Пастеризация молока	15	95
Для обслуживающего персонала	10	40

На начальном этапе необходимо определиться с типом установки. В производстве используют **проточные (быстродействующие) и непроточные (емкостные или аккумулирующие) водонагреватели.**

Целью теплового расчета является определение мощности электро-термической установки, порядок расчета которой зависит от выбора алгоритма работы. Алгоритм в свою очередь будет зависеть от назначения установки, нагрузки энергосистемы по мощности во времени, требований к надежности и быстродействию. Кроме того, необходимо учитывать преимущества и недостатки относительно друг друга установок непрерывного и периодического действия [6, 9, 14, 15].

Установленная мощность электротермической установки непрерывного действия ($P_{уст}$) в киловаттах определяется по требуемой тепловой производительности (q), выраженной в килоджоулях в час, и может быть записана формулой (2.14):

$$P_{уст} = \frac{q}{3600 \cdot \eta_T} \cdot k_3 \quad (2.14)$$

где k_3 – коэффициент запаса электротермической установки;

η_T – термический коэффициент полезного действия электротермической установки.

В расчётах коэффициент запаса принимается на уровне 1,1–1,3. Термический коэффициент полезного действия для электродных нагревателей равен 0,85–0,95, для элементных нагревателей – 0,65–0,8.

В свою очередь, тепловая производительность рассчитывается по формуле (2.15):

$$q = m' \cdot c \cdot (T_2 - T_1) \quad (2.15)$$

где m' – производительность установки, кг/ч;

c – удельная теплоемкость нагреваемого материала, кДж/(кг·К);

T_2 и T_1 – конечная и начальная температуры материала, К.

При этом удельная теплоёмкость для воды принимается равной 4,2 кДж/(кг·К).

Установленная мощность электротермической установки периодического действия ($P_{уст}$) в киловаттах находится по формуле (2.16):

$$P_{уст} = \frac{Q}{3600 \cdot \tau \cdot \eta_T} \cdot k_3 \quad (2.16)$$

где Q – количество теплоты, кДж;

τ – время нагрева одной порции материала, ч.

Для расчёта количества теплоты используют зависимость (2.17):

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (2.17)$$

где m – масса одной порции нагреваемого материала, кг;

c – удельная теплоемкость материала, кДж/(кг·К);

ΔT – разность температур в конце и в начале нагрева, К.

Затем по каталогу на электрооборудование выбирается конкретная электронагревательная установка воды с номинальной мощностью больше расчетной.

Среди емкостных электрических водонагревателей наиболее распространен водонагреватель УАП-400/0.9-М1, который предназначен для нагрева воды на животноводческих фермах, в гаражах, мастерских, предприятиях бытового и коммунального назначения. На базе водонагревателей типа УАП разработаны более совершенные емкостные водонагреватели типа САОС.

Наиболее современными являются водонагреватели типа САЗС. Их устройство и технические данные аналогичны водонагревателям типа САОС, но эти водонагреватели оборудованы циркуляционным насосом, что позволяет непрерывно подавать нагретую воду в трубопроводную систему (в автопоилки, для подмывания вымени коров и т. д.).

Электрический нагрев используют также для получения пара в котельных, запаривания кормов и т. д.

В этом случае *потребная тепловая производительность источников тепла для получения пара ($Q_{\text{пар}}$), измеряемая в килоджоулях в час, может быть установлена по формуле (2.18):*

$$Q_{\text{пар}} = G \cdot (i - \lambda) \quad (2.18)$$

где G – суммарный расход пара, кг/ч;

i – энтальпия пара при давлении 20 килопаскаль, кДж;

λ – теплосодержание конденсата при температуре 90 °С.

Значение энтальпии пара при давлении 20 килопаскаль принимают на уровне 2 690 кДж. Теплосодержание конденсата при температуре 90 °С составляет 380 кДж/кг.

С учётом потребной тепловой производительности мощность котлов (P_k) в киловаттах описывается формулой (2.19):

$$P_k = \frac{k \cdot Q_{\text{пар}}}{3600 \cdot \eta} \quad (2.19)$$

где k – коэффициент, учитывающий расход тепла на собственные нужды котельной;

η – коэффициент полезного действия тепловых сетей.

Коэффициент, учитывающий расход тепла на собственные нужды котельной учитывают на уровне 1,02–1,05. Коэффициент полезного действия тепловых сетей принимают равным 0,9–0,94.

Паровые электрические котлы выпускаются электродными. Электродный нагрев обеспечивает котлам простоту конструкции и регулирования мощности, высокую надежность и срок службы, значительные энергетические показатели. Наиболее распространены котлы типа КЭВ, КЭПР. Котлы выпускаются на низкое (КЭВ-0,4) и высокое (КЭВ-6, КЭВ-10) напряжения. Основные данные соответствующих котлов представлены в таблицах 2.4 и 2.5.

Таблица 2.4 – Основные характеристики электродных водогрейных котлов типа КЭВ

Тип котла	Номинальная мощность, кВт	Напряжение, В	Расход воды, м ³ /ч	Минимальное рабочее давление, МПа	Удельное электрическое сопротивление воды при температуре 20 °С, Ом·м	Диапазон регулирования мощности, %
КЭВ-40/0,4	40	380	1,4	0,6	10–70	100–25
КЭВ-60/0,4	60	380	2,2	0,6	10–70	100–25
КЭВ-100/0,4	100	380	3,5	0,6	10–70	100–25
КЭВ-160/0,4	160	380	5,5	0,6	10–70	100–25

Продолжение таблицы 2.4

Тип котла	Номинальная мощность, кВт	Напряжение, В	Расход воды, м ³ /ч	Минимальное рабочее давление, МПа	Удельное электрическое сопротивление воды при температуре 20 °С, Ом·м	Диапазон регулирования мощности, %
КЭВ-250/0,4	250	380	8,6	0,6	10–70	100–25
КЭВ-400/0,4	460	380	13,8	0,6	30–70	100–25
КЭВ-1000/0,4	1 000	380	34,4	1,0	30–70	100–25
КЭВ-2500/6	2 500	6 000	83,8	1,0	20–80	100–50
КЭВ-6000/6	6 000	6 000	206,0	1,0	20–70	100–50

Примечание – Температура воды на входе в котёл 70 °С, на выходе из котла – 90 °С.

Таблица 2.5 – Основные характеристики низковольтных электродных паровых котлов

Тип котла	Номинальная мощность, кВт	Максимальная производительность пара, кг/ч	Допустимые пределы изменения удельного сопротивления воды при температуре 20 °С, Ом·м
КЭПР-160/0,4	160	200	20–70
КЭПР-250/0,4	250	350	20–70
КЭП-25/0,4	25	30	16–64
КЭП-160/0,4	160	215	16–64
КЭП-250/0,4	250	334	16–64
КЭП-400/0,4	400	550	16–64
КЭП-600/0,4	600	809	16–64

2.4 Проектирование систем вентиляции

Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха, химический состав воздуха и запыленность являются основными параметрами, влияющими на физиологическое состояние и продуктивность животных.

Система вентиляции должна обеспечить необходимый воздухообмен и расчетные параметры воздуха в помещениях. Требуемый воздухообмен следует определять исходя из условий поддержания заданных параметров микроклимата помещений и удаления наибольшего количества вредных веществ с учетом холодного, теплого и переходного периодов года.

В таблице 2.6 представлены параметры воздуха, которые должны обеспечить системы отопления и вентиляции.

Таблица 2.6 – Необходимые параметры воздуха в животноводческих помещениях

Помещения	Расчетные параметры воздуха в помещении			
	температура воздуха, °С	относительная влажность, %	скорость движения воздуха, м/с	воздухообмен на один центнер массы животного, м ³ /ч
Коровник	3	85	0,5–1	17
Телятник	10	70	0,5–1	17
Свинарник	12	75	0,4	25
Птичник	12–16	60–70	0,5	100–200

При проектировании систем вентиляции и отопления животноводческих и птицеводческих помещений учитывают количество животных (птицы), их возраст, продуктивность, выделение ими тепла, водяных паров и вредных примесей, климатические условия, способ содержания, содержание углекислого газа и влаги в наружном воздухе, потери тепла через ограждения и другие факторы. Расчеты проводят для зимнего и летнего периодов.

Количество воздуха, необходимого для удаления из помещения избытков влаги ($L_{вл}$) в кубометрах в час определяют по формуле (2.20):

$$L_{вл} = \frac{1,1 \cdot w \cdot n}{d_{в} - d_{н}} \quad (2.20)$$

где w – количество влаги, выделяемой одним животным в виде пара, г/ч;

n – поголовье животных, гол.;

$d_{в}$ – допустимое содержание влаги в воздухе помещения, г/м³;

$d_{н}$ – содержание влаги в наружном воздухе, г/м³.

Данные о количестве тепла, углекислоты и водяных паров, выделяемых разными видами животных, для учёта величины w приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Количества тепла, углекислоты и водяных паров, выделяемых различными видами животными

Вид животных	Живая масса, кг	Количество выделяемых на одну голову:		
		свободного тепла, кДж/ч	углекислоты, л/ч	водяных паров, г/ч
Коровы сухостойные	400	2380	110	350
Коровы лактирующие	600	2880	143	455
Телята в возрасте от одного до трёх месяцев	100	850	42	135
Телята в возрасте от трёх до четырёх месяцев	200	1520	7	240
Свиньи на откорме	100	970	47	132
Куры яичных пород	1,7	28,5	1,7	5,1
Куры мясных пород	3,0	30,2	1,8	5,2

Необходимый воздухообмен по углекислому газу (L_{CO_2}) в кубометрах в час находят по соотношению (2.21):

$$L_{CO_2} = \frac{1,2 \cdot k \cdot n}{C_2 - C_1} \quad (2.21)$$

где k – выделение углекислоты одним животным, л/ч;

C_2 – допустимое содержание углекислоты в воздухе помещения, л/м³;

C_1 – содержание углекислоты в наружном воздухе л/м³.

Выделение углекислоты одним животным принимают по данным таблицы 2.7. В воздухе помещения допустимое содержание углекислоты составляет не более 2,5 л/м³. Содержание углекислоты в наружном воздухе принимают в пределах 0,3–0,4 л/м³.

Допустимый минимальный воздухообмен (L_{min}) в кубометрах в час зависит от вида и массы животных и определяется выражением (2.22):

$$L_{min} = \frac{l \cdot m \cdot n}{100} \quad (2.22)$$

где l – минимальный допустимый воздухообмен на 100 кг живого веса животных, м³/ч [4, 5, 7];

m – масса одного животного, кг.

Вентиляционная норма помещения должна обеспечивать удаление всех вредных в такой степени, чтобы микроклимат внутри помещения был оптимальным. Этому условию удовлетворяет неравенство (2.23):

$$L \geq \begin{cases} L_{\text{вл}} \\ L_{\text{min}} \\ L_{\text{CO}_2} \end{cases} \quad (2.23)$$

В летний период также определяют расход воздуха, необходимый для удаления избыточного тепла. Для этого используют формулу (2.24):

$$L_T = \frac{Q_{\text{изб}} \cdot (1 + \alpha \cdot t_{\text{в}})}{c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})} \quad (2.24)$$

где $Q_{\text{изб}}$ – избыточное тепло в тепловом балансе помещения, удаляемое с вентилируемым воздухом, кДж/ч;

α – температурный коэффициент;

$t_{\text{в}}, t_{\text{н}}$ – температура соответственно внутреннего и наружного воздуха, °С;

c – теплоёмкость, кДж/м³·°С.

В целях расчёта температурный коэффициент принимают равным 1/273, а теплоёмкость 1,3 кДж/м³·°С.

Часовая кратность обмена воздуха в помещении (k) рассчитывается из соотношения (2.25):

$$k = \frac{L}{V_{\text{п}}} \quad (2.25)$$

где L – наибольший расчётный воздухообмен, м³/ч;

$V_{\text{п}}$ – внутренний объём помещения, м³.

При часовой кратности обмена воздуха меньшей или равной трём единицам обычно принимают вентиляцию с естественным побудителем. Кратность воздухообмена без подогрева воздуха должна быть не более пяти.

Для выбора вентиляционного оборудования необходимо рассчитать напор вентилятора (H) в паскалях. Для этого используют формулу (2.26):

$$H = \frac{v^2}{16,6} \cdot \left(\frac{l}{50 \cdot d} + \sum \beta \right) \quad (2.26)$$

где v – скорость движения воздуха в трубе, м/с;

l – длина воздухопровода, м;

d – внутренний диаметр трубы, м;

$\sum \beta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений, Па.

Скорость движения воздуха в трубе принимается равной 10–15 м/с.

В зависимости от расчетных значений воздухообмена и напора по каталогу выбирают вентилятор, наиболее близко соответствующий расчетным данным. После этого вычисляют расчетную мощность электродвигателя ($P_{дв}$) в киловаттах по формуле (2.27):

$$P_{дв} = \frac{L \cdot H}{1000 \cdot \eta_{вент} \cdot \eta_{п}} \quad (2.27)$$

где $\eta_{вент}$ – коэффициент полезного действия вентилятора;

$\eta_{п}$ – коэффициент полезного действия передачи.

В расчётах коэффициент полезного действия вентилятора принимают в пределах: для центробежных вентиляторов – 0,4–0,6; для осевых вентиляторов – 0,2–0,3.

Для вентиляции животноводческих помещений выпускают комплекты оборудования «Климат». В комплекты входят осевые электрические вентиляторы № 4, 5, 6 и 7 с плавным регулированием частоты вращения, станция

управления ШАП-5601 с панелью датчиков ОЗА2Д, автотрансформатор АТ-10 и магнитные пускатели с кнопочными станциями.

Комплект электрооборудования «Климат-8» рассчитан на совместную работу с теплогенераторами. В комплект электрооборудования входят: низконапорные вентиляторы осевого типа ВО с защитными автоматическими выключателями; станция управления ШАП-12А-2 с панелью датчиков

2.5 Проектирование электроотопительных установок

Отопление животноводческих помещений необходимо в тех случаях, когда выделение теплоты животными недостаточно для компенсации потерь теплоты через ограждающие конструкции, для нагрева приточного и инфильтрующегося воздуха, для испарения влаги со смоченной и открытой водной поверхностей, из помета и глубокой подстилки, а также когда дальнейшее увеличение термического сопротивления ограждений экономически нецелесообразно по сравнению с системой искусственного отопления.

Электрические отопительные установки по способу распределения теплоты подразделяются на установки местного обогрева и комбинированные, представляющие собой сочетание общего и местного обогрева. Системы местного обогрева выполняют, применяя электротермические установки и устройства. Для небольших ферм используют системы общего электроотопления, которые работают от электрокалориферных установок, а также от котельных с паровыми или водогрейными котлами, паровыми или водяными калориферами, батареями или трубами отопления.

Мощность системы электроотопления определяют из уравнения баланса тепловых потоков. С учётом этого уравнения теплопроизводительность отопительной системы ($Q_{от}$) в килоджоулях в час животноводческого помещения определяется равенством (2.28):

$$Q_{от} = Q_{огр} + Q_{в} + Q_{исп} - Q_{ж} - Q_{эу} \quad (2.28)$$

где $Q_{огр}$ – потери теплоты через ограждения, кДж/ч;

$Q_{в}$ – потери теплоты с удаляемым воздухом (на вентиляцию), кДж/ч;

$Q_{исп}$ – потери теплоты на испарение влаги, кДж/ч;

$Q_{ж}$ – количество теплоты, выделяемое животными в единицу времени, кДж/ч;

$Q_{эу}$ – тепловыделения работающих в помещении электроустановок (электропривод, освещение), кДж/ч.

Для расчёта потерь теплоты через ограждения используют формулу (2.29):

$$Q_{огр} = q_0 \cdot V \cdot (t_{вн} - t_{нар}) \quad (2.29)$$

где q_0 – удельная тепловая характеристика помещения, кДж/м³·°С·ч;

V – объём помещения, м³;

$t_{вн}$ – оптимальная температура воздуха внутри помещения, °С;

$t_{нар}$ – самая низкая температура воздуха самого холодного зимнего месяца, °С.

При этом объём помещения можно определить из выражения (2.30):

$$V = V_{уд} \cdot N \quad (2.30)$$

где $V_{уд}$ – удельный объём помещения, м³/гол.;

N – поголовье животных (птицы).

При использовании формул (2.29) – (2.30) удельная тепловая характеристика помещения и удельный объём помещения определяются по данным таблицы 2.8. Оптимальную температуру воздуха внутри помещения необходимо принять по данным таблицы 2.6.

Потери теплоты на испарение влаги можно приближённо принять в пределах 10–20 % от тепловых потерь через ограждение, используя формулу (2.31):

$$Q_{исп} \approx (0,1 - 0,2) \cdot Q_{огр} \quad (2.31)$$

Таблица 2.8 – Удельные характеристики помещений

Вид помещения	Удельная тепловая характеристика помещения, кДж/м ³ ·°С·ч	Удельный объем помещения на одну голову, м ³ /гол.
Помещение для содержания крупного рогатого скота	0,174	17
Помещение для телят	0,291	10
Помещение для свиней	0,174	6
Помещение для содержания птицы	0,756	0,3–0,4

Потери теплоты с вентиляционным воздухом определяют по формуле (2.32):

$$Q_v = L \cdot c \cdot \gamma_n \cdot (t_{вн} - t_{нар}) \quad (2.32)$$

где L – вентиляционная норма помещения, м³/ч;
 c – удельная теплоемкость воздуха, кДж/кг·°С;
 γ_n – плотность наружного воздуха, кг/м³.

При этом плотность воздуха при любой температуре вычисляют, используя выражение (2.33):

$$\gamma_n = \gamma_{20} \cdot \left(1 + \frac{t - 20}{273}\right) \quad (2.33)$$

где γ_{20} – плотность воздуха при температуре 20 °С, кг/м³;
 t – температура холодного воздуха, °С.

Плотность воздуха при температуре 20 °С составляет 1,29 кг/м³.

Выделение теплоты животными, зависит от вида и возраста животных, температуры воздуха внутри помещения и относительной влажности. Для его расчёта применяют формулу (2.34):

$$Q_{ж} = q_0 \cdot N \cdot K_v \cdot K_t \quad (2.34)$$

где q_0 – удельные тепловыделения животных при стандартных условиях, кДж/ч·гол.;

K_B – коэффициент, учитывающий влияние изменения влажности на тепловыделения животных;

K_t – коэффициент, учитывающий влияние изменения температуры на тепловыделения животных.

При использовании формулы (2.34) удельные тепловыделения животных при стандартных условиях учитывают по данным таблицы 2.7. Значения коэффициентов K_B и K_B принимают из таблицы 2.9.

Таблица 2.9 – Поправочные коэффициенты для определения тепловыделения животных при различных температурах воздуха в помещении

Температура воздуха в помещении, °С	Коэффициенты для определения количества					
	свободной теплоты			водяных паров		
	для крупного рогатого скота	для свиней	для птицы	для крупного рогатого скота	для свиней	для птицы
-5	1,43	1,59	–	0,67	0,72	–
0	1,21	1,25	–	0,76	0,85	–
+5	1,21	1,08	–	0,86	0,98	–
+10	1,00	1,00	1,08	1,00	1,00	0,90
+15	0,85	0,86	1,00	1,24	1,13	1,00
+20	0,62	0,67	1,00	1,70	1,50	1,00
+24	–	–	1,05	–	–	1,05

Выделение теплоты работающими в помещении электрическими установками ($Q_{эу}$) находят по формуле (2.35):

$$Q_{эу} = Q_{э.д.} + Q_{э.о.} \quad (2.35)$$

где $Q_{э.д.}$ – тепловой поток, выделяемый работающими в помещении электрическими двигателями, кДж/ч;

$Q_{э.о.}$ – тепловой поток, выделяемый источниками света, кДж/ч.

В расчётах учитывают тепловой поток только круглосуточно работающих электродвигателей (например, привод вытяжной вентиляции), который рассчитывают, используя выражение (2.36):

$$Q_{\text{э.д.}} = \sum P \cdot 3600 \quad (2.36)$$

где $\sum P$ – суммарная мощность электродвигателей, кВт.

Число двигателей принимается в соответствии с типовым проектом животноводческого помещения.

При определении потока теплоты от источника света следует учитывать только источники, работающие круглосуточно (например, лампы дежурного освещения). При этом используют формулу (2.37):

$$Q_{\text{э.о.}} = \sum P_{\text{осв}} \cdot 3600 \quad (2.37)$$

где $\sum P_{\text{осв}}$ – суммарная мощность ламп, кВт.

Мощность общего освещения можно определить по удельной мощности освещения, рекомендуемой для животноводческих помещений. Он составляет в пределах 12–15 Вт/м². Мощность светильников дежурного освещения необходимо принять в пределах 10 % от мощности общего освещения.

В результате, мощность системы электроотопления ($P_{\text{от}}$) в ваттах составит значение, устанавливаемое по формуле (2.38):

$$P_{\text{от}} = \frac{Q_{\text{от}}}{\eta_{\text{т}}} \quad (2.38)$$

где $\eta_{\text{т}}$ – тепловой коэффициент полезного действия, учитывающий потери тепла в системе отопления.

Тепловой коэффициент полезного действия при использовании электрокалориферов, установленных в отдельных помещениях, принимают равным 0,95, при использовании электродвигательных – от 0,9 до 0,92, при передаче тепла по теплотрассе от 0,75 до 0,85.

В качестве нагревательных устройств прямого конвективного подогрева воздуха помещений используют электрокалориферы. Наибольшее распространение получили электрокалориферные установки СФ0А16-100/0,5, СФ0А5/0,5ТЦ-М2/1 и СФ0А10/0,5ТЦ-М2/2 мощностью от 5 до 94 киловатт.

В зонах с непродолжительным отопительным периодом или в целях снижения затрат на прокладку теплотрасс целесообразно применять теплогенераторы ТГ-1,5, ТГ-2,5, ТГ-3,5 и ГТТ-180, ГТГ-125, ОТГ-180. При использовании калориферов в качестве теплоносителя предусматривается перегретая вода.

Установки местного обогрева. Средства местного обогрева используют для уменьшения мощности общего отопления и создания в месте нахождения молодняка или больных животных зоны повышения температуры. *Устройства местного обогрева в зависимости от способа передачи теплоты к животным и птице подразделяются на средства лучистого (инфракрасного), конвективного (электрообогреваемые панели, электроконвекторы), контактного обогрева (электрообогреваемые полы, площадки, коврики) и комбинированного обогрева.*

Мощность местного обогрева ($P_{\text{мо}}$) в ваттах определяется по удельной мощности обогрева с учётом соотношения (2.39):

$$P_{\text{мо}} = \frac{P_{\text{уд}} \cdot N \cdot f}{\eta_{\text{э}}} \cdot k_{\text{з}} \quad (2.39)$$

где $P_{\text{уд}}$ – удельная поверхностная мощность нагрева пола, Вт/м²;
 N – число обогреваемых животных на одной площадке, гол.;
 f – удельная площадь обогрева на одно животное, м²/гол.;
 $\eta_{\text{э}}$ – энергетический коэффициент полезного действия;
 $k_{\text{з}}$ – коэффициент запаса.

При использовании формулы (2.39) энергетический коэффициент полезного действия для инфракрасных ламп составляет 0,7–0,8, для обогреваемых ковриков – 0,8–0,85. Коэффициент запаса принимается равным 1,1–1,3.

Таблица 2.10 – Исходные данные для расчета мощности местного обогрева

Вид животного или птицы	Рекомендуемая температура пола, °С	Удельная поверхностная мощность, Вт/м ²	Удельная площадь обогрева на одно животное, м ² /гол.
Поросята	28–32	160–250	1–1,2
Телята от 20 до 120 дней	19–29	150	1,2
Цыплята старше 30 дней	35	150–300	0,03–0,08

При использовании в устройствах местного обогрева в качестве нагревательного элемента нагревательных проводов и кабелей расчет ведется с использованием их технических характеристик, которыми являются:

- погонная мощность ($P_{\text{пог}}$), кВт/м;
- погонное сопротивление ($r_{\text{пог}}$), Ом/м.

При этом число нагревательных элементов (Z) определяется по общей потребной мощности электрообогреваемого пола ($P_{\text{мо}}$, кВт) и максимально допустимой мощности нагревательного элемента (P_{lmax} , кВт) соотношением (2.40):

$$Z = \frac{P_{\text{мо}}}{P_{\text{lmax}}} \quad (2.40)$$

Максимально допустимая мощность одного нагревательного элемента рассчитывается по характеристикам нагревательного провода по формуле (2.41):

$$P_{lmax} = \sqrt{\frac{P_{\text{пог}}}{r_{\text{пог}}}} \cdot U_{\text{ф}} \quad (2.41)$$

где $U_{\text{ф}}$ – фазное напряжение питания, В.

При системе комбинированного отопления мощность системы общего отопления уменьшается на величину мощности устройства местного обогрева. При расчете нагреваемого пола можно воспользоваться методикой, рассмотренной в рекомендуемой литературе [6, 9].

Обогрев в защищенном грунте. В закрытом грунте применяется три вида обогрева – почвенный, воздушный и почвенно-воздушный. Агротехническим требованиям наиболее полно отвечает почвенно-воздушный обогрев, который по затратам энергии наиболее экономичен. В теплицах при почвенно-воздушном обогреве расход тепла почти в два раза меньше, чем при почвенном обогреве. В парниках, где объем воздуха сравнительно мал, в большинстве случаев ограничиваются только почвенным обогревом.

Наиболее распространенные способы электрообогрева почвы и воздуха в парниках и теплицах – это элементный и электрокалориферный. Электродный способ обогрева почвы не получил широкого распространения вследствие повышенной электроопасности и больших расходов листовой стали на электроды. Для почвенного и воздушного обогрева используют сетевое напряжение 380/220 В или пониженное (от 12 до 127 В).

Мощность установок электрообогрева определяют из уравнения теплового баланса культивационного помещения. Она должна быть достаточной для компенсации потерь теплоты в окружающую среду в самом тяжелом – ночном режиме, когда отсутствует солнечная радиация, а расчетная наружная температура имеет минимальное значение.

В практических расчетах мощность обогрева в защищенном грунте ($P_{\text{з.г.}}$) в ваттах определяют по приближенной зависимости из выражения (2.42):

$$P_{з.г.} = \alpha \cdot F \cdot (T_{в} - T_{н}) \quad (2.42)$$

где α – приведенный коэффициент теплопередачи через остекления парников и теплиц, Вт/(м²·°С);

F – площадь поверхности ограждения, м²;

$T_{в}$ – температура воздуха в сооружении, К;

$T_{н}$ – расчетная температура наружного воздуха, К.

При изменении скорости ветра от нуля до десяти метров в секунду значение α изменяется от 4 до 12 Вт/(м²·°С).

Для ориентировочного расчёта мощности обогрева в защищённом грунте может быть использована формула (2.43):

$$P_{з.г.} = P_F \cdot F \quad (2.43)$$

где P_F – удельная установленная мощность обогрева, кВт/м².

Возможные пределы удельной установленной мощности систем электрообогрева и расхода электроэнергии на обогрев парников весенних пленочных теплиц приведены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Удельная мощность систем электрообогрева парников и теплиц

Объект	Удельная установленная мощность систем электрообогрева, Вт/м ²	Удельный расход электроэнергии на обогрев, кВт·ч/м ² в год
Парники	160–240	30–300
Теплицы	130–400	180–400

Расчетную мощность обогрева, определенную по формулам (2.42) и (2.43), распределяют между почвой и воздухом в соотношении: для теплиц один к одному или один к двум, для парников – один к одному или два к одному. Нагревательные элементы почвенного и воздушного обогрева рассчитывают отдельно. При использовании нагревательных проводов основные параметры

устройства обогрева почвы можно определять по методике выбора параметров обогреваемых полов [6, 14, 15].

2.6 Проектирование облучательных установок

Ультрафиолетовое облучение сельскохозяйственных животных и птиц применяется для компенсации недостатка природного ультрафиолетового излучения в осенне-зимний период.

Проектирование облучательных установок обычно производят в следующей последовательности:

1. Устанавливают исходные данные: возраст животных; способ их содержания; размеры площади, занятой животными; высоту помещения.

2. Выбирают дозу облучения. Доза облучения (H_v) зависит от вида и возраста животных, а также от способа их содержания. Численные значения суточной дозы приведены в таблице 2.12.

3. Определяют расчетную высоту. За расчетную высоту (h_p) принимается расстояние от облучателя до уровня спины животных. Минимальная расчетная высота показана в таблице 2.12.

4. Выбирают тип облучателя. Для стационарных облучательных установок целесообразно использовать облучатели: ЭО1-ЗОМ, ОЭ-1, ОЭ-2, ОЭСП02.

5. Определяют расстояние между облучателями. Облучатели размещаются над облучаемой поверхностью равномерно. Наиболее распространенным вариантом размещения облучателей является размещение по вершинам квадрата. При этом сторона квадрата (L) в метрах устанавливается по формуле (2.44):

$$L = \lambda \cdot h_p \quad (2.44)$$

где λ – относительное расстояние между облучателями.

Для большинства облучателей относительное расстояние между облучателями устанавливается на уровне 1,2–1,4.

Таблица 2.12 – Рекомендуемые суточные дозы витального облучения

Вид и возраст группы	Суточная доза, эр·С/м ²	Предельно допустимая облученность, эр/м ²	Длительность облучения, ч	Предельно допустимая неравномерность облучения	Минимальная расчетная высота, м	Режим облучения
Коровы и быки	972–1 058	0,930	до 11	0,74	1,2–1,5	два раза в сутки
Телята старше 6 месяцев	576–648	0,570	до 9	0,78		
Телята до 6 месяцев	432–504	0,430	до 8	0,73		
Свиньи	288–324	0,230	до 6	0,75	1,5	два раза в сутки
Поросята	216–288	0,830	до 3	0,57		три раза в сутки
Куры при напольном содержании	72–90	0,150	до 6	0,80	2–2,2	три раза в сутки
Куры при клеточном содержании	144–180	0,750	до 6	0,80	2–2,2	три раза в сутки

6. Определяют число облучателей с использованием формулы (2.45):

$$N = \frac{a \cdot b}{L^2} \quad (2.45)$$

где a и b – размеры облучаемой поверхности, м.

7. Рассчитывают мощность облучательной установки точечным методом, что обусловлено малым коэффициентом отражения ультрафиолетовых лучей ограждающими поверхностями. Определяют облученность в контрольных точках как сумму облученностей, создаваемых каждым облучателем в данной точке, что выражается формулой (2.46):

$$E_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n E_{\Sigma i} \quad (2.46)$$

где E_{Σ} – суммарная облученность в i -й контрольной точке, эр/м²;
 $E_{\Sigma i}$ – облученность в i -й точке, созданная облучателем, эр/м².

При этом для определения облученности в i -й точке, созданной облучателем, используют формулу (2.47):

$$E_{\Sigma i} = \frac{I_{\Sigma \alpha_i} \cdot (\cos \alpha_i)^3}{h_p^2} \quad (2.47)$$

где $I_{\Sigma \alpha_i}$ – сила эритемного излучения облучателя в данном направлении, эр/ср;
 α_i – угол между вертикалью и линией, соединяющей облучатель с i -точкой.

Сила эритемного излучения облучателя в данном направлении определяется по таблице 2.13. Схему размещения облучателей в животноводческом помещении демонстрирует рисунок 2.1.

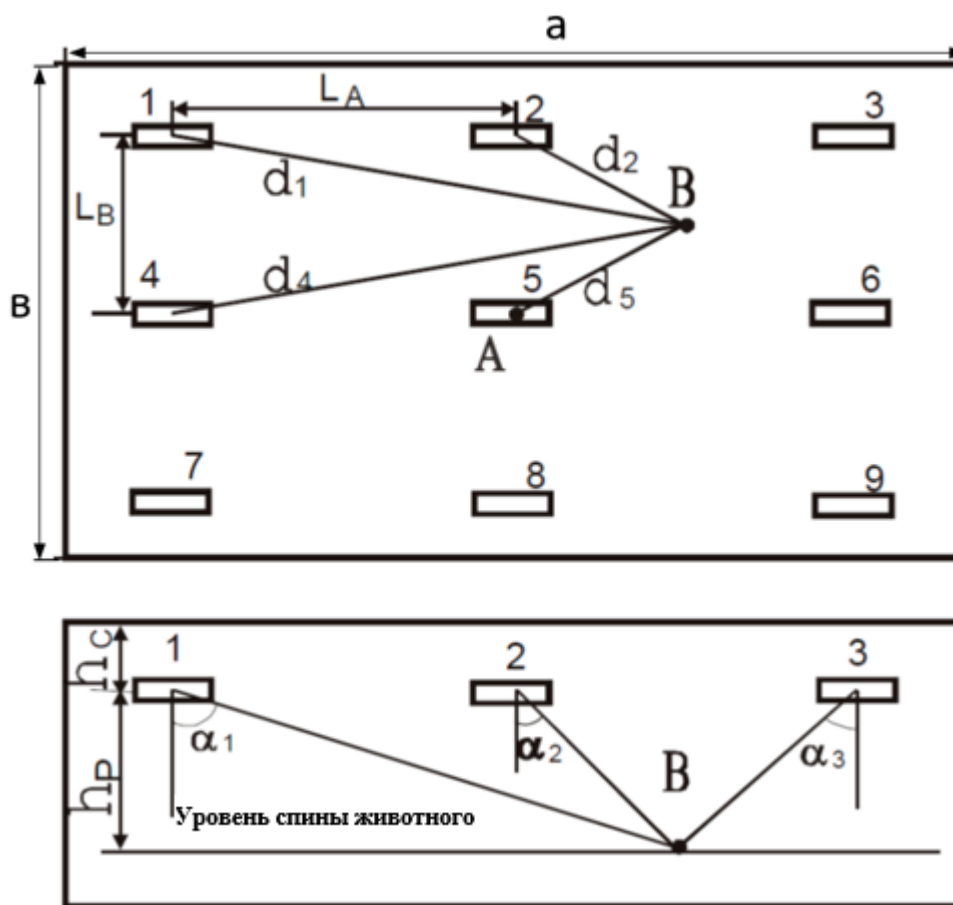
Таблица 2.13 – Сила эритемного и бактерицидного излучения облучателей

Тип облучателя	Единица измерения	Значение угла, градус									
		0	5	15	25	35	45	55	65	75	85
УОРКШ, УО-4М	эр/ср	0,95	0,91	0,89	0,85	0,85	0,83	0,80	0,48	0,00	0,00
УОК-1	эр/ср	0,96	0,92	0,90	0,86	0,86	0,84	0,80	0,49	0,00	0,00
ОЭСП02	эр/ср	0,34	0,33	0,31	0,30	0,29	0,26	0,25	0,23	0,19	0,14
ЭО1-30	эр/ср	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,15	0,14	0,08	0,03	0,00
ОБУ1-15	бк/ср	0,36	0,64	0,57	0,63	0,61	0,63	0,54	0,45	0,35	0,00
ОБУ1-30	бк/ср	1,08	1,26	1,70	1,89	1,82	1,09	1,62	1,35	1,02	0,00

8. Рассчитывают коэффициент неравномерности облученности. Для расчёта коэффициента применяют формулу (2.48):

$$z = \frac{E_{\Sigma min}}{E_{\Sigma max}} \quad (2.48)$$

где $E_{\Sigma min}$, $E_{\Sigma max}$ – минимальная и максимальная облученности, эр/м².



h_p – расчетная высота облучателя; h_c – высота свеса облучателя;
 L_A – расстояние между облучателями в ряду; L_B – расстояние между рядами
 Рисунок 2.1 – Размещение облучателей в помещении

Если в результате расчетов получилось:

1) максимальная облучённость больше предельно допустимой облучённости, приведённой в таблице 2.12;

2) коэффициент неравномерности облучения меньше, либо равен предельно допустимой неравномерности облучения, значения которой указаны в таблице 2.12,

все расчеты следует выполнить снова, изменив число облучателей и расстояние между ними.

9. С использованием формулы (2.49) рассчитывают суммарную мощность облучательных установок:

$$P = P_{\text{л}} \cdot N \quad (2.49)$$

где $P_{\text{л}}$ – мощность одной облучательной установки, кВт.

Эритемный облучатель типа ЭО-1-30 предназначен для одновременного ультрафиолетового облучения и дополнительного освещения сельскохозяйственных животных и птиц.

При содержании животных в станках или стойлах, а птицы в клетках применяют передвижные облучающие установки с лампами ОРК-2. Для облучения поросят лампы подвешивают на несущих тросах, которые натягивают над серединой ряда станков. Лампы передвигают над станками со скоростью 0,3 м/мин.

Наиболее распространенными источниками ультрафиолетовых лучей являются ртутно-кварцевые лампы ПРК-2 и ПРК-7, эритемные люминесцентные лампы ЭУВ-30, бактерицидные лампы БУВ-15, БУВ-30, БУВ-30П и БУВ-60П. Прямые ртутно-кварцевые лампы ПРК генерируют мощный поток ультрафиолетового излучения с длинами волн от 240 нанометров до границ видимого спектра, захватывая в основном области УФ-А и УФ-В. Поэтому они применяются с профилактической и лечебными целями в животноводческих помещениях.

Всероссийский институт электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ) разработал передвижную установку УО-4М для ультрафиолетового облучения сельскохозяйственных животных и птиц. Эта установка состоит из приводной станции, несущей конструкции облучателей с лампами. В приводную станцию входят электродвигатель трехфазного тока мощностью 0,27 кВт, редуктор, реверсивный переключатель и щиток с пускорегулирующей аппаратурой.

Характеристики некоторых облучательных установок приведены в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Технические характеристики некоторых облучательных установок

Тип установки	Тип источника	Количество источников в установке	Потребляемая мощность, Вт	Число обслуживаемых животных или площадь	Вид установки	Высота подвеса, облучателя, м
ОЭСП02	ЛЭР-40 ЛБР-40	1	100	две коровы или 8–10 м ²	стационарный	2–2,5
ОБН-150	ДБЗ0-1	2	70	две коровы или 8–10 м ²	стационарный	настенный
ОРК-1 ОРК-2	ДРТ-400	1	500	небольшие группы животных	переносной	2–2,5
УО-4М	ДРТ-400	4	2 000	100 коров или 800 поросят	подвижная	высота здания
УОК-1	ДРТ-400	2	1 500	20 000 кур	подвижная	высота здания
ИКУФ-1м	ЛЭ-15	1	520	два помета в свиноматке или на 4 м ² площади	стационарный	0,5–0,7
	ИКЗК 250	2			стационарный	
«Луч»	ЛЭ-15	1	520		стационарный	0,5–0,7
	ИКЗК-250	2				

Бактерицидные облучательные установки применяются при стерилизации воды, воздуха, тары, продуктов, почвы. При проектировании бактерицидных облучательных установок применяют следующий порядок расчета:

1. Устанавливаются исходные данные: производительность и размеры установки, скорость перемещения обрабатываемого материала и время его нахождения в установке.

2. Определяют бактерицидную облучённость (E_6) в беккерель на метр по формуле (2.50):

$$E_6 = - \frac{K \cdot \ln \frac{n}{n_0}}{t} \quad (2.50)$$

где K – коэффициент сопротивляемости микроорганизмов, бк·с/м²;
 $\frac{n}{n_0}$ – фактическое и предельно допустимое число микроорганизмов.

3. Вычисляют расчетную бактерицидную облучённость ($E_{б.р.}$) в беккерель на квадратный метр с применением формулы (2.51):

$$E_{б.р.} = E_0 \cdot I^{\alpha \cdot e} \quad (2.51)$$

где α – коэффициент ослабления бактерицидного потока средой;

$I^{\alpha \cdot e}$ – кратчайшее расстояние от расчетной точки до источника, м.

4. Выбирают тип облучателя и источника бактерицидных лучей.

Далее по расчетному значению бактерицидной облученности точечным методом устанавливают количество источников излучения и мощность всей установки.

3 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

При всем многообразии принципиальных электрических схем, независимо от степени сложности, каждая из них представляет собой сочетание определенным образом составленных достаточно простых типов функциональных узлов и элементарных электрических цепей.

В проектной практике разработку принципиальной электрической схемы рекомендуется вести в следующем порядке:

- 1. Задаются технические требования к установке.**
- 2. На основании требований формируется перечень функций, решаемых установкой.**
- 3. Составляется структурная схема. Ставятся условия и последовательность действия схемы.**
- 4. Каждое из заданных условий изображается в виде тех или иных элементарных узлов или цепей.**
- 5. Элементарные цепи и узлы объединяются в общую схему.**
- 6. Производится выбор аппаратуры и электрический расчет элементов неправильной работы.**
- 8. Рассматриваются возможные варианты, и принимается окончательное решение.**

Разработка принципиальных схем содержит определенные элементы творчества. Схема должна быть максимально упрощена и минимизирована.

При разработке схем управления электрооборудованием учитываются следующие требования:

– наряду с автоматическим управлением, электроприемник обязательно должен иметь ручное управление;

– выбор режима работы осуществляется переключателем, совмещение функции выбора режима и управления в одном аппарате не рекомендуется;

– не должно быть одновременное управление электроприемником с разных мест.

Одним из существенных вопросов проектирования схем управления технологическим оборудованием является выбор схемы питания и аппаратов защиты. При этом руководствуются следующими соображениями: цепи управления допускается питать от главных (силовых) цепей или от постороннего источника при схемах управления.

К аварийным или ненормальным режимам работы электроустановок относятся короткие замыкания и тепловые перегрузки электрооборудования и электропроводов из-за длительного прохождения по ним повышенного тока. Наиболее опасны короткие замыкания, так как ток повышается в десятки и сотни раз, тепловые и динамические воздействия могут привести к разрушению всей установки.

Аппаратура управления и защиты, устанавливаемая в схеме электропитания приборов и средств автоматизации, должна обеспечивать включение и отключение электроприемников и участков сетей, предусмотренных технологией работ, а также для ревизий и перезагрузок, если они есть.

К схемам предъявляются следующие требования: надежность, простота и экономичность, четкость действия схемы в аварийных ситуациях (безопасность обслуживания, предотвращение дальнейшего развития аварии), удобство оперативной работы, удобство эксплуатации, четкость оформления.

Принципиальные электрические схемы выполняют в соответствии с требованиями государственных стандартов по правилам выполнения схем, условным графическим обозначениям, маркировке цепей и буквенно-цифровым обозначениям элементов схем [4, 7].

1. Элементы на схеме изображаются в виде условных графических обозначений. В соответствии с требованиями Единой системы конструктор-

ской документации, обозначения образуются из простых геометрических фигур: квадратов, прямоугольников, окружностей, треугольников, а также из сплошных и штриховых линий и точек. При изображении на одной схеме разных функциональных цепей допускается различать их толщиной линии, например, цепи питания показывать более толстыми линиями. Линии выполняются толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров условных графических обозначений. Графическое пересечение линий связи изображается под прямым углом, а место соединения линий электрической связи с помощью точки.

2. Графическое обозначение элементов и соединяющих линий должны обеспечивать наилучшее представление о взаимодействии составных частей. Линии связи должны быть из горизонтальных и вертикальных отрезков, иметь наименьшее количество изломов и пересечений. Расстояние между соседними параллельными линиями должно быть не менее 3 мм. Линии связи, как правило, показываются полностью. Допускается обрывать линии для лучшего чтения схем, обрыв заканчивается стрелкой и соответствующей надписью. На принципиальных электрических схемах могут при необходимости показываться элементы пневматических, гидравлических или кинематических схем, а также элементы, не входящие в данную установку, но необходимые для разъяснения принципа ее работы. Графическое обозначение таких элементов и устройств отделяют штрихпунктирными линиями и помещают надпись, указывающую местонахождение элемента и данные о нём.

3. Контакты аппаратов, работающих в других схемах, на данной схеме обводят тонкой сплошной линией, около которой приводят обозначения аппарата и ссылку на номер чертежа схемы, в которую аппарат включен.

4. Схемы, как правило, выполняются для устройств, находящихся в отключенном состоянии.

5. *Элементы и устройства на принципиальных электрических схемах могут выполняться совмещенным и разнесенным способами. При совмещенном способе составные части элемента (например, катушки, контакты и др.) изображаются на схеме в непосредственной близости друг к другу (как бы в собранном виде). При разнесенном способе составные части элементов и устройств изображаются на схеме в разных местах для наглядности. В этом случае схема состоит из ряда частей, расположенных слева направо и сверху вниз, в порядке последовательности действия отдельных элементов (строчный способ).*

6. *Механическая связь на принципиальных электрических схемах изображается штриховой линией или двумя параллельными линиями.*

7. *Электрические машины, трансформаторы и другие элементы на схемах могут изображаться упрощенным или развёрнутым способом. Все зависит от того, с какой целью выполняется принципиальная схема.*

8. *Если в изделии имеется несколько одинаковых элементов, соединенных последовательно, то допускается изображать первый и последний элементы, а связь между ними показывать штриховыми линиями. При параллельном соединении элементов функциональная группа может изображаться одной ветвью.*

9. *Все элементы принципиальной электрической схемы должны иметь позиционные обозначения, проставленные рядом справа или вверху. Позиционные обозначения в общем случае состоят из трех частей, записываемых подряд без разделительных знаков и пробелов. Позиционные обозначения образуются с применением букв латинского алфавита и цифр. Буквы и цифры должны выполняться одним шрифтом. Первая часть позиционного обозначения выполняется с помощью одно- или двухбуквенного кодов (например, КМ – магнитный пускатель). Причем если в схеме содержится, только один из группы элементов, имеющих общий буквенный код, то для первой части его*

позиционного обозначения используется однобуквенный код, в противном случае двухбуквенный (например, если в схеме есть, только пускатели и нет реле, то пускатели обозначаются К1, К2, и т. д., но если есть пускатели и реле, то пускатель будет обозначаться КМ, а реле в зависимости от напряжения также двухбуквенным кодом).

Во второй части позиционного обозначения приводится порядковый номер элемента в пределах данного вида.

Третья часть позиционного обозначения (она может отсутствовать) соответствует функциональному назначению элемента (например, КН4 – реле, которое имеет порядковый номер 4 и используется для сигнализации).

Если необходимо обозначить контакт какого-либо элемента, после позиционного обозначения следует поставить знак «:» и цифру, указывающую номер (например, КН4:3 указывает, что это третий контакт сигнального реле 4). Рядом с условно графическим обозначением на принципиальной схеме допускается указывать технические данные элемента (номинальные значения параметров и т. д.), а на свободном поле схемы временные диаграммы, таблицы коммутации и др.

10. Цепи принципиальной электрической схемы маркируют арабскими цифрами, перед которыми проставляются буквы АВС (для маркировки фаз) и N (для маркировки нуля). Входные и выходные участки цепей постоянного тока маркируют с указанием полярности «+», «-».

11. На схемах допускается помещать поясняющие надписи и указывать в характерных точках величины токов, напряжений, а также указывать характеристики входных и выходных цепей (частота, напряжение, сила тока).

12. Для пояснения работы принципиальной схемы составляется специальная таблица, помещаемая справа от изображения. В таблице записывается назначение цепи и входящих в нее элементов. Все элементы, входящие в

изделие, на принципиальной электрической схеме должны быть однозначно определены.

Выбранная стандартная или разработанная схемы управления должна удовлетворять требованиям технологического процесса и иметь определенные преимущества по сравнению с другими, аналогическими схемами управления. В курсовом проекте это должно быть подробно доказано и обосновано. Разработанная схема должна быть представлена на чертеже, а в тексте курсового проекта приведено описание её работы.

Описание принципиальной схемы рекомендуется давать в виде своеобразных тезисов, каждый из которых в короткой и ясной форме поясняет основную функцию одной или нескольких элементарных цепей. Ниже приведен фрагмент описания некой абстрактной принципиальной электрической схемы: «Пуск и останов технологического оборудования осуществляется при помощи постов управления SB4...SB25. О запуске оборудования свидетельствует загорание сигнальных ламп HL1...HL11. В схеме предусмотрена обратная последовательность пуска транспортеров. Это сделано для предотвращения завалов продукции при их пуске. С этой целью применена система блокировок с использованием блок-контактов КМ 1:2, КМ 2:2, КМ 3:2, КМ 4:2. Для вывода технологического оборудования в наладочный режим работы в схеме предусмотрены переключатели SA1...SA4».

4 РАСЧЕТ И ВЫБОР ПУСКОЗАЩИТНОЙ АППАРАТУРЫ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Согласно Правил устройства электроустановок (далее – ПУЭ), для электродвигателей переменного тока должна предусматриваться защита от коротких замыканий, от токов перегрузки и защита минимального напряжения.

Для защиты электродвигателей от коротких замыканий должны применяться предохранители или автоматические выключатели с электромагнитными расцепителями. Защита от перегрузки должна предусматриваться в тех случаях, когда возможны технологические перегрузки рабочих машин, на приводе которых установлен электродвигатель и выполняться тепловыми реле или тепловыми расцепителями автоматических выключателей.

Для электродвигателей с повторно-кратковременным режимом работы защиту от перегрузки не устанавливают. Защита от коротких замыканий должна предусматриваться во всех фазах. Защита от перегрузок должна выполняться, как минимум, в двух фазах. Все виды защиты допускается осуществлять соответствующими расцепителями, встроенными в один аппарат.

Исходными данными для выбора защитной аппаратуры являются:

- характеристика питающей сети (напряжение, род тока, частота и т. д.);
- режим работы электродвигателей и их паспортные и каталожные данные;
- значения коэффициентов загрузки и одновременности;
- рабочие и пусковые токи электродвигателей;
- условия окружающей среды.

Выбор предохранителей. К основным параметрам предохранителей относят номинальный ток, номинальное напряжение и предельно отключаемый ток.



Рисунок 4.1 – Основные условия выбора плавких предохранителей

Номинальное напряжение предохранителя (U_n) должно быть равно или больше напряжения электроустановки ($U_{нс}$), которую он защищает.

Номинальный ток держателя (I_d) плавкого предохранителя должен быть больше рабочего тока ($I_{раю}$), протекающего в защищаемой цепи. При этом номинальный ток держателя плавкого предохранителя не должен быть меньше номинального тока плавкой вставки.

Номинальный ток плавкой вставки (I_n) выбирается в зависимости от типа электрооборудования, характера и вида нагрузки в защищаемой цепи по условиям. При этом значение номинального тока плавкой вставки следует округлять до большего стандартного значения из номинального ряда. Номинальный ток плавкой вставки – это значение тока, который плавкая вставка может длительно проводить в установленных условиях без повреждений. Значение номинального тока плавкой вставки в амперах определяется из соотношения (4.1):

$$I_n \geq I_n \cdot K_3 \quad (4.1)$$

где I_n – номинальный ток установки, А;
 K_3 – коэффициент запаса.

Значения коэффициента запаса в зависимости от вида электрооборудования представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Значения коэффициента запаса предохранителей по видам оборудования

Виды электрооборудования	Коэффициент запаса
Лампы накаливания	1,0
Люминесцентные лампы	1,0
Лампы ДРЛ, ДРТ	1,2
Одиночный асинхронный двигатель	$\frac{K_{\Pi}}{\alpha}$
Группа двигателей	$\frac{K_{\Pi.г.}}{\alpha}$
Электротехническое устройство	1,1–1,3
Примечания – 1 K_{Π} – кратность пускового тока асинхронного двигателя. 2 $K_{\Pi.г.}$ – кратность пускового тока самого мощного асинхронного двигателя защищаемой группы. 3 α – коэффициент, учитывающий условия пуска асинхронного двигателя, равный 1,6–2,5. 4 Чем тяжелее пуск, тем ниже коэффициент α . Его значение 2,5 соответствует пуску на холостом ходу.	

С учетом характера нагрузки номинальный ток плавкой вставки для защиты электродвигателей определяется следующим образом:

1. Для линии с одним асинхронным короткозамкнутым электродвигателем используется соотношение (4.2):

$$I_{\Pi} \geq \frac{I_{\text{н}} \cdot K_{\Pi}}{\alpha} \quad (4.2)$$

2. Для сетей, питающих несколько групп потребителей (электродвигателей), ток плавкой вставки выбирают исходя из двух условий.

Первое условие определяется соотношением (4.3):

$$I_{\Pi} \geq K_0 \sum_{i=1}^n I_{pi} \quad (4.3)$$

где K_0 – коэффициент одновременности;
 n – общее число электродвигателей;
 I_{pi} – рабочий ток i -го двигателя, А.

Второе условие выражает соотношение (4.4):

$$I_{\text{п}} \geq K_0 \sum_{i=1}^{n-1} I_{pi} + \frac{I_{\text{п.маx}}}{\alpha} \quad (4.4)$$

где $\sum_{i=1}^{n-1} I_{pi}$ – сумма рабочих токов одновременно работающих $n-1$ электродвигателей, но без учета электродвигателя с наибольшим пусковым током, А;

$I_{\text{п.маx}}$ – наибольший пусковой ток электродвигателя, А;

α – коэффициент, зависящий от условий двигателя с наибольшим пусковым током.

В курсовом проекте необходимо на одном примере показать расчет и выбор предохранителя. Результаты остальных расчетов рекомендуется оформить в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты выбора предохранителей

Наименование технологического оборудования	Наименование токоприёмника	Позиционное обозначение на принципиальной схеме	Тип предохранителя	Показатели	
				I_0 , А	I_n , А
Выходной транспортёр	электродвигатель	FU1...FU3	ПР2-15	15	10

Выбор автоматических выключателей. Основным рабочим элементом автоматических выключателей является расцепитель. Расцепитель – это устройство, механически связанное с автоматическим выключателем (или встроенное в него), которое освобождает удерживающее устройство в механизме автоматического выключателя.

Действие теплового расцепителя основано на изменении формы биметаллической пластинки при протекании тока нагрузки выключателя через нагревательный элемент, больше номинального тока этого выключателя. Пластика действует на механизм выключения выключателя.

Электромагнитный расцепитель представляет собой токовое реле, действующее на защёлку автомата. При коротком замыкании сердечник катушки под действием тока, превысившего ток уставки, нажимает защёлку, удерживающую автомат во включенном состоянии, и под действием пружины силовые контакты размыкаются, отключая сеть.

Комбинированный расцепитель содержит расцепители обоих видов.

По току мгновенного расцепления автоматические выключатели классифицируют на типы указанные в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Классификация автоматических выключателей по току мгновенного расцепления

Тип выключателя	Диапазон тока мгновенного расцепления
B	$(3...5)I_n$
C	$(5...10)I_n$
D	$(10...20)I_n$

Ток мгновенного расцепления представляет минимальное значение тока, вызывающее срабатывание выключателя без выдержки времени. Ток расцепителя мгновенного действия нормируется либо в единицах тока, либо как величина, кратная номинальному току расцепителя перегрузки, например $10I_n$.

Следует иметь в виду, что термин «мгновенного действия» вовсе не означает отсутствие выдержки времени при срабатывании, поскольку для автоматического выключателя оно существует и составляет от 10 до 100 миллисекунд в зависимости от типа.

Фирмой «Сименс» производятся также расцепители мгновенного действия с типом характеристики А, соответствующей диапазону тока мгновенного расцепления – $2...3I_n$, которые рекомендуется применять для защиты полупроводниковых приборов и электропроводок большой протяженности.

Основные условия выбора автоматических выключателей приведены на рисунке 4.2.

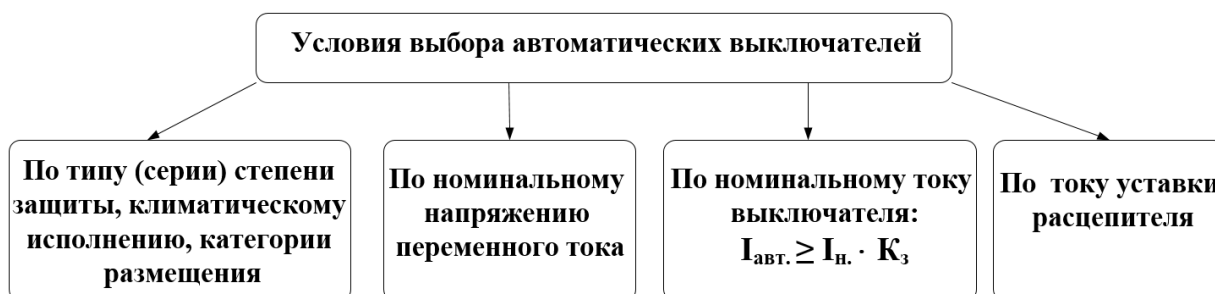


Рисунок 4.2 – Условия выбора автоматических выключателей

Номинальное напряжение выключателя (U_B) представляет напряжение переменного или постоянного тока, протекающего через автоматический выключатель, при котором нормируются его технические характеристики.

Номинальный ток выключателя ($I_{авт}$) соответствует установленному изготовителем значению тока (переменного или постоянного), протекающего в продолжительном режиме через автоматический выключатель при указанной контрольной температуре окружающего воздуха.

Использование для управления электродвигателями автоматических выключателей (вместо магнитных пускателей и контакторов с электротепловыми реле) допускается лишь в соответствии с техническими условиями на эти выключатели или по согласованию с заводом изготовителем. Для защиты электродвигателей рекомендуется выбирать автоматические выключатели с защитными характеристиками, имеющими кратности тока более 10 (тип характеристик D).

В таблице 4.4 приведены значения коэффициента запаса для выполнения расчётов по автоматическим выключателям.

4 Расчёт и выбор пускозащитной аппаратуры и средств автоматизации

Таблица 4.4 – Значения коэффициента запаса выключателей по видам оборудования

Виды электрооборудования	Коэффициент запаса
Лампы накаливания	1,0
Люминесцентные лампы	1,0
Лампы ДРЛ, ДРТ	1,4
Одиночный асинхронный двигатель	1,2
Группа двигателей	1,2
Электротехническое устройство	1,1–1,2

Для автоматических выключателей с регулированием тока уставки теплового расцепителя следует добиваться равенства тока уставки теплового расцепителя рабочему току электродвигателя, электрической линии и т. д.

Правильность срабатывания электромагнитного расцепителя автоматического выключателя проверяют из условия (4.5):

$$I_{\text{сраб.расц.э.}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{max}} \quad (4.5)$$

где $I_{\text{сраб.расц.э.}}$ – ток срабатывания электромагнитного расцепителя (ток мгновенного расцепления), А;

I_{max} – максимальный ток электроустановки, А.

В курсовом проекте должен быть представлен один пример расчета и выбора автоматического выключателя. Результаты остальных расчетов рекомендуется представить в виде таблицы, в соответствии с образцом таблицы 4.5.

Таблица 2.8 – Результаты выбора автоматических выключателей

Наименование технологического оборудования	Наименование токоприёмника	Позиционное обозначение на принципиальной схеме	Тип автоматического выключателя	Показатели			
				$I_{\text{авт.}}, A$	$I_{\text{расц.т}}, A$	характеристика срабатывания электромагнитного расцепителя	$I_{\text{сраб.расц.э.}}, A$
Выходной транспортёр	электродвигатель	QF1	ВА14-26-34	32	6	C	30

Выбор магнитных пускателей и тепловых реле. Магнитные пускатели предназначены для дистанционного управления трехфазными асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором и другими приемниками энергии.

Включение магнитных пускателей может производиться вручную с помощью кнопочного поста и автоматически с применением датчиков автоматики непосредственно или через промежуточные реле, с помощью блок-контактов других пускателей. Отключение пускателей производится вручную или при аварийных режимах с помощью тепловых реле или реле максимального тока, при отключении заблокированных с ними других пускателей, при действии устройств автоматики.

Электротепловое реле – коммутационный аппарат, применяемый в качестве комплектующего изделия в схемах управления электроприводом, предназначенный для защиты электродвигателя от перегрузок, в том числе возникающих при обрыве одной из фаз сети.

Токовые электротепловые реле (тепловые реле) в основном предназначены для защиты трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором от перегрузок недопустимой продолжительности, а также возникающих при обрыве одной из фаз и несимметрии токов в фазах. Электротепловые реле применяют в качестве комплектующих изделий в схемах управления электроприводами в цепях переменного и постоянного тока. Реле можно крепить непосредственно к электромагнитным пускателям и устанавливать индивидуально с помощью клемников в комплектных устройствах управления электроприводами.

Так как электротепловые реле не защищают электродвигатели от коротких замыканий и сами нуждаются в такой защите, то на ответвлении к элек-

тродвигателю перед электромагнитным пускателем рекомендуется устанавливать автоматический выключатель с электромагнитным расцепителем или предохранители.

Выбор магнитных пускателей осуществляется по следующим критериям:

- 1. По номинальному напряжению.**
- 2. По напряжению катушки.**
- 3. По габариту.**
- 4. По возможности реверсирования.**
- 5. По наличию тепловых реле.**
- 6. По условиям окружающей среды.**
- 7. По количеству блок-контактов.**

При этом учитывают соотношения (4.6)–(4.9):

$$U_{\text{нп}} \geq U_{\text{нс}} \quad (4.6)$$

$$U_{\text{нк}} = U_{\text{н.упр}} \quad (4.7)$$

$$P_{\text{нп}} \geq P_{\text{н.дв}} \quad (4.8)$$

$$I_{\text{нп}} \geq I_{\text{н.дв}} \quad (4.9)$$

где $U_{\text{нп}}$ – номинальное напряжение пускателя, В;

$U_{\text{нк}}$ – номинальное напряжение катушки магнитного пускателя, В;

$U_{\text{н.упр}}$ – номинальное напряжение цепи управления, В;

$P_{\text{нп}}$ – наибольшая мощность, управляемая пускателем, кВт;

$P_{\text{н.дв}}$ – мощность электродвигателя, кВт;

$I_{\text{нп}}$ – наибольший номинальный ток пускателя, А.

$I_{\text{н.дв}}$ – номинальный ток двигателя пускателя, А.

Тепловые реле, как и тепловые расцепители автоматических выключателей, выбираются по напряжению, номинальному току нагревательного элемента, с последующей регулировкой на номинальный или рабочий ток электроустановки. Электротепловые реле следует выбирать так, чтобы его максимальный ток продолжительного режима с данным реагирующим элементом

был не меньше номинального тока защищаемого двигателя, а ток уставки реле равен ему.

Результаты выбора магнитных пускателей необходимо оформить по образцу таблицы 4.6.

Таблица 4.6 – Результаты выбора магнитных пускателей

Наименование технологического оборудования	Позиционное обозначение на принципиальной схеме	Мощность двигателя, кВт	Номинальный ток двигателя, А	Характеристика пускателей					
				тип	габарит	$U_{нп},$ В	$I_{нп},$ А	$P_{нп},$ кВт	$U_{нк},$ В
Выходной транспортёр	М1	2,2	5,65	КМИ-10910	1	380	9	4	220

Выбор кнопок и постов управления. Кнопки и посты управления предназначены для дистанционного управления электромагнитными аппаратами переменного тока напряжением до 500 вольт и постоянного тока до 220 вольт. Кнопки управления по числу кнопочных элементов (штифтов) подразделяются на одно-, двух- и трехэлементные.

Контактные системы изготавливают, как правило, с самовозвратом, осуществляемым с помощью пружин. Кнопки управления производят в открытом (для утопленного монтажа на лицевых панелях щитов и пультов управления) и защищенном, водонепроницаемом или пылеводозащищенном исполнении.

Кнопка – это электрический командный аппарат, состоящий из кнопочного (контактного) и приводного элементов и предназначенный в основном для ручного дистанционного управления электромагнитными аппаратами. Кнопки применяются в цепях переменного тока с напряжением не более 660 вольт и постоянного тока – не более 440 вольт.

Различают два типа кнопок: *моноблочные*, у которых контактный элемент и привод смонтированы в едином блоке, и *двухблочные*, у которых привод (толкатель, рукоятка, замок с ключом) устанавливается на отдельной

плите, а кнопочный элемент монтируется на основании под приводным элементом. Кнопки могут иметь от двух до восьми контактов, причём количество нормально разомкнутых контактов обычно равно количеству нормально замкнутых.

После того, как нажатие на приводной элемент прекращается, он совместно с контактами под действием возвратных пружин приходит в исходное положение. Существуют кнопки без самовозврата – с механически или электромагнитно управляемой защёлкой. В современных конструкциях кнопок применяются подвижные контакты мостикового типа с двойным разрывом цепи. Материалом контактов служит серебро или металлокерамические композиции.

Одна или несколько кнопок управления, смонтированные в корпусе или на панели, представляют кнопочную станцию.

Кнопочные посты предназначены для включения и отключения электрических устройств, для изменения направления вращения приводов в устройствах, для ручного экстренного отключения оборудования в аварийных ситуациях и т. д. (в зависимости от назначения того или иного электротехнического оборудования).

В целом можно отметить, что для различных задач кнопочные посты выполняются в различных корпусах и с разным количеством кнопок, однако одна особенность принципиально важна – **кнопочные посты не используются в высоковольтных цепях. Они могут управлять высоковольтным оборудованием, но сами работают в цепях с напряжением до 600 вольт переменного или до 400 вольт постоянного тока.**

Зачастую и ток через кнопочный пост – это не рабочий ток установки. Коммутацию силовых цепей осуществляет пускатель, а вот пускателем управляет кнопочный пост.

Например, подключением к сети асинхронного двигателя напрямую или в реверс управляет магнитный пускатель, а пускателем управляет оператор при помощи трехкнопочного поста: «пуск вперед», «пуск назад», «стоп».

Количество кнопок на кнопочном poste определяется назначением потребителей и их количеством. Так, существуют двухкнопочные и многокнопочные посты. В простейшем виде кнопок всего две «Пуск» и «Стоп». А иногда достаточно и одной кнопки.

Кнопки могут располагаться в металлическом или пластиковом корпусе, который, в свою очередь, монтируется на более удобном для эксплуатации месте. Отдельно можно выделить посты для управления кран-балками (посты ПКТ – пост кнопочный тельферный).

Главный элемент кнопочного поста – кнопка-толкатель. Различают два типа кнопок-толкателей: самовозвратные и с фиксацией. Самовозвратные выталкиваются в исходное состояние пружиной, а кнопки-толкатели с фиксацией – только после повторного нажатия.

Широкое распространение получили кнопки управления типа ПКЕ, КМЕ, КЕ, КС, КУ.

Выбирают кнопки управления по номинальному напряжению, номинальному току контактов, условиям окружающей среды, количеству и типу толкателей и контактов.

Выбор универсальных переключателей. Универсальные переключатели предназначены для коммутации электрических цепей и устройств автоматики, для ручного переключения полюсов многоскоростных асинхронных электродвигателей малой мощности, а также для переключения электроизмерительных приборов в электрических цепях постоянного тока напряжением до 440 вольт и переменного тока до 500 вольт частотой 50 герц.

Переключатели изготавливают либо с фиксацией рукоятки в определенных положениях, либо с самовозвратом рукоятки в нулевое положение.

Универсальные переключатели выбирают путем подбора диаграммы замыканий контактов, удовлетворяющей порядку переключений, принятому в схеме управления, для которой подбирают универсальный переключатель. Диаграммы замыканий контактов универсальных переключателей приводятся в каталогах. Учитывают также условия окружающей среды.

5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК

5.1 Виды электропроводок

Совокупность проложенных изолированных проводов и небронированных кабелей с токопроводящими жилами сечением до 16 мм, с креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями, которые предназначены для подвода электроэнергии к силовым и осветительным электроприемникам напряжением 1 000 вольт, называют электропроводкой.

Электропроводки разделяют на внутренние – проложенные внутри зданий и сооружений, и наружные – проложенные по наружным стенам зданий и сооружений, под навесом и т. д., а также между зданиями на опорах по территории предприятий, дворов, приусадебных участков, на строительных площадках (до четырех пролетов длиной до 25 м каждый) вне улиц, дорог и т. д.

Линии до 1 000 вольт, выполненные голыми проводами внутри зданий и сооружений, Правила устройства электроустановок рассматривают как токопроводы, а снаружи зданий – как воздушные линии. Они должны отвечать требованиям к их устройству.

Внутренние электропроводки могут быть открытыми, проложенными по поверхности стен, потолков, по фермам, балкам, колоннам, опорам, и скрытыми, проложенными внутри строительных конструкций зданий и сооружений.

Открытые проводки выполняют на струнах, полосах, тросах, роликах, изоляторах, в трубах, коробах, гибких металлических рукавах, на лотках, свободной подвесной и т. д. Скрытые проводки выполняют в трубах, гибких металлических рукавах, коробах, замкнутых каналах и пустотах строительных конструкций, в заштукатуриваемых бороздах, под штукатуркой и др.

Струной как несущим элементом электропроводки называется стальная проволока, натянутая вплотную к поверхности стены, потолка и т. д., предназначенная для крепления к ней проводов, кабелей или их пучков.

Полосой как несущим элементом электропроводки называется металлическая полоса, зацепленная вплотную к поверхности стены, потолка и т. д., предназначенная для крепления к ней проводов, кабелей или их пучков.

Тросом как несущим элементом электропроводки называется стальная проволока или стальной канат, натянутые в воздухе и предназначенные для подвески к нему проводов, кабелей или их пучков.

Коробом называется закрытая полая конструкция прямоугольного или другого сечения, предназначенная для прокладки в ней проводов и кабелей. Короб должен служить защитой от механических повреждений, проложенных в нём проводов и кабелей. Короба могут быть глухими или с открываемыми крышками, со сплошными или перфорированными стенками и крышками. Глухие короба должны иметь только сплошные стенки со всех сторон и не иметь крышек. Короба могут применяться в помещениях и наружных установках.

Лотком называется открытая конструкция, предназначенная для прокладки на ней проводов и кабелей. Лоток не является защитой от внешних механических повреждений проложенных на нем проводов и кабелей. Лотки должны изготавливаться из негорючих материалов. Они могут быть сплошными, перфорированными или решетчатыми. Лотки могут применяться в помещениях и наружных установках.

5.2 Выбор вида электропроводки, проводов, кабелей и способы их прокладки

При проектировании внутренних электропроводок следует руководствоваться действующими Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), Нормами технологического проектирования сельских электроустановок (НТПС) и Строительными нормами и правилами (СНиП).

Внутренние электропроводки должны соответствовать условиям окружающей среды, назначению и ценности сооружений, их конструкции и архитектурным особенностям. При выборе вида электропроводки и способа прокладки провода и кабелей должны быть приняты во внимание следующие факторы:

- безопасность людей и животных;**
- пожарная безопасность и взрывобезопасность;**
- надежность;**
- удобство эксплуатации;**
- экономические показатели (минимум приведенных годовых затрат).**

Вид электропроводки зависит от характеристики производственного помещения по условиям окружающей среды.

В сухих отапливаемых помещениях (конторах, клубах, комнатах для обслуживающего персонала ферм, жилых комнатах, общежитиях, инкубаториях, отапливаемых складах, подсобных помещениях, в ремонтно-механических мастерских, где относительная влажность не превышает 60 %) разрешаются все виды проводок.

В сухих, неотапливаемых и влажных помещениях (к последним относятся помещения, где пары или конденсирующая влага выделяется лишь временно в небольших количествах и где относительная влажность больше 60 %, но не превышает 70 %: столовые, кухни в жилых помещениях, лестничные клетки,

неотапливаемые склады и т. д.) запрещены скрытые проводки в изоляционных трубах.

В пыльных помещениях (выделяемая по технологическим условиям пыль может оседать на проводах, проникать внутрь машин и аппаратов), то есть в помещениях для дробления сухих концентрированных кормов на комбикормовых заводах, мельницах, складах цемента и других негорючих материалов, разрешена открытая проводка изолированными проводами в изоляционных трубах с тонкой металлической оболочкой, открытая и скрытая проводки изолированными проводами в стальных трубах, кабелем.

В сырых и особо сырых помещениях возможна открытая или скрытая проводка изолированными защищенными или незащищенными проводами в трубах, кабелем.

В особо сырых помещениях с химически активной средой проводки выполняют открытыми или скрытыми, изолированными или незащищенными проводами в трубах или кабелем.

В пожароопасных помещениях (склады минеральных масел, деревообрабатывающие цехи и мастерские, слабо запылённые помещения мельниц и элеваторов, зернохранилища, склады для хранения горючих материалов) проводки выполняют открытые (изолированными проводами на изоляторах или в трубах) и скрытые (изолированными проводами в стальных трубах, кабелем).

Во взрывоопасных помещениях, к которым относятся аккумуляторные, нефтебазы, хранилища нефтепродуктов, все проводки (открытые и скрытые) монтируют изолированными проводами в стальных трубах. Здесь разрешена открытая прокладка небронированных кабелей с резиновой изоляцией в свинцовой или поливинилхлоридной оболочке для осветительных сетей при напряжении не более 250 вольт по отношению к земле при отсутствии механических и химических воздействий.

При выборе вида проводок следует учитывать, что каждому из них соответствует, как правило, несколько марок проводов, кабелей, применение которых рекомендуется руководящими и нормативными материалами.

При проектировании систем электрификации рекомендуется использовать (по возможности) наиболее простые типы проводок с открытой прокладкой проводов или беструбные скрытые проводки. Проводки в трубах (пластмассовых или стальных) могут быть рекомендованы лишь в тех случаях, когда другие виды проводок не могут быть применены. То же касается и тросовых проводок, которые применяют в тех случаях, когда трудно выполнить другие виды проводок, например, из-за большого количества выступов, ригелей, переходов внутри здания. При проектировании проводок надо стремиться к применению наиболее экономичной проводки, использовать минимальное количество марок установочных проводов и кабелей, предусматривать промышленные способы заготовки и монтажа электропроводок.

Площади сечений проводов и кабелей внутренних электропроводок выбирают по допустимому нагреву и их допустимым потерям напряжения. Кроме этого, площади сечений проводов и кабелей должны быть не меньше чем разрешается по условиям механической прочности.

5.3 Расчет внутренних электропроводок по допустимому нагреву

Провода и кабели должны быть выбраны таким образом, чтобы температура проводов и кабелей при длительном протекании рабочего тока нагрузки не была больше предельно допустимой. **Совокупность кабелей и проводов с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями и деталями, которые размещаются внутри помещений, называется внутренней электропроводкой.**

Согласно Правил устройства электроустановок, провода и кабели внутренних электропроводок любого назначения должны удовлетворять требованиям в отношении предельно допустимого нагрева с учетом не только нормальных, но и отличных от нормальных режимов работы.

Наибольшая допустимая температура для проводов и кабелей определяется по условиям безопасности, надежности и экономичности внутренних электропроводок.

При этом допустимая температура нагрева принимается:

- для неизолированных проводов 70 °С;
- для изолированных проводов с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией 55 °С;
- для проводов с теплостойкой резиновой изоляцией 65 °С;
- для кабелей с бумажной изоляцией на напряжение до 3 киловольт 80 °С.

Выбор сечения проводов и кабелей по нагреву производится по таблицам справочной литературы [6] с учётом соотношения (5.1):

$$I_{\text{ддт}} \geq I_p \quad (5.1)$$

где $I_{\text{ддт}}$ – табличное значение длительно допустимого тока проводов по условиям нагрева, А;

I_p – расчетный ток на участках сети, А.

Для взрывоопасных зон применяют соотношение (5.2):

$$I_{\text{ддт}} \geq 1,25 \cdot I_p \quad (5.2)$$

В справочной литературе значения длительно допустимого тока проводов приведены для нормальных условий прокладки проводов и кабелей, с учётом материала жил, способа их прокладки и расчетной температуры 65 °С. Нор-

мальным условием прокладки проводов и кабелей в воздухе считается температура 25 °С. Расстояние в свету между соседними кабелями при прокладке их внутри или вне здания и в туннелях должно быть не менее 35 мм, и при прокладке в каналах не менее 50 мм. Число кабелей не ограничивается.

При температуре окружающей среды отличной от расчетной и при параллельной прокладке нескольких кабелей допустимый ток (I_d) определяется с учетом поправочных коэффициентов по соотношению (5.3):

$$I_d \geq I_{ддт} \cdot K_T \cdot K_{\Pi} \quad (5.3)$$

где K_T – поправочный коэффициент на температуру окружающей среды;

K_{Π} – поправочный коэффициент на число совместно прокладываемых в трубах, коробах и в лотках (пучками) проводов.

Поправочный коэффициент K_T применяют в тех случаях, когда температура окружающей среды значительно отличается от табличной. Поправочный коэффициент K_T принимают равным 0,68 для пяти и шести; 0,63 – для семи – девяти и 0,6 для десяти – двенадцати совместно прокладываемых проводов.

Если условие $I_d \geq I_p$ не соблюдено, то выбирают ближайшую большую площадь поперечного сечения проводника.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов : учебник / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. – М. : КолосС, 2004. – 344 с.
2. Ганенко, А. П. Оформление текстовых и графических материалов при подготовке дипломных проектов, курсовых и письменных экзаменационных работ (требования ЕСКД) : учебник / А. П. Ганенко, М. И. Лапсарь. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
3. Дайнеко, В. А. Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий : учебное пособие / В. А. Дайнеко, А. И. Ковалинский. – Минск : Новое знание, 2008. – 320 с.
4. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 255 с.
5. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 362 с.
6. Каганов, И. Л. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие / И. Л. Каганов. – М. : Агропромиздат, 1990. – 351 с.
7. Каминский, Е. А. Практические приемы выполнения схем электроустановок / Е. А. Каминский. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 368 с.
8. Козлов, А. В. Проектирование систем электрификации. Практикум : учебное пособие / А. В. Козлов, Е. С. Дубкова. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2018. – 118 с.
9. Мартыненко, И. И. Курсовое и дипломное проектирование по комплексной электрификации и автоматизации / И. И. Мартыненко, Л. П. Тищенко. – М. : Колос, 1978. – 223 с.
10. Мартыненко, И. И. Проектирование систем автоматики : учебное пособие / И. И. Мартыненко, В. Ф. Лысенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1990. – 243 с.

11. Поярков, К. М. Практикум по проектированию комплексной электрификации : учебное пособие / К. М. Поярков. – М. : Агропромиздат, 1987. – 192 с.

12. Проектирование комплексной электрификации / под ред. Л. Г. Прищепа. – М. : Колос, 1983. – 270 с.

13. Проектирование систем энергообеспечения : учебник / под ред. Р. А. Амерханова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2010. – 548 с.

14. Проценко, П. П. Расчет электротермических установок : учебное пособие / П. П. Проценко. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2006. – 119 с.

15. Проценко, П. П. Электротехнология : учебное пособие / П. П. Проценко. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2007. – 121 с.

16. Цецура, А. В. Эксплуатация пускозащитной аппаратуры : практикум / А. В. Цецура, А. В. Козлов. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2013. – 115 с.

17. Шеховцев, В. П. Электрическое и электромеханическое оборудование : учебник / В. П. Шеховцев. – М. : ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2008. – 407 с.

18. Шичков, Л. П. Электрооборудование и средства автоматизации сельскохозяйственной техники : учебное пособие / Л. П. Шичков, А. П. Коломиец. – М. : Колос, 1995. – 260 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ФОРМА ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ)

Факультет _____

Кафедра _____

Направление подготовки /специальность _____

Направленность (профиль) / специализация _____

КУРСОВАЯ РАБОТА (ПРОЕКТ)

по дисциплине « _____ »

(наименование дисциплины)

(тема курсового проекта)

Выполнил _____ (_____)
(подпись) (и. о., фамилия, номер группы)

Руководитель _____ (_____)
(подпись) (и. о., фамилия, должность,
ученая степень, ученое звание)

Оценка

_____ 20__ г.
« ____ » _____

Благовещенск, 20__

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
ФОРМА ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ)

Факультет _____
Кафедра _____
Направление подготовки /специальность _____
Направленность (профиль) / специализация _____

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой _____

подпись / инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ
НА КУРСОВУЮ РАБОТУ (ПРОЕКТ)

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

1 Тема курсовой работы (проекта) _____

2 Исходные данные к работе _____

3 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

4 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) *(при наличии)*

Дата выдачи « ____ » _____ 20__ г.

Срок сдачи законченной работы (проекта) « ____ » _____ 20__ г.

Руководитель _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

Задание принял к исполнению _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ОБРАЗЕЦ РЕФЕРАТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

РЕФЕРАТ

Курсовой проект ____ с., ____ рис., ____ табл., ____ источн., ____ л. графич. материала.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ УСТАНОВКА, ПРОВОЛОЧНЫЙ ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕР, АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ

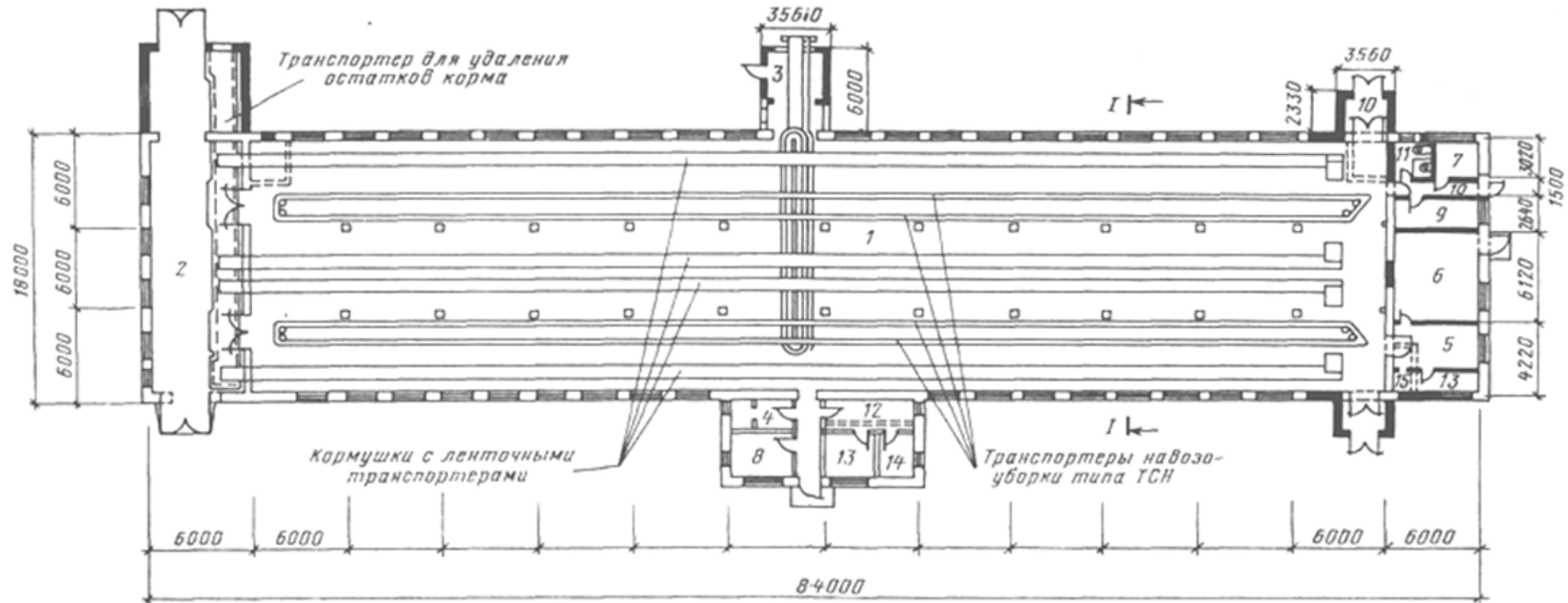
Объектом проектирования является гаражный бокс.

Целью проекта выступает электрификация гаражного бокса с разработкой отопительно-вентиляционной системы.

Согласно цели были произведены все необходимые расчеты и разработана электрическая принципиальная схема управления установкой. Данная схема работает как в автоматическом, так и в ручном режимах.

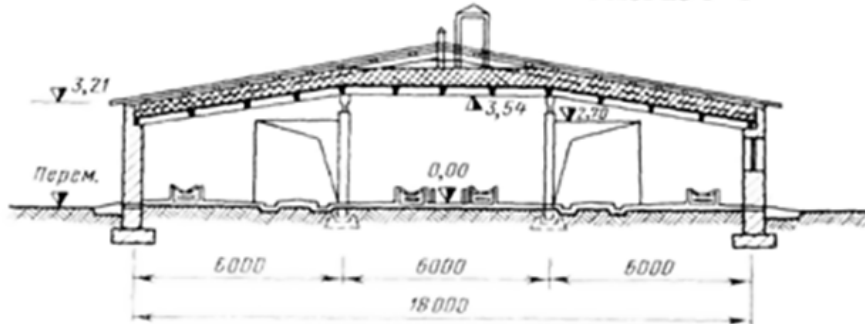
В соответствии с расчетами выбрано новое оборудование, которое имеет низкое потребление электроэнергии при работе установки. Произведен расчет проволочного электрокалорифера.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г ТИПОВЫЕ ПЛАНЫ ЗДАНИЙ



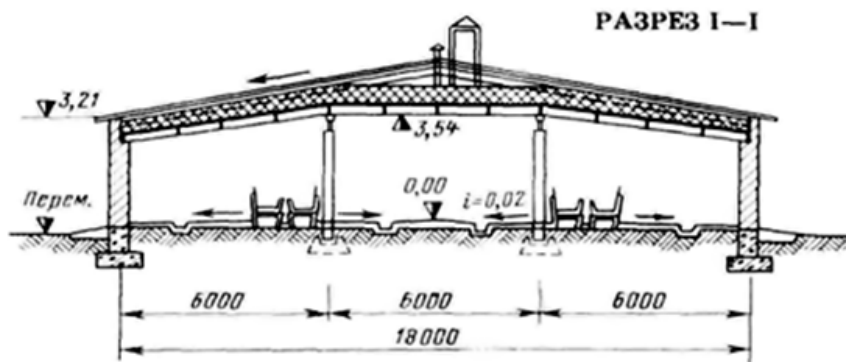
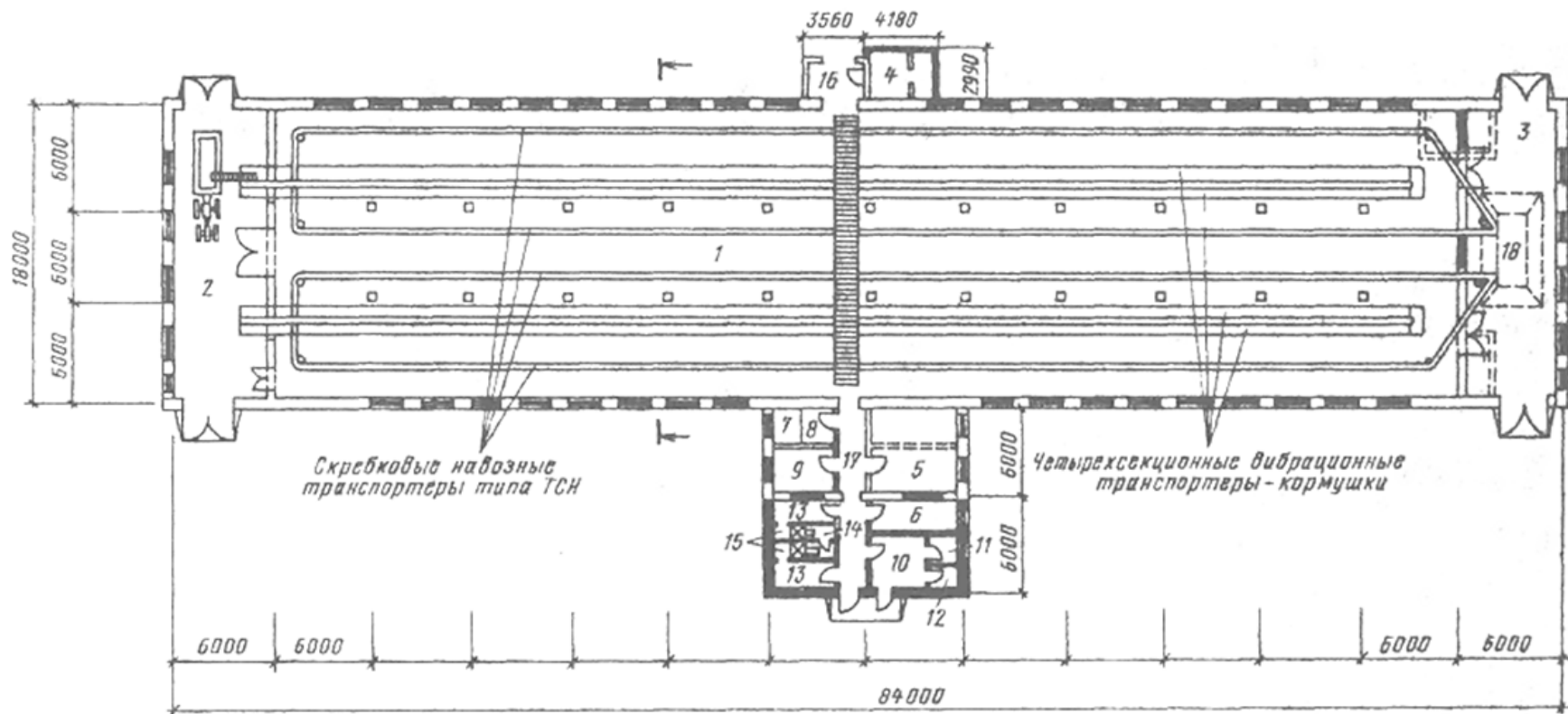
91

РАЗРЕЗ 1—1



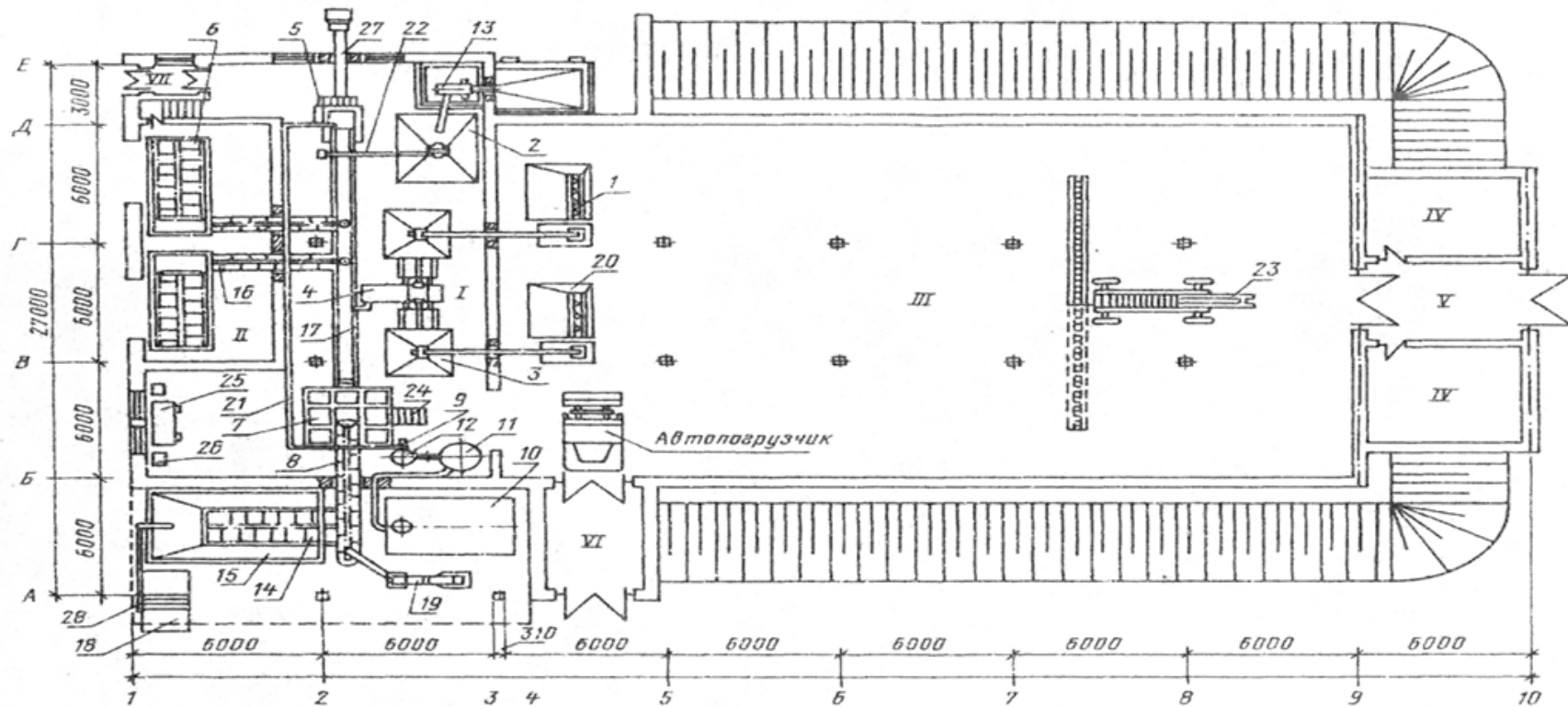
- 1 – стойловое помещение; 2 – помещение для кормораздачи; 3 – помещение для навозоприемника; 4 – приточная камера; 5 – моечная; 6 – молочная; 7 – служебное помещение; 8 – инвентарная; 9 – вакуум-насосная; 10 – коридор, тамбур; 11 – санузел; 12 – манеж; 13 – лаборатория; 14 – комната для хранения жидкого азота; 15 – помещение для дезинфекционных средств.

Рисунок Г.1 – План коровника на 200 голов



- 1 – стойловое помещение; 2 – помещение для кормораздачи; 3 – помещение для навозоприемника; 4 – вентиляционная камера; 5 – молочная; 6 – моечная; 7 – помещение для холодильной установки; 8 – вакуум-насосная; 9 – служебное помещение; 10 – манеж; 11 – лаборатория; 12 – помещение для хранения жидкого азота; 13 – гардероб; 14 – санузел; 15 – душевая; 16 – тамбур; 17 – коридор; 18 – заглубленный приёмник навоза

Рисунок Г.2 – План коровника на 220 голов



I – кормоприготовительное отделение; II – помещение для загрузки силоса, сенажа; III – хранилище корнеплодов; IV – вентиляционная камера;
V, VI, VII – тамбуры; VIII – электрическая щитовая; IX – комната отдыха; X – гардероб; XI – санузел

1 – транспортер для корнеплодов ТК-5,0; 2 – бункер для концентрированных кормов; 3 – измельчитель корнеклубнеплодов ИКС-5М;
4 – приемный бункер для кормосмесей; 5 – смеситель ДСВ-15; 6 – приемный бункер; 7 – смеситель кормов С-12;
8 – транспортер скребковый ТСН-2; 9 – насос $I\frac{1}{2}$ К-6; 10, 11 – емкости для патоки; 12 – смеситель патоки; 13 – нория НЦГ-10; 14 – разгрузчик соломы;
15 – бункер для соломы; 16 – транспортер загрузочный ТСН-3-ОБ; 17 – ленточный конвейер ТК-12; 18 – измельчитель грубых кормов ИГК-80;
19 – кормодробилка КДУ-2; 20 – бункер для корнеклубнеплодов; 21 – трубопровод патоки; 22 – транспортер шнековый ТШП-4;
23 – транспортер-загрузчик ТЗК-30; 24 – площадка для обслуживания смесителя; 25 – верстак на два рабочих места;
26 – тумбочка для инструмента; 27 – транспортер ТС-40М; 28 – соломопровод

Рисунок Г.3 – План кормоцеха

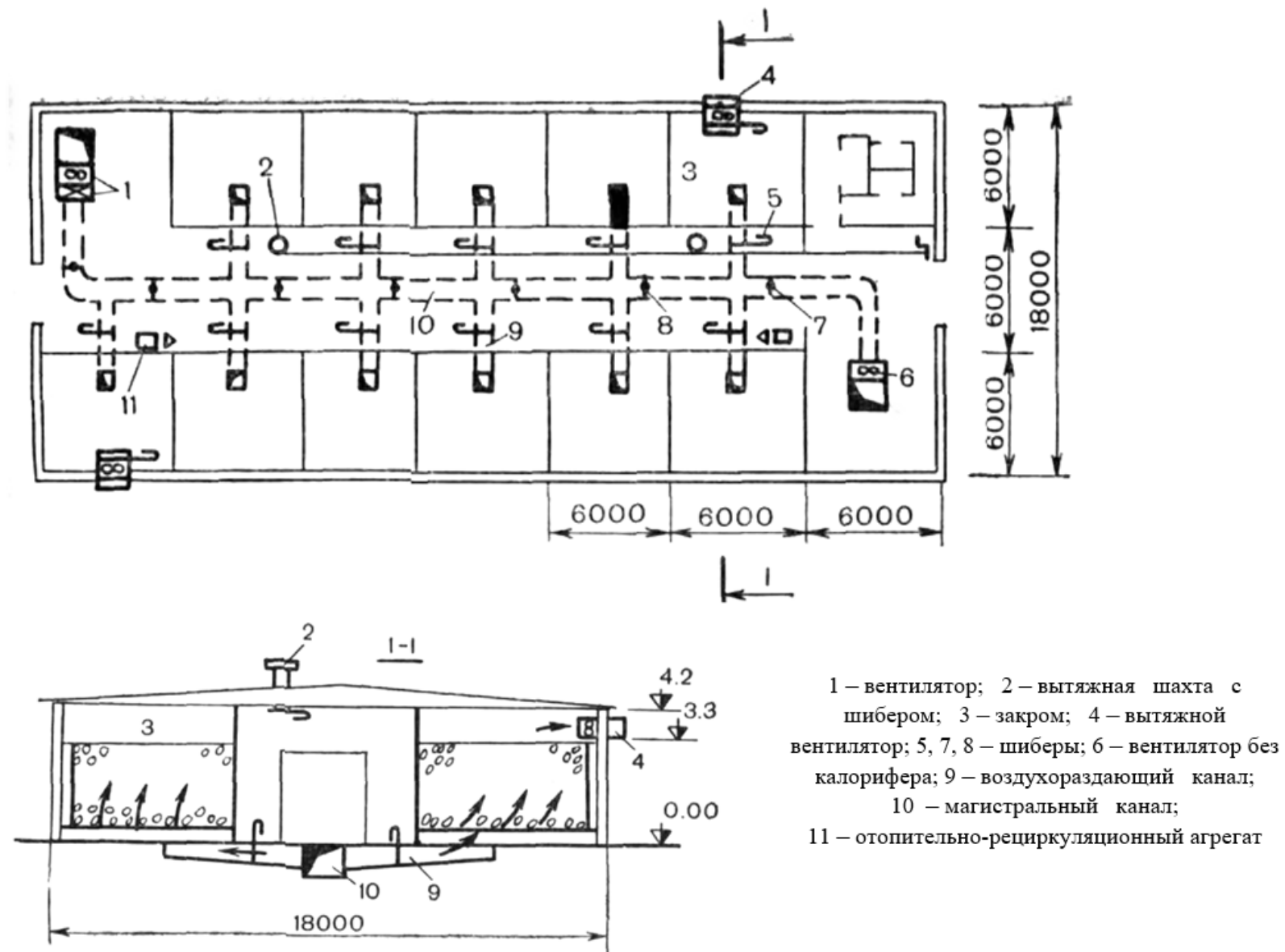
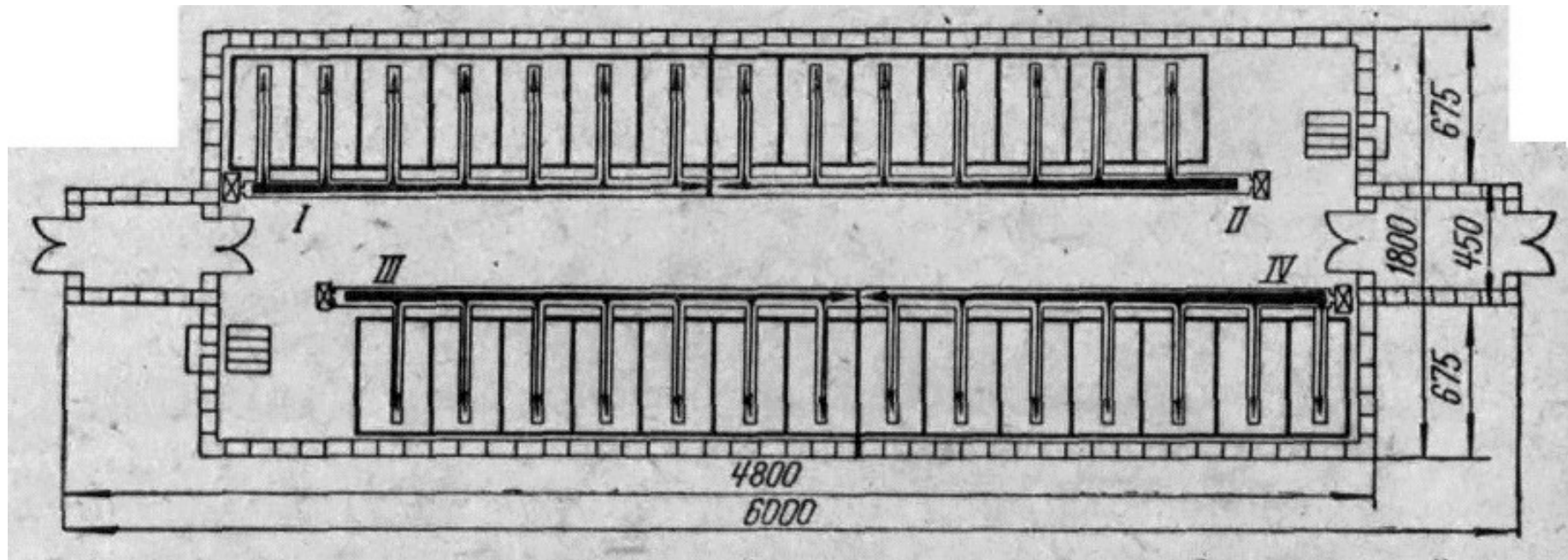
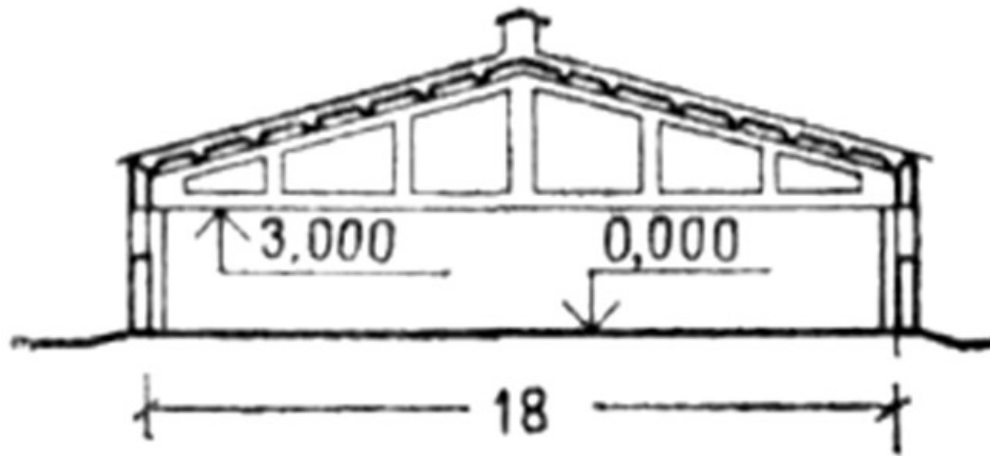
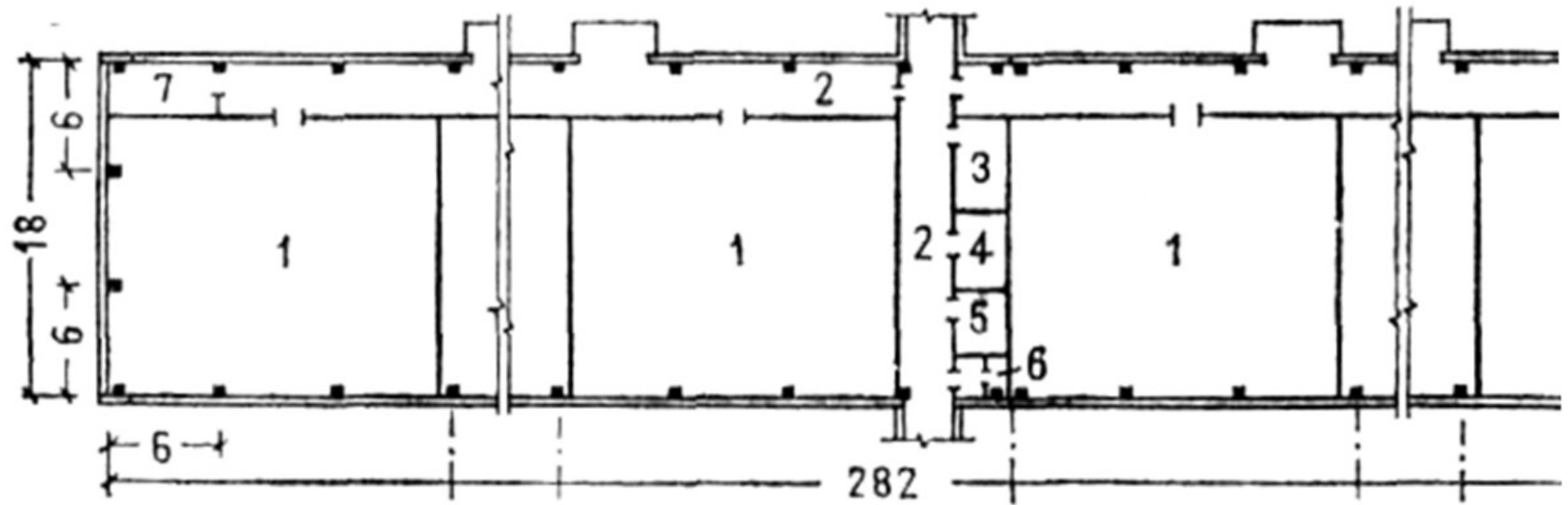


Рисунок Г.4 – План хранилища лука на 1 200 тонн



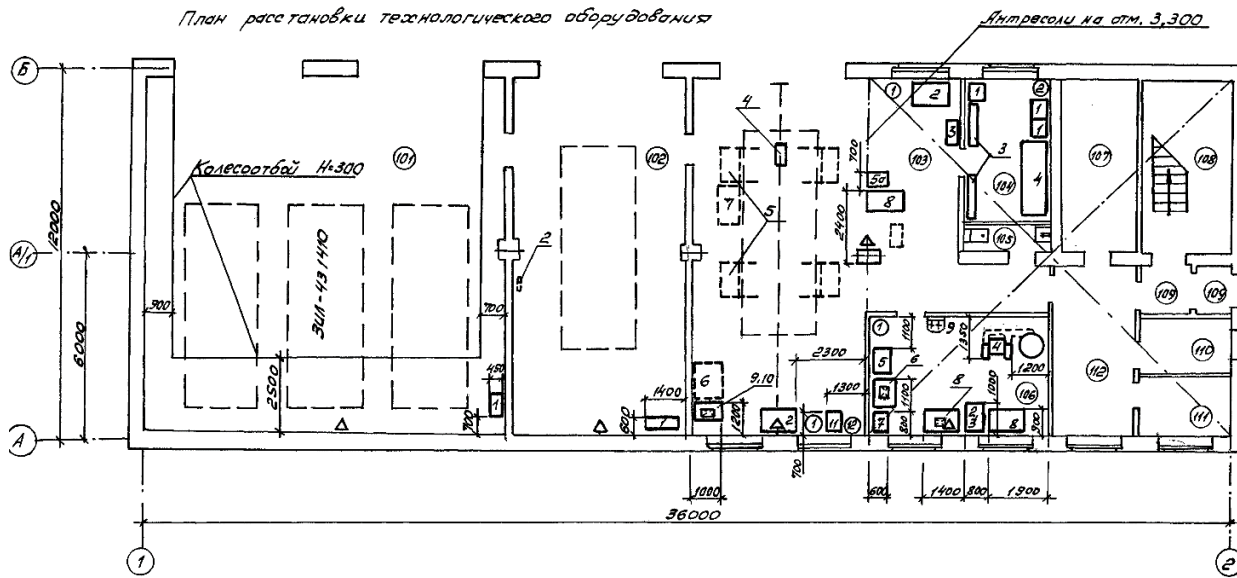
I-IV – вентиляционные системы (секции)
размеры в сантиметрах

Рисунок Г.5 – План картофелехранилища семенного картофеля на 600 тонн с активной вентиляцией



- 1 – помещение для содержания животных;
 2 – коридор; 3 – служебное помещение;
 4 – инвентарная; 5 – электрощитовая;
 6 – уборная; 7 – помещение получения кормов

Рисунок Г.6 – План свиарника-маточника на 480 мест



Экспликация помещений

№ п/п	Наименование	Категория производств по пожарной опасности/по ПУЭ
101	Закрывающаяся стоянка	В/Н
102	Пост мойки	В/Н
103	Участок ТО и ТР	В/Н
104	Кладовая	Д/Н
105	Уборная	
106	Мастерская	В/Н-П
107	Тепловой пункт	
108	Лестничная клетка	
109	Тамбуры	
110	Комната охраны	
111	Комната бригадира	
112	Вестибюль - водительская	

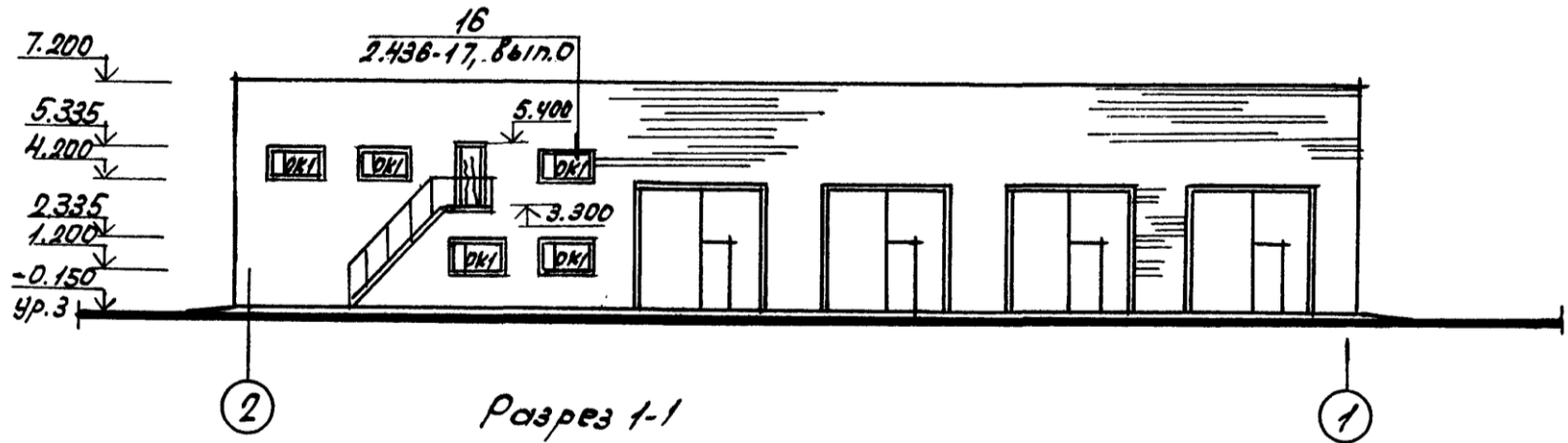


Рисунок Г.7 – План гаражного бокса

Учебное издание

Козлов Андрей Васильевич, кандидат технических наук

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ.
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Учебное пособие

Подписано в печать 28.10.2021 г.
Формат 60x90/16. Уч.-изд. л – 3,01. Усл. печ. л. – 11,43.
Печать по требованию. Заказ 63–21.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
Дальневосточного государственного
аграрного университета
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86