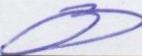


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация владельца:  
ФИО: Захарова Светлана Алексеевна  
Должность: Начальник учебно-методического управления  
Дата подписания: 26.01.2026 15:06:42  
Уникальный программный ключ:  
e6b0619a58bda727ef97c4cde613ffa3126c8bd9

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов  
имени академика И.Ф. Бородина

УТВЕРЖДАЮ:

Начальник УМУ  С.А. Захарова

«23 » июня 2025 г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.35 «Светотехника»

для подготовки бакалавров

Направление: 35.03.06 Агроинженерия

Направленность: Автоматизация и роботизация технологических процессов

Курс: 3

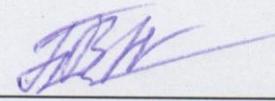
Семестр: 6

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025 г.

Москва, 2025

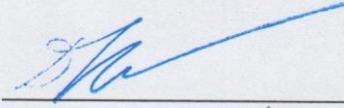
Разработчик: Беленов В.Н., к.т.н.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«20» июня 2025 г.

Рецензент Нормов Д.А., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

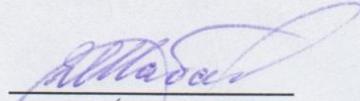


(подпись)

«20» июня 2025 г.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина  
протокол № 10 «20» июня 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой Шабаев Е.А., к. т. н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

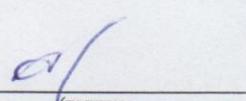


(подпись)

«20» июня 2025 г.

Согласовано:

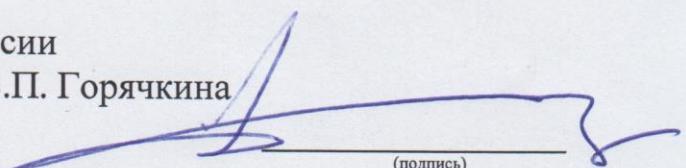
И.о. директора института  
механики и энергетики  
имени В.П. Горячкina Арженовский А.Г., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

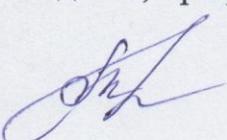
«23» июня 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии  
института механики и энергетики имени В.П. Горячкina  
д.т.н., профессор, Дидманидзе О.Н.



(подпись)

Протокол № 05 «20» июня 2025 г.



## **СОДЕРЖАНИЕ**

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	4
2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СВЕТОТЕХНИКА», СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
3. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	7
4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	8
5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	39
6. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	48
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ .....	50
8. МЕТОДИЧЕСКОЕ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	52

**Аннотация**

**курсовой работы учебной дисциплины Б1.О.35 «Светотехника» для  
подготовки бакалавров по направлению 35.03.06 Агроинженерия,  
направленность Автоматизация и роботизация технологических процессов**

Курсовая работа разрабатывается в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и учебного плана направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия. Она является одним из элементов самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Светотехника» которая включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» Учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия. Дисциплина формирует общепрофессиональные компетенции для дальнейшей профессиональной деятельности.

Курсовая работа имеет практический характер.

**1. Цель и задачи курсовой работы**

Выполнение курсовой работы по дисциплине «Светотехника», для направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленности Автоматизация и роботизация технологических процессов проводится с целью формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих закрепление полученных теоретических и практических знаний при расчете, выборе светотехнического и электротехнического оборудования в ходе проектирования систем освещения для объектов агропромышленного комплекса.

Курсовая работа позволяет решить следующие задачи:

- расчет и выбор светотехнического и электротехнического оборудования в системах освещения производственных помещений агропромышленного комплекса;
- применять теоретические знания при решении поставленных профессиональных задач;
- применять базовые знания современных цифровых технологий, используемых при расчете и выборе светотехнического и электротехнического оборудования;
- сформировать навыки использования справочной, нормативной и правовой документации.

**2. Перечень планируемых результатов выполнения курсовой работы  
по дисциплине «Светотехника», соотнесенных с планируемыми ре-  
зультатами освоения образовательной программы**

Реализация в курсовой работе по дисциплине «Светотехника» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность Автоматизация и роботизация технологических процессов должна формировать следующие компетенции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам выполнения курсовой работы по учебной дисциплине

№ п/п	Индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности.	информационно-коммуникационные технологии с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot); основные законы естественнонаучных дисциплин, необходимые для решения типовых и стандартных задач при расчете и выборе осветительных и облучательных установок	использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для решения типовых и стандартных задач при расчете и выборе осветительных и облучательных установок с применением информационно-коммуникативных технологий; использовать программный интерфейс Microsoft Office для выполнения задач профессиональной деятельности	методами решения типовых и стандартных задач при расчете и выборе осветительных и облучательных установок с применением информационно-коммуникативных технологий; навыками применения программных интерфейсов Microsoft Office для выполнения задач профессиональной деятельности
2.	ОПК-4	способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности;	ОПК-4.2 Обосновывает и реализует современные технологии по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве	назначение современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) современные технологии по обеспечению работоспособности осветительных и облучательных установок в сельскохозяйственном производстве	использовать современные технологии по обеспечению работоспособности осветительных и облучательных установок в сельскохозяйственном производстве; применять современные цифровые инструменты (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	применения современных технологий по обеспечению работоспособности осветительных и облучательных установок в сельскохозяйственном производстве; навыками применения современные цифровые инструменты (Google Jamboard, Miro, Kahoot)

3.	ОПК-5	способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Использует современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности.	современные методы экспериментальных исследований и испытаний осветительных и облучательных установок; современное программное обеспечение: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др	использовать методы экспериментальных исследований и испытаний осветительных и облучательных установок, используя современное программное обеспечение: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	современными методами экспериментальных исследований и испытаний осветительных и облучательных установок; навыками обработки и интерпретации полученных результатов с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Mentimeter, Pictochart и др.
----	-------	--	--	--	--	--

### **3. Структура курсовой работы**

По объему курсовая работа должна быть не менее 20 страниц печатного текста. Примерная структура курсовой работы представлена в таблице 2.

**Таблица 2 – Структура курсовой работы**

№ п/п	Элемент структуры курсовой работы	Объем (примерный) страниц
1	Титульный лист ( <i>Приложение А</i> )	1
2	Задание	1
3	Аннотация	1
4	Содержание	1
5	Обозначения и сокращения (при наличии)	1
6	Введение	1...2
7	Характеристика объекта	1...2
	Основная часть (светотехнический и электротехнический расчеты)	
8	Светотехнический расчет	10...15
8.1	Выбор источников света	1...2
8.2	Выбор системы и вида освещения	1...2
8.3	Выбор нормируемой освещенности и коэффициентов запаса	1...2
8.4	Выбор осветительных приборов	1...2
8.5	Размещение светильников в освещаемом пространстве	2...3
8.6	Светотехнические расчеты осветительных установок	6...9
9	Расчет электрических сетей осветительных установок	7...10
9.1	Выбор системы напряжения и источника питания электрической установки	1...2
9.2	Выбор марок проводов и кабелей, способа их прокладки	1...2
9.3	Компоновка групповых сетей	1...2
9.4	Расчет сечений проводов и кабелей внутренней осветительной сети по длительно допустимому току. Выбор аппаратуры управления и защиты	4...6
9.5	Проверка сечения кабелей внутренней осветительной сети по потере напряжения	2...3
10	Заключение	1...2
11	Библиографический список	не менее 5 источников
12	Приложения	по необходимости

Методические указания по выполнению курсовой работы дисциплины «Светотехника» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **4. Порядок выполнения курсовой работы**

### **4.1 Выбор темы**

Примерная тематика курсовой работы по дисциплине «Светотехника», направлена на практическое закрепление знаний теоретических основ дисциплины «Светотехника» и увязана с современными требованиями в области расчета и выбора светотехнического и электротехнического оборудования в системах освещения производственных помещений агропромышленного комплекса.

Для выполнения курсовой работы студенту следует изучить теоретический материал по литературе (учебникам и учебным пособиям) и конспектам лекций. Курсовую работу студенты выполняют во внеурочное время с использованием разнообразных информационных и программных материалов, оформляется работа в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм, вычисления простых и сложных функций.

Студент самостоятельно выбирает тему курсовой работы из предлагаемого списка тем, или может предложить свою тему при условии обоснования им её целесообразности. Тема может быть уточнена по согласованию с руководителем курсовой работы.

Примерная тема курсовой работы по дисциплине «Светотехника»: «Расчет системы освещения в здании АПК».

Тема курсовой работы и номер варианта указываются в журнале регистрации курсовых работ на кафедре.

### **4.2 Получение индивидуального задания**

Задание на выполнение курсовой работы (Приложение Б) выдаётся за подписью руководителя, датируется днём выдачи и регистрируется на кафедре в журнале. Факт получения задания удостоверяется подписью студента в указанном журнале.

Таблица 7

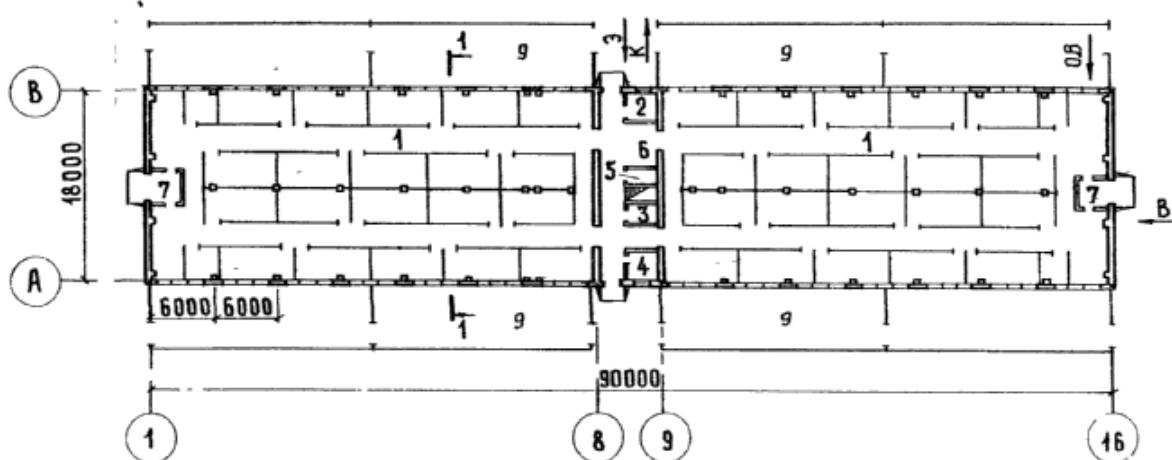
#### **Примерные исходные данные вариантов задания**

Номер варианта	Тип помещения	Габаритные размеры помещения,(м)	Высота потолка, Н (м)
1	Коровник для привязного содержания на 100 голов (двухрядный).	длина: 69,2 м; ширина: 9,5 м.	2,8
2.	Коровник для привязного содержания на 100 голов (двухрядный) ( <u>Поголовье</u> : коровы живой массой 400 кг с удоем в 10 кг – 19 гол., коровы живой массой 400 кг с удоем 10 кг – 10 гол., коровы живой массой 400 кг с удоем в 20 кг – 31 гол., коровы живой массой 400 кг сухостойные - 15 гол., коровы живой массой 600 кг сухостойных – 9 гол.)	длина: 69,0 м; ширина: 9,9 м.	2,8
3.	Телятник с родильным отделением на 60 голов.	длина: 35,0 м; ширина: 9,0 м.	2,7
4.	Телятник с родильным отделением на 70 голов.	длина: 45,0 м; ширина: 9,0 м.	2,7

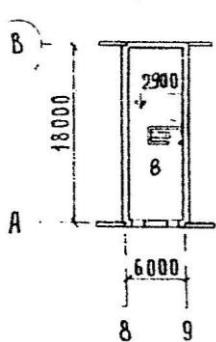
5.	Животноводческое помещение (КРС) 150 голов	длина: 84,0 м; ширина: 10,5 м.	3,6
6.	Помещение для содержания молодняка крупного рогатого скота 200 голов (тёлки массой 150 кг – 69 гол, тёлки массой 250 кг – 88, нетели массой 320 кг – 43 гол.)	длина: 68,5 м; ширина: 18,5 м.	3,0
7.	Помещение для содержания молодняка крупного рогатого скота (тёлки массой 150 кг – 71 гол., тёлки массой 250 кг – 85 гол., нетели массой 320 кг – 44 гол.)	длина: 69,0 м; ширина: 12,0 м.	3,0
8.	Коровник привязного содержания на 200 голов (четырёхрядный)	длина: 70 м; ширина: 18,5 м.	3,3
9.	Помещение для содержания быков – производителей на станции искусственного осеменения (Поголовье: быки массой 400 кг – 11 гол., быки массой 600 кг – 17 гол., быки массой 800 кг – 12 гол.)	длина: 37 м; ширина: 12,0 м.	3,5
10.	Помещение для содержания быков-производителей на станции искусственного осеменения (Поголовье: быки с живой массой 400 кг – 11 гол., быки с живой массой 600 кг – 19 гол., быки с живой массой 800 кг – 10 гол.)	длина: 35 м; ширина: 9,5 м.	3,0
11.	Животноводческое помещение (КРС) 250 голов (однопролетное)	длина: 120 м; ширина: 18 м.	4,0
12.	Животноводческое помещение (КРС) 300 голов (три пролета (13 м - 6 м - 13м))	длина: 60 м; ширина 32 м.	3,6
13.	Животноводческое помещение (КРС) 350 голов (двухпролетное: 15,5 м – 18,5 м.).	длина: 84 м; ширина 34 м.	4,0
14.	Помещение для откорма крупного рогатого скота 400 голов ( Поголовье: коровы выбракованные, запущенные с живой массой 400 кг – 7 5гол., бычки с живой массой 350 кг – 277 гол., тёлки выбракованные с живой массой 320 кг – 48 гол.).	длина: 96 м; ширина: 18,5 м.	3,5
15.	Телятник с родильным отделением и профилакторием. ( Коров 9 голов, телят 60 голов)	длина: 45 м; ширина: 9,0 м.	2,7
16.	Помещение для содержания молодняка крупного рогатого скота старше 6 месяцев 150 голов (Поголовье: телята живой массой 120 кг – 35 гол., телята живой массой 180 кг – 47 гол. , телята живой массой 250кг – 55 гол., нетели массой 250 кг – 13 гол.)	длина: 70 м; ширина: 9,0 м;	3,0
17.	Помещение для содержания телят в возрасте от 3 до 6 месяцев 100 голов (Поголовье: телята живой массой 90 кг – 30 гол., телята живой массой 120 кг – 35 гол., телята живой массой 150 кг – 25 гол., нетели массой 200 кг – 10 гол.)	длина: 50 м; ширина: 8,0 м	2,8
18.	Свиарник-маточник на 100 свиноматок.	длина: 80 м; ширина: 9,0 м	3,0

19.	Свиарник-маточник на 100 свиноматок. ( <u>Поголовье</u> : свиноматки массой 150 кг с приплодом 10 поросят-сосунов – 15 гол., свиноматки массой 200 кг с приплодом 10 поросят – 17 гол., свиноматки супоросные до 2-х месяцев и холостые массой 200 кг – 33 гол., свиноматки супоросные от 2-х месяцев массой 150 кг – 35 гол.).	длина: 60 м; ширина: 9,0 м	3,0
20.	Свиарник-маточник на 100 свиноматок ( <u>Поголовье</u> : свиноматки массой 150 кг с приплодом 10 поросят-сосунов – 16, свиноматки массой 200 кг с приплодом 10 поросят – 19, свиноматки супоросные до 2-х месяцев и холостые массой 200 кг – 21, свиноматки супоросные от 2-х мес., массой 150 кг – 26 гол.)	длина: 58 м; ширина: 9,0 м	3,0
21.	Свиарник-откормочник. 750 свиней	длина: 100 м; ширина: 10,5 м.	2,8
22.	Свиарник-откормочник. 1500 свине. В станках размещено по 30 голов. <u>Поголовье</u> : подсвинки с живой массой 50 кг – 412 голов, подсвинки с живой массой 60 кг – 419 голов, свиней с живой массой 80 кг – 199 голов, свиней с живой массой 90 кг – 300 голов, свиней с живой массой 100 кг – 170 голов)	длина: 100 м; ширина: 18,5 м.	3,0
23.	Овчарня на 300 голов. Ягнение овец происходит зимой.	длина: 70 м; ширина: 9,0 м.	2,7
24.	Птичник на 4000 кур маточного стада (несушек), птица содержится на глубокой подстилке.	длина: 80 м; ширина: 12,0 м.	3,0
25.	Птичник на 5000 кур-несушек маточного стада, птица содержится на глубокой подстилке. ( <u>Поголовье</u> : куры массой 1,8 кг – 1200, массой 2 кг – 1395, массой 2,2 кг – 2070, петухи массой 2 кг – 75, массой 2,5 кг – 165, массой 3 кг – 95)	длина: 90 м; ширина: 12,0 м.	3,0
26.	Птичник на 6000 кур-несушек промышленного стада, птица содержится на глубокой подстилке ( <u>Поголовье</u> : куры массой 1,8 кг – 1811, массой 2 кг – 2663, массой 2,2 кг – 1260, петухи массой 2 кг – 75, массой 2,5 кг – 67, массой 3 кг – 48.)	длина: 76 м; ширина: 18,0 м.	3,5
27.	Птичник для выращивания мясных цыплят на 5000 голов. Птица содержится на глубокой подстилке.	длина: 50 м; ширина: 12,0 м.	3,0
28.	Птичник для выращивания мясных цыплят на 6000 голов. Птица содержится на глубокой подстилке. Живая масса в конце выращивания 1,5 кг.	длина: 60 м; ширина: 10,0 м.	3,3
29.	Ремонтная мастерская	длина: 26 м; ширина: 20 м.	5
30.	Ремонтная мастерская	длина: 50 м; ширина: 38 м.	8

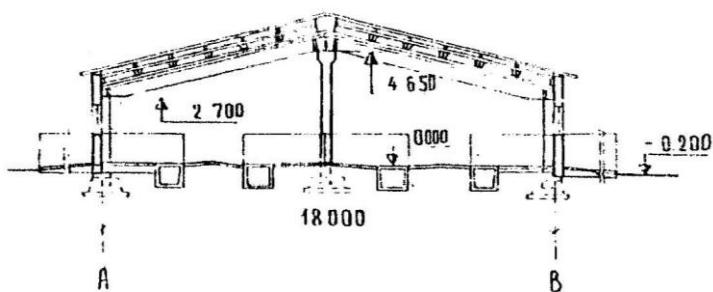
или предоставляется типовой план помещения, корпуса помещения или здания (ниже приведен пример плана здания).



ПЛАН ВЕНТКАМЕРЫ И ЩИТОВОЙ



РАЗРЕЗ I-I



План помещений свинарника.

#### 4.3 Составление плана выполнения курсовой работы

Выбрав тему, определив цель, задачи, структуру и содержание курсовой работы необходимо совместно с руководителем составить план-график выполнения курсовой работы с учетом графика учебного процесса (табл. 4).

Таблица 4 – Примерный план-график выполнения курсовой работы

№ п/п	Наименование действий	Сроки, № недели семестра
1	2	3
1	Выбор темы	2
2	Получение задания по курсовой работе	2
3	Уточнение темы и содержания курсовой работы	3
4	Составление библиографического списка	3...4
5	Изучение научной и методической литературы	4...5
6	Сбор материалов, подготовка плана курсовой работы	6
7	Анализ собранного материала	6
8	Предварительное консультирование	7
9	Написание теоретической части	8...9

10	Проведение исследования, получение материалов исследования, обработка данных исследования, обобщение полученных результатов	8...9
11	Представление руководителю первого варианта курсовой работы и обсуждение представленного материала и результатов	10...11
12	Составление окончательного варианта курсовой работы	12
13	Заключительное консультирование	12
14	Рецензирование курсовой работы	13
15	Защита курсовой работы	14

## 4.4 Требования к разработке структурных элементов курсовой работы

### 4.4.1 Разработка введения

Во введении студент обосновывает актуальность избранной темы курсовой работы, раскрывает ее теоретическую и практическую значимость, кратко характеризуют современное состояние вопроса, которому посвящена работа, а также основную цель и задачи проекта, тем самым анализируя уровень разработанности вопроса темы в теории и практике по литературным данным. Излагая содержание публикаций других авторов, необходимо обязательно давать ссылки на них.

### 4.4.2 Разработка характеристики объекта

В характеристике описывается объект электрификации (в котором производится расчет системы освещения). Также в описании отражают характеристику помещений по условиям окружающей среды, габаритные размеры помещений, а также коэффициенты отражений стен, потолка, рабочих поверхностей в помещениях (можно представить в табличном виде).

### 4.4.3 Разработка основной части курсовой работы

#### Светотехнический расчет:

##### **1. Выбор источников света**

Выбор источников света в общем случае определяется показателями экономической целесообразности и эффективности. Учитывая более высокую световую отдачу светодиодных и разрядных источников, а также сравнительно большой срок службы СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение (Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*) и ГОСТР 59294 – 2021. Источники света, осветительные приборы и системы искусственного освещения (Показатели энергоэффективности и требования) рекомендуют применять эти источники для общего освещения всех производственных помещений.

##### **2. Выбор системы и вида освещения**

СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение (Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*) различают две отличающиеся друг от друга системы освещения: общего и комбинированного освещения. Система комбинированного освещения характеризуется наличием местных светильников, установленных непосредственно на рабочих местах. Эти светильники допол-

няют освещенность рабочих мест, создаваемую светильниками общего освещения. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается.

Систему комбинированного освещения применяют тогда, когда на рабочей поверхности необходимо создать освещенность не менее 200 лк при разрядных лампах и не менее 75 лк при лампах накаливания. При этом освещенность рабочей поверхности, созданная светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составить 10% нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяются для местного освещения.

Независимо от принятой системы, общее освещение может быть выполнено с равномерным или локализованным размещением светильников.

Различают следующие виды искусственного освещения: рабочее, аварийное, эвакуационное (аварийное освещение для эвакуации) и охранное освещение территорий. В сельскохозяйственных помещениях для содержания животных из рабочего освещения обычно выделяют дежурное, предназначенное для периодического контроля в нерабочее время за состоянием животных и безопасного движения дежурного персонала в проходах и коридорах. Светильники дежурного освещения выделяются из числа светильников общего освещения. В помещениях, предназначенных для содержания животных, они должны составлять 10%, а в родильных отделениях – 15% от общего числа светильников в помещении. Светильники дежурного освещения следует распределять равномерно по проходам животноводческого помещения. К дежурному освещению иногда относят и наружное освещение входов в помещения.

Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

### **3. Выбор нормируемой освещенности и коэффициента запаса**

Выбор нормируемой освещенности осуществляется по нормам СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение (Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*) в зависимости от характеристики зрительных работ, наименьшего размера объекта различения, контраста объекта различения с фоном и характеристики фона. По характеру работы, выполняемой внутри помещения выделено семь классов точности: наивысшей, очень высокой, высокой, средней и малой точности, грубая работа и работа с самосветящимися или раскаленными объектами. Нормируемые уровни освещенности для этих классов – от 5000 до 100 лк.

Конкретные значения нормируемой освещенности для конкретных рабочих мест приводятся не в СНиП, а в многочисленных отраслевых нормах рабочего освещения производственных, административных, общественных и бытовых помещений, в том числе и для сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений (ОСН-АПК 2.10.24.001-04. Нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений).

При эксплуатации осветительной установки освещенность на рабочих местах уменьшается. Основные причины снижения освещенности - уменьшение светового потока источников света в процессе горения и загрязнения источников света, осветительной арматуры, стен и потолка освещаемого помещения.

Уменьшение освещенности в расчетах установленной мощности источников учитывается коэффициентом запаса  $k_3$ , значение которого зависит от наличия пыли, дыма и копоти в рабочей зоне помещения, от конструкции светильников, типа источников света и периодичности чисток светильников. Для общественных зданий с нормальными условиями среды коэффициент запаса равен 1,2–1,4. Значения коэффициентов запаса по СП 52.13330.2016.

#### **4. Выбор осветительных приборов**

Осветительные приборы - это совокупность источника света и арматуры, предназначенной для рационального перераспределения светового потока источника, защиты глаз от чрезмерной его яркости, крепления и предохранения от механических повреждений и загрязнения.

Все осветительные приборы принято делить на три группы: осветительные приборы ближнего действия (до 20...30 м) - светильники, комплектные осветительные устройства на основе щелевых и плоских световодов и осветительные приборы дальнего действия (более 30 м) - прожекторы.

Светильник - это осветительный прибор, перераспределяющий видимое излучение источников внутри больших телесных углов и обеспечивающий угловую концентрацию светового потока с коэффициентом усиления не более 30 для круглосимметричных и не более 15 - для симметричных приборов.

Все светильники отличаются друг от друга: характером светораспределения; формой кривой силы света; типоразмером источника; способом установки и возможностью перемещения при эксплуатации; классом защиты от поражения электрическим током, степенью защиты от пыли и воды; климатическим исполнением и категорией размещений с учетом допустимой при эксплуатации температуры и относительной влажности воздуха; степенью пожаро- и взрывозащиты; способом питания источников и целевым назначением, учитывающим возможность работы в определенных условиях эксплуатации.

В основу классификация светильников по светораспределению положены два независимых признака - соотношение световых потоков, излучаемых светильником в нижнюю и верхнюю полусферы окружающего пространства и форма кривой силы света. По ГОСТ Р 54350-2015 все светильники подразделяются на пять классов в зависимости от того, какую долю всего светового потока светильника составляет поток в нижнюю полусферу. Светильники относятся к классу прямого света (П), если эта доля больше 80%, преимущественно прямого света (Н), если она составляет 60...80%, рассеянного света (Р) - 40...60%, преимущественно отраженного света (В) - 20...40% и отраженного света (О) - менее 20%. Тот же ГОСТ устанавливает семь типовых кривых силы света. Каждый светильник может иметь одну из типовых кривых: концентрированную (К), глубокую (Г), косинусную (Д), полуширокую (Л), широкую (Ш), равномерную (М) и синусную (С), рисунок 4.1. Светильники, силу света которых невозможно привести к типовым, относятся к светильникам со специальным светораспределением.

У светильников с типовыми кривыми силы света К, Г, Д направление максимальной силы света совпадает с оптической осью или близко к ней, у типа С – перпендикулярно оптической оси. При кривой силы света Ш максималь-

ная сила света создается светильниками в направлениях, лежащих под углом от 55 до 85° к оптической оси, при  $\text{Л} - \text{от } 35 \text{ до } 55^\circ$ . Кривые силы света типов Ш, Л, Д могут быть «вывернутыми», поскольку они присущи светильникам не только с прямым или направленным характером светораспределения, но и с отраженным и преимущественно отраженным. В этих случаях направление максимальной силы света относительно оптической оси соответствует углам 180° (Д), 95-125° (Ш) и 125-145° (Л).

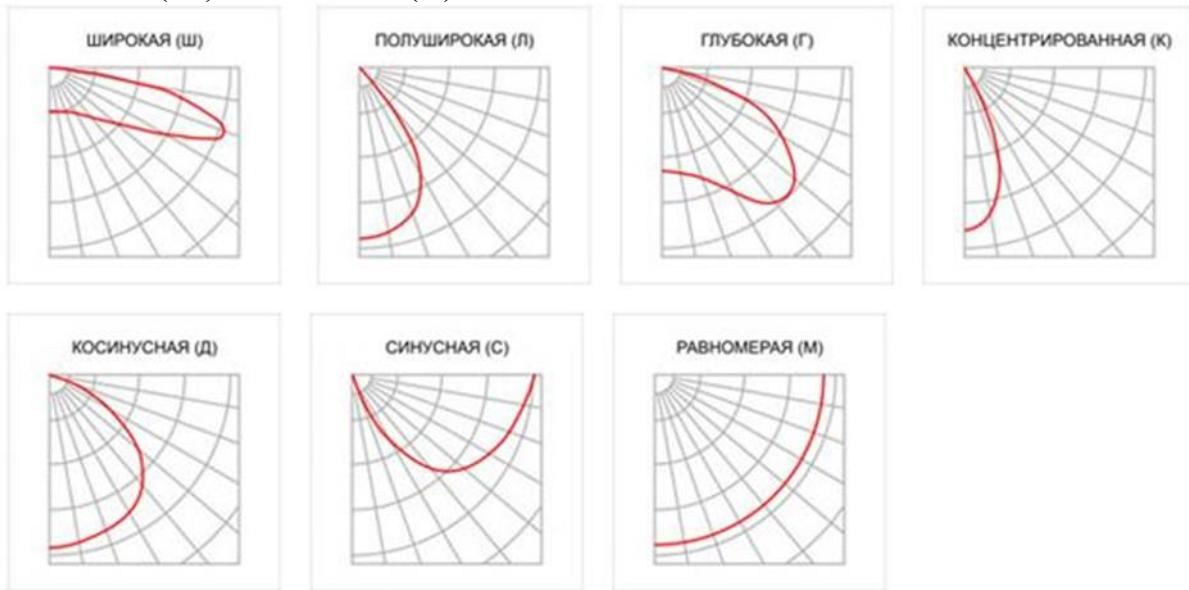


Рисунок 4.1 - Типовые кривые силы света

ГОСТ ИЕС 60598-1-2017 (Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний) регламентирует виды светильников по защите от таких основных факторов окружающей среды, как пыль и вода, оказывающих большое влияние на надежность осветительных приборов, их безопасность для людей и пожарную безопасность. Защита от пыли, воды и агрессивных сред обеспечивается выбором соответствующих конструкционных и светотехнических материалов, а также различной степенью герметизации внутреннего объема светильников или отдельных его полостей, в которых размещаются источники, патроны или лампадержатели, пускорегулирующая аппаратура, электроустановочные изделия и вспомогательное оборудование.

Для светильников с одинаковой степенью защиты всего внутреннего объема обозначение степени защиты включает две заглавные буквы латинского алфавита - IP (начальные буквы английских слов – International Protection - международная защита) и двух цифр первая из которых обозначает степень защиты от пыли, вторая - от воды (например, IP 53).

Светильники в соответствии с ГОСТ 15150-69 изготавливают различных климатических исполнений, категорий и условий размещения. Поэтому светильники целесообразно эксплуатировать в соответствующей паспорту климатическом районе и категории размещения: У (цифровое обозначение 0) - с умеренным климатом; УХЛ(1) - с умеренным и холодным климатом; ХЛ - с холодным климатом; ТВ(2) - с влажным тропическим климатом; ТС(3) - с сухим тропическим климатом; Т(4) - как с сухим, так и с влажным тропическим климатом; 0(5) - общеклиматическое исполнение; 1 - размещение на открытом воз-

духе; 2 - под навесом и другими полуоткрытыми сооружениями; 3 – в закрытых неотапливаемых помещениях; 4 – в закрытых отапливаемых помещениях; 5 - в помещениях с повышенной влажностью.

К паспортным данным светильников также относятся КПД и защитный угол. КПД светильника определяется отношением светового потока, перераспределаемого в верхнюю и нижнюю полусферы, к световому потоку источника. Иногда общий КПЦ светильника подразделяют на КПД в верхнюю, а КПД в нижнюю полусферы.

К паспортным данным светильников также относятся КПД и защитный угол. КПД светильника определяется отношением светового потока, перераспределаемого в верхнюю и нижнюю полусферы, к световому потоку источника. Иногда общий КПЦ светильника подразделяют на КПД в верхнюю, а КПД в нижнюю полусферы. Каждому светильнику присваивают шифр. Структура условного обозначения светильников, показана рисунок 4.2.

Выбор светильников определяется: характером окружающей среды, требованиями к характеру светораспределения и ограничения слепящего действия, экономической целесообразностью и эксплуатационной группой светильников. Конструкция и вид исполнения светильников должны соответствовать номинальному напряжению сети.

При выборе необходимо, чтобы степень защиты светильников соответствовала характеру окружающей среды в помещении. В дополнение отметим то, что для сырых, особо сырых помещений и помещений с химически активной средой предпочтительны светильники с корпусами и отражателями из влагостойкой пластмассы, фарфора, покрытые силикатной эмалью. В жарких помещениях или зонах рекомендуется применять амальгамные люминесцентные лампы. В пыльных помещениях рекомендуется применение в светильниках ламп с внутренним отражающим слоем и не рекомендуется использовать светильники с экранирующими решетками, сетками и подобными им элементами, способствующими запылению.

Требования к характеру светораспределения при выборе светильников учитывают следующим образом: для производственных помещений обычно принимают светильники прямого или преимущественно прямого светораспределения с типовыми кривыми силы света К, Г или Д; для административных, общественных и жилых помещений, особенно когда предъявляются требования к качеству освещения – светильники рассеянного, преимущественно отраженного или отраженного светораспределения с типовыми кривыми силы света М, Л или Ш.

Если необходимо создать требуемый уровень освещенности в горизонтальной плоскости, то наиболее целесообразны светильники прямого света класса П, а в помещениях со светлыми стенами и потолком – преимущественно прямого света класса Н. Чем выше помещение и выше нормируемая освещенность, тем более концентрированными кривыми силы света должны обладать светильники (К или Г).

<u>Д</u>	<u>С</u>	<u>П</u>	<u>52</u>	<u>–</u>	<u>32</u>	<u>–</u>	<u>141</u>	<u>Optima</u>	<u>EM1</u>	<u>840</u>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>

<b>1 – Обозначение источника света</b> Д - светодиоды (LED) Л - прямые трубчатые люминесцентные Ж - натриевые типа ДНаТ Э - эритемные люминесцентные Б - бактерицидные Н - лампы накаливания	<b>6 – Модификация</b> Расшифровка цифр дается непосредственно в описании светильника
<b>2 – Обозначение способа установки</b> С - подвесные П - потолочные В - встраиваемые Б - настенные Т - венчающие К - консольные	<b>7 – Коммерческое название</b> <b>8 – Применяемые условные обозначения</b> HF - ЭПРА А2 RA - драйвер с управлением по протоколу 1-10В RD - драйвер с управлением по протоколу DALI NL - драйвер с функцией дежурного освещения MW - микроволновый датчик MWR - регулируемый микроволновый датчик HT - для температуры окружающего воздуха +60°C БАП - блок аварийного питания, климатическое исполнение светильника УХЛ4 ЕМ1 - блок аварийного питания (время работы в аварийном режиме 1 час), климатическое исполнение светильника УХЛ4 ЕМ3 - блок аварийного питания (время работы в аварийном режиме 3 часа), климатическое исполнение светильника УХЛ4
<b>3 – Обозначение основного назначения ГОСТ-17677</b> П - для промышленных и производственных зданий О - для общественных зданий Б - для жилых (бытовых) помещений У - для наружного освещения З – Обозначение основного назначения ГОСТ-6047 О - прожектор общего назначения	
<b>4 – номер серии</b>	<b>9 – Обозначение индекса цветопередачи</b> 6 - Ra = 60-69 7 - Ra = 70-79 8 - Ra = 80-89 (класс: 1В) 9 - Ra = 90-98
<b>5 – количество ламп в светильнике, мощность ламп или LED (Вт)</b> 32 - номинальная мощность, (если одна лампа в светильнике, то цифра 1 не указывается). Для светодиодных светильников приведена номинальная мощность, фактическая в паспортах	<b>9 – Обозначение цветовой температуры</b> 30 - Тцв = 3000K 40 - Тцв = 4000K 45 - Тцв = 4500K 47 - Тцв = 4700K 50 - Тцв = 5000K 57 - Тцв = 5700K 65 - Тцв = 6500K

Расшифровка условного обозначения светильников

По мере уменьшения высоты помещения наиболее выгодны светильники с типовой кривой силы света Г, Д и т. д. Для освещения в вертикальной или наклонной плоскости целесообразны светильники класса Р с полуширокой кривой типа Л или равномерной типа М, а также светильники или прожекторы с ассиметричным светораспределением (кососветы).

Если необходимо создать требуемый уровень освещенности в произвольно ориентированных наклонных и вертикальных плоскостях, то необходимо помнить, что отношение вертикальной освещенности к горизонтальной минимально для светильников с типовой кривой силы света К и увеличивается для светильников с типовыми кривыми силы света М и Л.

Светильники прямого света класса П и преимущественно прямого света класса Н характеризуется в сравнении с другими более высокими значениями КПД и требуют установки в них источников меньшей мощности для создания одинакового уровня освещенности рабочих поверхностей. При их использовании в лучшей мере обеспечивается видимость рельефных деталей небольших размеров и отыскание мелких дефектов (пор, трещин, изломов и др.), одновременно возможно затенение рабочих поверхностей, особенно от рядом стоящих громоздких предметов.

Если сопоставить при прочих равных условиях значения коэффициентов использования светового потока для различных светильников одного класса П, то светильники с типовыми кривыми силы света по мере убывания коэффициента использования светового потока располагаются следующим образом: К-Г-Д-Л-М-Ш-С. Разница особенно заметна для помещений большой высоты, что заставляет выбирать для высоких помещений с точки зрения минимально установленной мощности источников светильников с типовыми кривыми силы света Г, Д и в отдельных случаях К. С другой стороны, применение светильников с типовыми кривыми силы света Г, Д и К приводит к уменьшению расстояния между светильниками и как следствие к удешевлению установки.

## **5 Размещение светильников в освещаемом пространстве**

При равномерном размещении светильники распределяют по углам прямоугольника или вершинам ромба с учетом доступа светильника для обслуживания (рисунок 5.1). Расстояние между светильниками в ряду  $L'_A$ , м, и расстояние между рядами светильников  $L'_B$ , м, определяют по формуле

$$L'_A = L'_B \approx \lambda_c \cdot H_p, \quad (5.1)$$

где  $\lambda_c$  – светотехнически наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками (таблица 5.1.);

$H_p$  – расчетная высота установки светильников, м.

Расчетную высоту установки светильников определяют по формуле

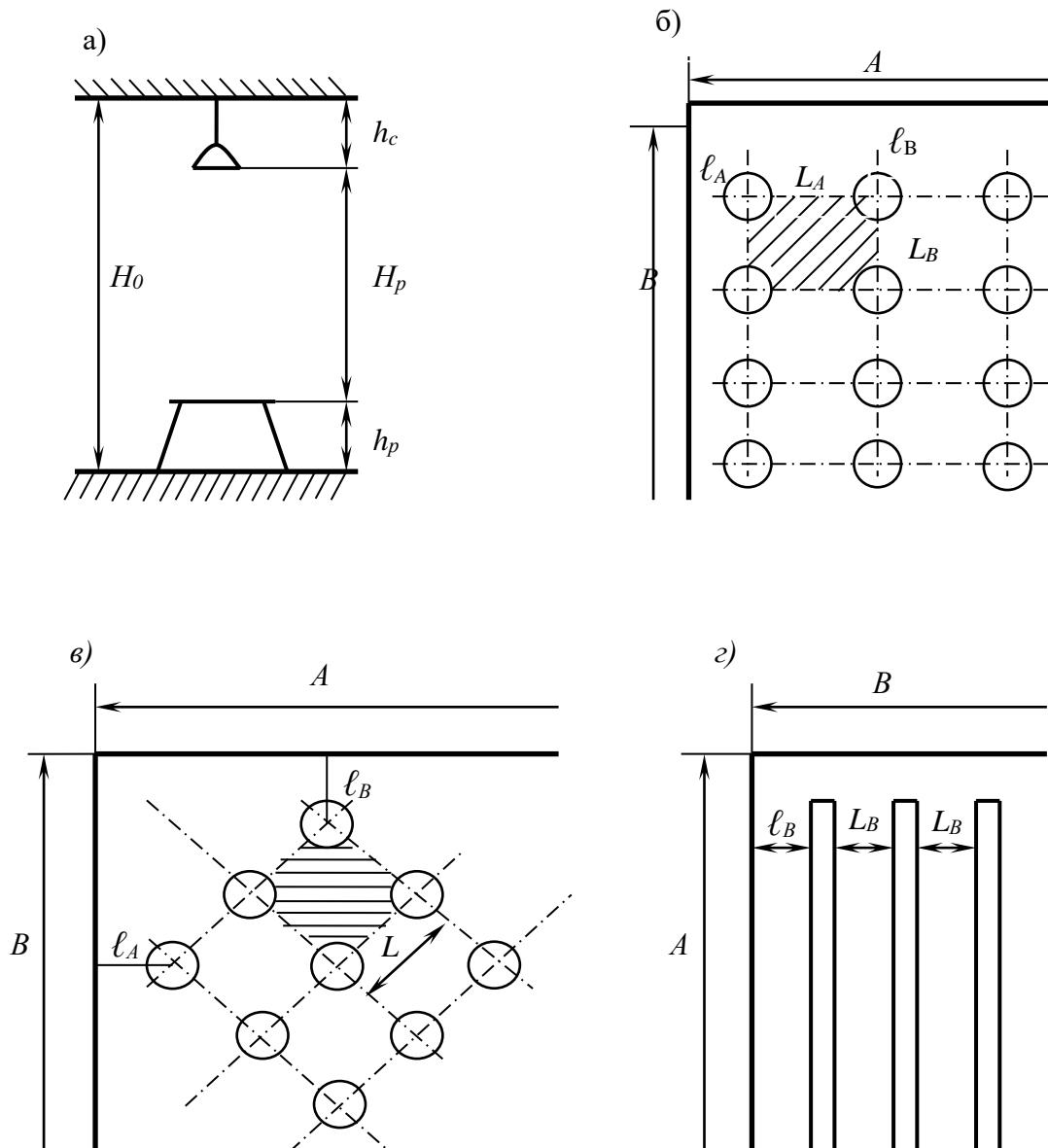
$$H_p = H_0 - h_c - h_P, \quad (5.2)$$

где  $H_0$  – высота помещения, м.

$h_c$  – высота свеса светильников (расстояние от светового центра светильника до перекрытия), определяемая с учетом размеров светильника (паспортные данные светильники) и способа их установки, м;

$h_p$  – высота размещения над полом расчетной поверхности (поверхности, на которой нормируется освещение), м.

Светотехнически наивыгоднейшее относительное расстояние обеспечивает такое расстояние между светильниками, при котором расстояние освещенности на рабочей поверхности наиболее равномерное. Увеличение относительного расстояния между светильниками  $\lambda$  сверх  $\lambda_c$  ухудшает равномерность освещения рабочих поверхностей, но уменьшает установленную мощность источников света. При  $\lambda=\lambda_{\text{ЭН}}$  ( $\lambda_{\text{ЭН}}$  – энергетически наивыгоднейшее относительное расстояние) мощность источников света осветительной установки минимальная.



- а) – в разрезе; б, в, г) – плане помещения
- б) – по углам прямоугольников; в) – по вершинам ромба;
- г) – в линию для светильников с линейными источниками света

Рисунок 5.1 – Варианты размещения светильников

В расчетах наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками или рядами светильников следует принимать по рекомендациям,

Значениями  $\lambda_c$  следует пользоваться при люминесцентных лампах, значениями  $\lambda_s$  – в остальных случаях.

Допускается, кроме случая кривой  $K$ , увеличение этих отношений не более чем на 30 % (т.е. отклонение  $\lambda$  от оптимального значения допускается в пределах  $\pm 30\%$ ).

Чрезмерное увеличение этих значений ведет к резкой неравномерности освещенности, ухудшению качества освещения и возрастанию расхода электроэнергии. Уменьшение их может оказаться обязательным по условиям размещения светильников в том или ином помещении, а также в случаях, когда для получения заданной освещенности необходима лампа неосуществимо большой мощности. Уменьшение величины  $\lambda$  приводит к удорожанию устройства и обслуживания освещения.

Типы кривых сил света светильников

Обозначение типа кривой силы света	Тип кривой силы света	$\lambda_c$	$\lambda_s$
К	Концентрированная	0,6	0,6
Г	Глубокая	0,9	1,0
Д	Косинусная	1,4	1,6
Ш	Полуширокая	1,6	1,8
М	Равномерная	2,0	2,6

Светильники следует располагать по возможности в местах, удобных и безопасных для обслуживания. В помещениях, относящихся по степени поражения электрическим током к помещениям с повышенной опасностью и особо опасным, высота установки светильников над полом, за исключением светильников с люминесцентными лампами, должна, как правило, быть более 2,5 м. В отдельных случаях допускается высота установки светильников над полом менее 2,5 м, но конструкция светильников должна исключать возможность доступа к источнику света без специального инструмента при выполнении ввода в светильник изолированной электропроводки в трубах, металлических оболочках кабелей и защищенных проводов. Указанное требование не распространяется на электропомещения, а также осветительные установки, обслуживающие с кранов или площадок квалифицированным электротехническим персоналом. Если светильники не удовлетворяют требованиям о недоступности к источнику света без применения специального инструмента и устанавливается в помещения с повышенной опасностью и особо опасным на высоте менее 2,5 м, то значения подводимого к ним напряжения не должно превышать 42 В. Светильники с люминесцентными лампами на напряжение 127 В и более допускается устанавливать на высоте не менее 2,5 м. в любых помещениях при исключении возможностей соприкосновения с их токоведущими частями.

При равномерном размещении светильников по углам прямоугольника рекомендуется, чтобы  $L'_A: L'_B \leq 1,5$  (рисунок 5.1). Расстояние от стены до ближайшего ряда светильников  $\ell'_B$  принимают в пределах  $0,3 \dots 0,5 L'_B$ . Расстояние

от стены до ближайшего светильника в ряду  $\ell'_A$  принимают в пределах  $0,3 \dots 0,5 L'_A$ , при наличии свободных поверхностей у стен -  $\ell'_A \approx 0,3 L'_A$ ,  $\ell'_B \approx 0,3 L'_B$ , а при отсутствии -  $\ell'_A \approx 0,5 L'_A$ ,  $\ell'_B \approx 0,5 L'_B$ .

Тогда по известным  $\ell'_A$ ,  $\ell'_B$  и  $L'_A$ ,  $L'_B$ , длине  $A$  и ширине  $B$  помещения при проектировании осветительных установок со светильниками с **круглосимметричными источниками света (лампы накаливания, газоразрядные лампы высокого давления, компактные люминесцентные лампы, светодиодные лампы данной формы и т.п.)** можно определить:

число рядов светильников

$$N'_B = \frac{B - 2\ell'_B}{L'_B} + 1, \quad (5.3)$$

число светильников в одном ряду

$$N'_A = \frac{A - 2\ell'_A}{L'_A} + 1, \quad (5.4)$$

Если расчет расстояния между светильниками в ряду и рядами светильников производился с учетом светотехнически наивыгоднейшего относительного расстояния  $\lambda_c$ , то полученные значения  $N'_B$  и  $N'_A$  округляют до целого числа в сторону наименьшего значения. В случае же расчета с учетом энергетически наивыгоднейшего относительного расстояния  $\lambda_{\text{ЭН}}$ , значения  $N'_B$  и  $N'_A$  округляют до целого числа в сторону большего значения.

Имея округленные значения  $N_A$  и  $N_B$  получим общее число светильников в помещении

$$N_{\Sigma} = N_A \cdot N_B \quad (5.5)$$

После этого размещают светильники на плане с учетом строительного модуля помещения и определяют действительные расстояния от стены до ближайшего ряда светильников  $\ell_B$  и до ближайшего светильника в ряду  $\ell_A$ , расстояние между рядами  $L_B$  и светильниками в ряду  $L_A$

$$L_A = \frac{A}{N_A - a}, \quad (5.6)$$

$$L_B = \frac{B}{N_B - a}, \quad (5.7)$$

где  $a=0,4$  при  $\ell_A \approx 0,3 L_A$ ,  $\ell_B \approx 0,3 L_B$  и  $a=0$  при  $\ell_A \approx 0,5 L_A$ ,  $\ell_B \approx 0,5 L_B$ .

При проектировании осветительных установок со светильниками с **линейными источниками света (линейные люминесцентные и светодиодные лампы)** расчетную высоту установки светильников определяют по формуле (5.2), расстояние между рядами светильников  $L'_B$ , м, определяют по формуле (5.1), число рядов светильников  $N'_B$  по формуле (5.3) При этом наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками  $\lambda_c$  определяется по поперечной кривой силы света светильника.  $N'_B$  округляют до целого числа в сторону наименьшего значения. Уточняют расстояние между рядами по формуле (5.7). Число светильников в ряду  $N_A$  и в помещении  $N_{\Sigma}$  определяют светотехническим расчетом.

На стадии выбора и размещения осветительных приборов необходимо оценить возможность подбора широко освещенных в справочной литературе наиболее экономичных типовых решений и аналогий с учетом производственно-го назначения, строительного модуля и высоты рассматриваемого помещения.

## 6. Светотехнические расчеты осветительных установок

В практике расчета общего электрического освещения помещений наиболее распространены следующие методы расчета: точечный метод; метод коэффициента использования светового потока осветительной установки; метод удельной мощности.

**Точечный метод** позволяет определить световой поток источников, необходимый для создания требуемой освещенности в любой точке произвольно расположенной плоскости при известном расположением светильниках и условий, что отраженный от стен, потолка и рабочей поверхности световой поток не создаст существенной освещенности рассматриваемой точке.

Точечный метод применяется при расчете равномерного и локализованного освещения вертикальных и наклонных горизонтов плоскостей наружного освещения.

Расчет осветительной установки с **круглосимметричными точечными излучателями** точечным методом производят в следующей последовательности:

- 1) После размещения светильников на плане помещения намечают контрольные точки, в которых предполагается минимальная освещенность и вычисляют в них условную освещенность.

При использовании точечным методом недостаточно ясным и обоснованным элементом расчета является выбор характеристик контрольных точек для расчета условной освещенности  $e$ . Характерные контрольные точки для случая общего равномерного освещения показаны на рисунке 6.1.

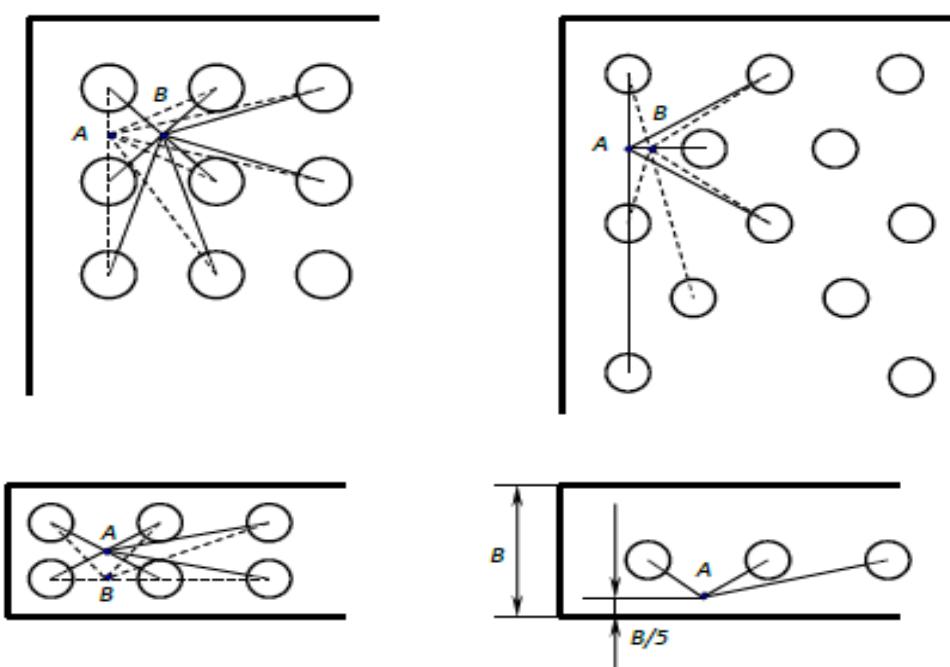


Рисунок 6.1 – К выбору контрольных точек для различных вариантов размещения круглосимметричных светильников

Для упрощения расчетов по нахождению  $\Sigma e$  определены пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности.

По кривым пространственных изолюксов находится точка с заданными  $d$  и  $H_p$ , а условная горизонтальная освещенность  $e$  определяются путем интерполяции. Значения  $d$  – кратчайшее расстояние между контрольной точкой А и точкой проекции светового центра светильника на горизонтальную плоскость, на которой расположена точка А, определяется обмером по масштабному плану.

Если значения  $d$  и  $H_p$  выходят за пределы координат кривых пространственных изолюксов условной горизонтальной освещенности, то можно обе эти координаты увеличить (уменьшить) в  $n$  раз так, чтобы точка оказалась в пределах графика, а определенная по графику значение  $e$  увеличить (уменьшить) в  $n^2$  раз.

Трудно определить, какие светильники следует считать «ближайшим» и учитывать в  $\Sigma e$ . Часто можно считать, что эти светильники с трех наименьших расстояний  $d$  на рисунке 6.1 контрольные точки соединены линиями с теми светильниками, от которых обычно определяются значения  $\Sigma e$ . Вообще же, чем шире кривая света распределения светильников (типы Д, Л, Ш), тем большую роль играют «удаленные» светильники и тем тщательнее следует их учитывать.

Во всех случаях при определении  $\Sigma e$  не должны учитываться светильники, реально не создающие освещенности в контрольной точке из-за затенения оборудованием или самим рабочим при его нормальном фиксированном положении у рабочего места.

Если нормируется освещенность вертикальной поверхности, то условная освещенность от каждого «ближайшего» светильника пересчитывается по формуле:

$$e_e = e_z \frac{d}{H_p}. \quad (6.1)$$

2) Из контрольных точек в качестве расчетных выбирают те точки освещаемой площадки, в которых  $\Sigma e$  имеет наименьшее значение.

В принципе не следует выискивать точки абсолютного минимума у стен или углах: если в подобных точках есть рабочие места, то задача доведения освещенности в этих точках до нормы может быть решена увеличением мощности источника в ближайших светильниках или установкой дополнительных светильников.

3) Требуемый световой поток источника света  $\Phi_p$  с учетом коэффициента запаса  $k_3$  определяется по формуле

$$\Phi_p = \frac{1000 \cdot E_{min} \cdot k_3}{\mu \cdot \Sigma e}, \quad (6.2)$$

где  $E_{min}$  – нормативное значение освещенности рабочей поверхности, лк;

$k_3$  – коэффициент запаса;

$\mu$  – коэффициент добавочной освещенности, учитывающий воздействие «удаленных» источников и отраженных световых потоков на освещаемую поверхность (принимается равным 1,1...1,2);

4) По расчетному потоку подбирается стандартная лампа, световой поток которой  $\Phi_L$  отличается от расчетного в пределах от -10 до +20%, то есть

$$0,9\Phi_p \leq \Phi_{\lambda} \leq 1,2\Phi_p . \quad (6.3)$$

**При невозможности выбора лампы с указанным допуском корректируется расположение светильников.**

При выборе мощности источников необходимо стремиться, чтобы мощность выбранной лампы по возможности совпадала с допустимой номинальной мощностью для данного светильника.

5) Подсчитывают суммарную мощность осветительной установки.

Точечный метод является самым точным методом расчета осветительных установок. При его применении погрешность расчета минимальная. Однако точечный метод трудоемок, что и определяет его не частое применение (в основном, для осветительных приборов и проверочных расчетов, а также тогда, когда другие методы применять невозможно, например, в случае локализованного и местного освещения, освещения наклонных поверхностей и т.п.).

Освещенность по известной силе света источника излучения можно определить по формуле

$$E = \frac{dF}{dS} = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos \beta}{l^2}, \quad (6.4)$$

где  $I_{\alpha}$  – сила света источника в направлении освещаемой площади, кд;

$\beta$  – угол между нормалью к элементу поверхности и направлением силы света (см. рисунок 6.2);

$l$  – расстояние от источника до контрольной точки, м.

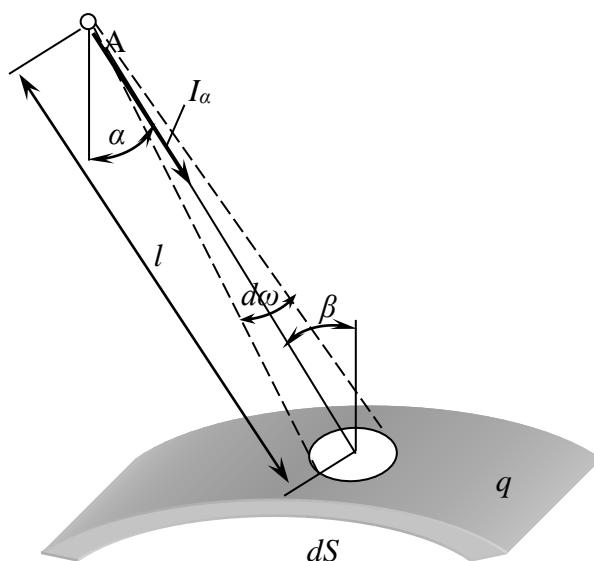


Рисунок 6.2 – К определению освещенности по известной силе света источника

Расчет осветительной установки точечным методом в применении к осветительным установкам с **линейными излучателями** (люминесцентными или светодиодными лампами) называют методом линейных изолюкс и производят следующие последовательности.

1) Проверяют применимость метода.

Метод применяется только тогда, когда длина излучателей превышает половину расчетной высоты подвеса и их нельзя рассматривать как точечные.

Анализ показывает, что если ряд линейных излучателей имеет разрывы, то его можно считать непрерывным, если длина разрыва линии менее половины расчетной высоты.

2) После размещения на плане помещения светящихся линий намечают контрольные точки и вычисляют условную освещенность.

При выборе контрольных точек следует учесть, что в случае большой длины светящейся линии начиная примерно от  $2H_P$ , сильно сказывается уменьшение освещенности у них концов (примерно в двое по сравнению с освещенностью центральных участков при рядах неограниченной длины). Для компенсации этого достаточно продлить линию на  $0,8H_P$  за пределы освещаемой поверхности или на расстоянии  $0,5H_P$  до конца светящейся линии обеспечить двойное значение  $\Phi$  (удвоить расчетное количество излучателей или светильников), или дополнительно продольные ряды светильников замыкающими их поперечными. В случае принятия одной из этих мер при общем равномерном освещении контрольные точки, как правило, выбираются посередине между рядами светильников и линий (рисунок. 6.3).



Рисунок 6.3 – К выбору контрольных точек для различных вариантов размещения с линейными излучателями

При заданных характеристиках светящейся линии освещенность точки зависит от трех параметров: расчетной высоты подвеса  $H_P$  длины линии  $L$  и кратчайшего расстояния  $p$  от контрольной точки А до проекции светящейся линии на горизонтальную поверхность с рассматриваемой точкой А. Для облегчения расчета по методу линейных изолюкс получены расчетные графики позволяющие при известных значениях  $H_P$ ,  $L$ , и  $p$  определить условную освещенность в контрольной точке рабочей поверхности с учетом допущений о том, что рассматриваемая точка расположена против конца светящейся линии, условная линейная плотность светового потока которой равна  $\Phi' = 1000 \text{ лм} \cdot \text{м}^{-1}$ , а  $H_P = 1 \text{ м}$ .

Освещенность других точек определяется путем разделения светящейся линии на части дополнения их воображаемыми отрезками, освещенность от которых затем суммируется или вычитается (рисунок 6.4).

Расчет осветительной установки со светящимися линиями удобно производить с помощью графиков линейных изолюкс /1/. При использовании кривых линейных изолюкс по плану обмеряют размеры  $p$  и  $L$ , определяют отношение  $p' = p/H_p$  и  $L' = L/H_p$ , по кривым находят значения условной освещенности  $e$  при координатах  $p'$  и  $L'$  путем интерполяции между ближайшими линейными изолюксами. Линии, для которых  $L' > 4$ .

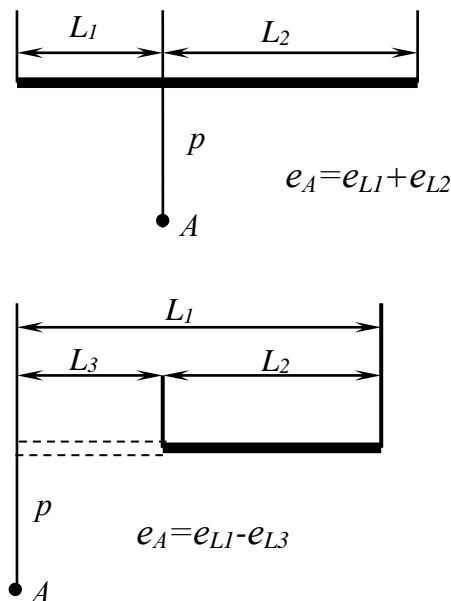


Рисунок 6.4 – К определению условной освещенности в точке, не лежащей против конца светящейся линии

при расчетах рассматриваются как неограниченно длинные и значение условной освещенности находят для  $L' = 4$ .

Суммирование значений  $e$  от ближайших рядов или их частей, освещавших точку, дает  $\Sigma e$ .

3) Необходимая линейная плотность светового потока определяется как

$$\Phi' = \frac{1000E_{min}k_3H_p}{\mu \sum e} \quad (6.5)$$

4) По известному значению  $\Phi'$  осуществляется компоновка линии. Для компоновки линии вначале определяется необходимый световой поток ламп в линии, как произведение  $\Phi' L$ . После этого определяется количество светильников в ряду

$$N_A = \frac{\Phi' L}{n_c \Phi_l} \quad (6.6)$$

Значение  $N_A$  округляют в сторону увеличения и определяют действительные расстояния между светильниками и суммарное количество светильников в помещении  $N_\Sigma$ .

**Метод коэффициента использования светового потока** осветительной установки применяют при расчете общего равномерного освещения горизонтальной поверхности в помещении при отсутствии крупных затеняющих предметов и с учетом отраженных от стен и потолка световых потоков. Метод нельзя применять при расчете локализованного освещения, освещения наклонных поверхностей и местного освещения.

Прядок расчета по методу коэффициента использования светового потока следующий.

1) Проверяют применимость метода.

2) Определяют коэффициенты отражения потолка  $\rho_n$ , стен  $\rho_c$  и рабочей поверхности  $\rho_p$  и индекс помещения.

Индекс помещения определяют по формуле

$$i = \frac{AB}{H_p(A+B)} \quad (6.7)$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина освещаемого помещения, м.

3) Определяют коэффициент использования светового потока и вычисляют требуемый световой поток источника света или число светильников в освещаемом помещении.

Коэффициент использования светового потока  $\eta$  указывает ту часть светового потока источников, которая достигает рабочей поверхности с учетом различных потерь. Его значение определяют по справочным таблицам, интерполируя при необходимости в соответствии с требуемым индексом помещения.

В справочные таблицы по определению коэффициента использования светового потока входят индекс помещения  $i$  и коэффициенты отражения потолка  $\rho_n$ , стен  $\rho_c$  и рабочей поверхности  $\rho_p$ . Дальнейший расчет освещения, выполненного люминесцентными лампами, ведется по пункту 5.

Расчетный световой поток каждой лампы накаливания  $\Phi_p$  рассчитываемой осветительной установки определяется по формуле

$$\Phi_p = \frac{E_{min} k_3 S z}{n_c N_\Sigma \eta} \quad (6.8)$$

где  $E_{min}$  – нормируемая освещенность, лк;

$k_3$  – коэффициент запаса;

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$z$  – коэффициент минимальной освещенности (при расчете освещения от светильников с лампами накаливания, ДРЛ, ДРИ, и ДНаТ  $z = 1,15$ , с люминесцентными лампами  $z = 1,1$ , а для всех светильников отраженного света  $z = 1,0$ );

$n_c$  – число ламп в светильнике, шт;

$N_\Sigma$  – общее число светильников в помещении, шт;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока в долях единицы.

4) Выбирают лампу накаливания, имеющую световой поток с учетом требований

$$0,9\Phi_p \leq \Phi_\lambda \leq 1,2\Phi_p \quad (6.9)$$

При невозможности выбора лампы с указанным допуском корректируется расположение светильников

5) По методу коэффициента использования светового потока определить число светильников с **люминесцентными лампами** в освещаемом помещении можно по формуле

$$N'_{\Sigma} = \frac{E_{min} k_3 S_z}{n_c \Phi_{\lambda} \eta} \quad (6.10)$$

Тогда число светильников в ряду

$$N'_A = \frac{N_{\Sigma}}{N_B}, \quad (6.11)$$

Значение  $N'_A$  обычно округляют в сторону увеличения, тогда

$$N_{\Sigma} = N_A \cdot N_B.$$

Методом коэффициента использования светового потока можно также произвести проверочный расчет осветительной установки, для чего известные формулы преобразуют в следующий вид

$$E = \frac{\Phi_{\lambda} n_c N_{\Sigma} \eta}{k_3 S_z}. \quad (6.12)$$

**Методом удельной мощности** пользуются для приближенного расчета осветительных установок помещений, у которых отсутствуют существенные затенения рабочих поверхностей и к освещению которых не предъявляются особые требования, например, вспомогательные и складские помещения, кладовые, коридоры и т.д.

Порядок расчета по методу удельной мощности для круглосимметричных источников будет такой:

1) По расчетной высоте подвеса и площади освещаемого помещения для выбранного типа светильника по справочной таблице определяют табличное значение удельной мощности источника  $P'_{y\delta}$ , которое затем корректируют для приведения в соответствие всех параметров осветительной установки паспортных данных таблиц. После корректировки получаем расчетное значение удельной мощности источников  $P_{y\delta}$ . Таким образом

$$P_{y\delta} = P'_{y\delta} k_1 k_2 k_4, \quad (6.13)$$

где  $k_1$  – коэффициент приведения коэффициента запаса к табличному значению;

$k_2$  – коэффициент приведения коэффициентов отражения поверхностей помещения к табличному значению;

$k_4$  – коэффициент приведения напряжения питания источников к табличному значению (например, для пересчета  $U_H = 127$  В на  $U_H = 220$  В принять  $k_4 = 0,86$ ).

2) Расчетную единичную мощность источника  $P_p$ , Вт, определяют по формуле

$$P_p = \frac{P_{y\delta} S}{N_{\Sigma} n_c}, \quad (6.14)$$

3) По расчетной мощности лампы  $P_P$  с учетом шкалы мощностей выпускаемых промышленностью источников света выбирают подходящую лампу такой, чтобы

$$0,9P_p \leq P_{\lambda} \leq 1,2P_p. \quad (6.15)$$

Если осветительная установка выполняется посредством отдельных светильников с люминесцентными лампами, а соотношение их размеров и расстояний до рабочей поверхности позволяет отнести излучатели к точечным (длина светильника не превышает половину расчетной высоты подвеса), то для расчета осветительных установок могут быть применены методы коэффициента использования светового потока и удельной мощности.

По методу удельной мощности при **линейных источниках** расчетное значение удельной мощности  $P_{y\delta}$  определяется, как и ранее по табличному значению удельной мощности источника и коэффициентов, приводящих в соответствие все параметры осветительной установки паспортным данным таблиц, т. е.

$$P_{y\delta} = P'_{y\delta} k_1 k_2 \frac{E_{min}}{100} \quad (6.16)$$

При расчете осветительной установки со светильниками с люминесцентными лампами по расчетной удельной мощности определяют число светильников

$$N_{\Sigma} = \frac{P_{y\delta} S}{P_{\lambda} n_c} \quad (6.17)$$

и компонуют осветительную установку в соответствии со строительным модулем помещения.

Рассмотренные методы позволяют рассчитать осветительную установку большинства сельскохозяйственных помещений.

При изготовлении осветительных установок важно, чтобы они соответствовали требованиям СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение (Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*) не только к минимальным значениям освещенности рабочих поверхностей, но и к регламентируемым качественным показателям: дискомфорта и ослепленности, коэффициента пульсации освещенности и цилиндрической освещенности.

Конечные результаты светотехнических расчетов представляются в виде светотехнической ведомости. Форма светотехнической ведомости не утверждена межотраслевыми стандартами и может быть произвольной. В качестве примера в виде таблицы 6.1 представлена одна из разновидностей форм светотехнической ведомости, которая рекомендуется к исполнению при выполнении курсовых и дипломных проектов.

Таблица 6.1 – Светотехническая ведомость

Наименование помещения	Габариты (длина×ширина ×высота),м	Класс по условиям окружющей среды	Коэффициенты отражения ( $\rho_{\text{п}} \times \rho_{\text{с}} \times \rho_{\text{р}}$ ), %	Вид освещения	Система освещения	Норма освещенности, лк	Поверхность, на которой нормируется освещенность	Светильники		Лампы (тип и мощность в Вт)	Штепсельные розетки		Установленная мощность, кВт
								типа	число		типа	число	
Помещение для содержания животных	34×18×2,7	Сырое	50×30×10	Рабочее, дежурное	общая	75	Г-0,0	ЛСП02В	35	ЛБ 40	–	–	1,68
Станки для проверяемых свиноматок	5×3,8×2,7	Сырое	50×30×10	Рабочее	общая	200	Г-0,0	ЛСП02В	3	ЛБ 40	–	–	0,288
Ветеринарный бокс	3,8×3,5×2,7	Сырое	50×30×10	рабочее	общая	200	Г-0,8	ЛСП02В	2	ЛБ 40	–	–	0,192
Манеж	3,8×3×2,7	Сырое	50×30×10	рабочее	общая	200	Г-0,0	ЛСП02В	2	ЛБ 40	–	–	0,192
Помещение для обслуживающего персонала	3,8×3×2,7	Сухое	70×50×30	рабочее	общая	150	Г-0,8	ЛПО01	1	ЛБ 40	РС 10 635	1	1,096
Помещение для инвентаря и подстилки	4,5×3,8×2,7	Сухое	50×30×10	рабочее	общая	20	Г-0,0	НСП11	1	Б-215-225-200	–	–	0,2
Тамбур	3,8×3×2,7	Сухое	50×30×10	рабочее	общая	20	Г-0,0	НСП11	1	Б-215-225-150	–	–	0,15

## *Электротехнический расчет (Расчет электрических сетей осветительных установок).*

### **1. Выбор системы напряжения и источника питания электрической установки**

Выбор напряжения для питания осветительной установки определяется общими решениями, принятыми для электроснабжения объекта, а для отдельных частей этой установки – также требованиями электробезопасности.

В данное время для производственных, общественных и жилых зданий, а также для открытых пространств наиболее распространенными является питание 380/220 В при заземленной нейтрали.

Для питания осветительных приборов общего внутреннего и наружного освещения, как правило, должно применяться напряжение не выше 220 В переменного или постоянного тока. В помещениях без повышенной опасности напряжение 220 В может применяться для всех стационарно установленных осветительных приборов вне зависимости от высоты их установки.

Напряжение 380 В для питания осветительных приборов общего внутреннего и наружного освещения может использоваться при соблюдении следующих условий:

1) ввод в осветительный прибор и независимый, но встроенный прибор, пускорегулирующий аппарат выполняется проводами или кабелем с изоляцией на напряжение не менее 660 В;

2) ввод в осветительный прибор двух или трех проводов разных фаз системы 660/380 В не допускается.

Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания должны применяться напряжения: в помещениях без повышенной опасности – не выше 220 В; в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных не выше 50 В. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных допускается напряжение до 220 В для светильников, в этом случае должно быть предусмотрено или защитное отключение линии при токе утечки до 30 мА, или питание каждого светильника через разделяющий трансформатор (разделяющий трансформатор может иметь несколько электрически не связанных вторичных обмоток).

Для питания светильников местного освещения с люминесцентными лампами может применяться напряжение не выше 220 В. При этом в помещениях сырых, особо сырых, жарких и с химически активной средой применение люминесцентных ламп для местного освещения допускается только в арматуре специальной конструкции.

Допустимые отклонения и колебания напряжения у осветительных приборов не должны превышать указанных в ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Светильники рабочего освещения и освещения безопасности в производственных и общественных зданиях и на открытых пространствах должны питаться от независимых источников.

Разрешается питание освещения безопасности и эвакуационного освещения от общих щитков.

## **2 Выбор вида электропроводки, выбор проводов и кабелей и способа их прокладки**

В силу своего характера и назначения осветительные сети должны отвечать целому ряду требований, а именно:

- обеспечивать бесперебойность и надежность питания осветительных установок в любых конкретных условиях среды;
- требовать для своего выполнения наименьшей затраты средств и дефицитных материалов, в первую очередь меди и стальных труб;
- обеспечивать безопасность в отношении пожара, взрыва и поражения электрическим током;
- по возможности допускать замену поврежденных или изношенных проводов в процессе эксплуатации;
- по возможности быть наглядными и доступными для обслуживания и не портящими внешний вид помещения;
- обладать достаточной прочностью и устойчивостью ко многим механическим воздействиям.

Выполнение осветительных сетей регламентируется нормативными документами ПУЭ, СНиП и СН.

При выборе вида электропроводки и способа прокладки проводов и кабелей должны учитываться требования электробезопасности и пожарной безопасности.

В помещениях сырых, особо сырых, пыльных, пожароопасных и с химически активной средой крепление проводов к трассе рекомендуется осуществлять при помощи изоляторов.

При длине помещения до 12 м трос может прикрепляться только на концах. При большей длине помещения необходимо делать дополнительные промежуточные крепления несущего троса к потолочному покрытию не реже, чем через 12 м .

## **3. Компоновка групповых сетей**

При питании осветительной сети от силовых распределительных пунктов, к которым присоединены непосредственно силовые электроприемники, осветительная сеть должна присоединяться к вводным зажимам этих пунктов.

Групповые щитки, от которых начинаются групповые светильники сети, должны располагаться в позициях, удобных для обслуживания, и, по возможности, с благоприятными условиями среды. Нельзя их размещать в запираемых кабинетах, складах и тому подобных помещениях.

Требования о токах аппарата и о числе ламп имеют цель ограничить объем возможных аварий и облегчить нахождение их места и их причины.

Кроме того, чем мельче группы, тем больше вероятность того, что нагрузка равномерно распределится между тремя фазами. Нормы требуют, чтобы разница в нагрузке фаз на отдельных щитках не превышала 30 %, а вначале питающей линии – 10 % .

Групповые линии освещения могут быть одно-, двух- и трехфазными в зависимости от их протяженности и числа присоединенных светильников.

Трассировка линий групповой сети подчинена целому ряду нормативных требований и практических рекомендаций, из которых важнейшие следующие:

– линии должны прокладываться по возможности более короткими трассами, при открытой проводке – параллельно стенам помещения, при скрытой, если это возможно, – по кратчайшему направлению;

– желательно совмещать трассы линий, идущих в одном направлении, даже если это несколько удлиняет протяженность линии;

– совместная прокладка проводов и кабелей групповых линий рабочего освещения с групповыми линиями освещения безопасности и эвакуационного освещения не рекомендуется. Допускается их совместная прокладка на одном монтажном профиле, с одном коробе или лотке при условии, что приняты специальные меры, исключающие возможность повреждения проводов освещения безопасности и эвакуационного при неисправности проводов рабочего освещения, в корпусах и штангах светильников.

– по возможности следует прокладывать линии по стенам, а не по потолкам, линии же, проложенные по потолку, необходимо прокладывать перпендикулярно стене с окнами.

Управление освещением может осуществляться аппаратами, установленными на щитах. В небольших помещениях устанавливаются местные выключатели. В помещениях, не имеющих аварийного освещения, уже начиная с установки двух светильников желательно разбивать светильники не менее, чем на два выключателя. Это даст возможность обслуживать отключенные светильники при свете оставшихся включенных.

Групповые щитки, от которых начинаются групповые осветительные сети, должны располагаться в местах, удобных для обслуживания, и, по возможности, с благоприятными условиями среды. Кроме того, чем мельче группы, тем больше вероятность того, что нагрузка равномерно распределится между фазами. Для дальнейших расчетов целесообразно составить расчетные схемы осветительной сети и их упрощенные расчетные схемы осветительной сети.

#### **4. Расчет сечений проводов и кабелей внутренней светильной сети по длительному допустимому току. Выбор аппаратуры управления и защиты**

Сечения проводников осветительной сети должны обеспечивать:

- достаточную механическую прочность;
- прохождение тока нагрузки без перегрева сверх допустимых температур;
- необходимые уровни напряжения у источников света;
- срабатывание защитных аппаратов при коротких замыканиях.

Достаточная механическая прочность необходима, чтобы во время эксплуатации и монтажа не было чрезмерного провисания и обрывания проводов. Наименьшие допустимые сечения проводов по механической прочности составляют: для медных проводов  $1 \text{ мм}^2$ , для алюминиевых проводов  $2 \text{ мм}^2$ .

При тросовой прокладке проводников в зависимости от нагрузки стальные тросы следует принимать диаметром  $1,95\ldots6,5 \text{ мм}$ ; катанку – диаметром  $5,5\ldots8,0 \text{ мм}$ .

Провода и кабели внутренних электропроводок напряжением до 1000 В должны быть выбраны таким образом, чтобы температура провода при длительном протекании рабочего тока нагрузки не была больше предельно допустимой (для проводов и кабелей с резиновой, полихлорвиниловой и пластмассовой изоляцией  $t_d = +65^{\circ}\text{C}$ , для кабелей с бумажной изоляцией напряжением до 3 кВ  $t_d = +80^{\circ}\text{C}$ ). Сечение проводника также должно быть согласовано с защитой, с тем чтобы при протекании по проводнику тока, нагревающего его выше допустимой температуры, проводник был отключен защитным аппаратом (плавким предохранителем, автоматическим выключателем и т.п.).

Следовательно, сечения проводов и кабелей выбирают:

- по допустимому нагреванию расчетным током

$$k_l \cdot k_t \cdot I_d \geq I_p, \quad (4.1)$$

- по условиям защиты сечения провода или кабеля аппаратом защиты

$$k_l \cdot k_t \cdot I_d \geq k_{3.a} \cdot I_{3.a} \quad (4.2)$$

где  $I_d$  – длительный допустимый ток на проводник или кабель, А; (принимается из каталожных данных в зависимости от выбранной марки провода или кабеля);

$I_p$  – расчетный ток нагрузки, А;

$I_{3.a}$  – ток защитного аппарата, А;

$k_l$  – поправочный коэффициент на число кабелей, лежащих рядом в земле в трубах или без труб;

$k_t$  – поправочный коэффициент на токовые нагрузки силовых кабелей в зависимости от температуры окружающей среды;

$k_{3.a}$  – коэффициент защиты.

При прокладке проводов во взрывоопасных помещениях значение расчетного тока увеличивается на 25 %.

Значения коэффициентов  $k_t$ ,  $k_l$  и  $k_{3.a}$  приведены в таблицах 4.1, 4.2, 4.3.

Таблица 4.1 – Поправочный коэффициент на токовые нагрузки силовых кабелей в зависимости от температуры окружающей среды

Расчетная температура окружающей среды, °C	Нормированная температура на жиле, °C	Температура окружающей среды, °C									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	
Поправочный коэффициент											
25	70	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67

Таблица 4.2 – Поправочные коэффициенты на число работающих кабелей, лежащих рядом в земле в трубах или без труб

Расстояние в свету, мм	Коэффициент при числе кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Таблица 4.3 – Значения  $k_{3.a}$

Ток защитного аппарата, $I_{3.a}$	Сети, для которых защита от перегрузки обязательна			Сети, не требующие защиты от перегрузки	
	Проводники с резиновой и аналогичной ей изоляцией		Кабели с бумажной изоляцией		
	Взрыво- и пожароопасные помещения, жилые торговые помещения и т.п.	Невзрыво- пожароопасные производственные помещения промышленных предприятий			
Номинальный ток плавкой вставки предохранителей	1,25	1,0	1,0	0,33	
Ток уставки автоматического выключателя с максимальным расцепителем	1,25	1,0	1,0	0,22	
Номинальный ток расцепителя автоматического выключателя с нерегулируемой обратнозависимой от тока характеристикой	1,0	1,0	1,0	1,00	
Ток трогания расцепителя автоматического выключателя с регулируемой обратнозависимой от тока характеристикой при наличии на автоматическом выключателе отсечки	1,0	1,0	0,8	0,8	

Осветительные сети должны быть во всех случаях защищены от токов короткого замыкания.

Задача от перегрузок требуется, если:

- сети выполнены открыто проложенными незащищенными изолированными проводами с горючей изоляцией;
- осветительные сети в жилых и общественных зданиях, в торговых помещениях, служебно-бытовых помещениях промышленных предприятий, включая сети для бытовых переносных электроприемников (утюгов, чайников, плиток, комнатных холодильников, пылесосов, стиральных и швейных машин и т.п.), а также в пожароопасных зонах.

Ток плавкой вставки предохранителя определяется по формуле

$$I_s \geq \kappa_1 I_p, \quad (4.3)$$

где  $\kappa_1 = 1$  – для предохранителей, защищающих участки сети, питающие лампы накаливания и люминесцентные лампы,

$\kappa_1 = 1,2$  – для предохранителей, защищающих участки сети, питающие лампы ДРЛ.

Номинальные токи расцепителей автоматических выключателей выбирают из условия

$$I_{hp} \geq \kappa_2 I_p, \quad (4.4)$$

- где  $\kappa_2=1$  – для автоматических выключателей с уставками до 50 А защищающих участки сети, питающие люминесцентные лампы,  
 $\kappa_2=1,4$  – для автоматических выключателей защищающих участки сети, питающие лампы накаливания.

Для сетей, питающих лампы накаливания и люминесцентные лампы коэффициент  $\kappa$  равен

$$\kappa = 1 + 0,4 \frac{P_{\Sigma_{lh}}}{P_{\Sigma}}, \quad (4.5)$$

где  $P_{\Sigma_{lh}}$  – суммарная мощность светильников с лампами накаливания, Вт;

$P_{\Sigma}$  – суммарная мощность всех светильников, Вт.

Рабочие токи распределительной и групповой сетей определяются по формуле

$$I_p = \frac{P}{n_{\phi} \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi}, \quad (4.6)$$

где  $P$  – нагрузка сети, Вт;

$n_{\phi}$  – число фаз;

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности.

Для участков со светодиодными светильниками  $\cos \varphi=0,95$ ; для участков с лампами накаливания  $\cos \varphi=1$  и  $\cos \varphi=0,96$  для участков, питающих компактные люминесцентные лампы. Если на участке имеются различные типы светильников, то коэффициент мощности определяется как

$$\cos \varphi = \frac{P_{cl} + P_{kll} + P_{lh}}{\sqrt{(P_{cl} + P_{lh} + P_{kll})^2 + Q_{cl}^2}}, \quad (4.7)$$

где  $P_{cl}$ ,  $P_{kll}$ ,  $P_{lh}$  – активные мощности светильников соответственно со светодиодными лампами, компактными люминесцентными лампами и лампами накаливания;

$Q_{cl}$  – реактивная мощность светильников со светодиодными лампами.

$$Q_{cl} = \sqrt{S_{cl}^2 - P_{cl}^2} \quad (4.8)$$

где  $S_{cl}$  – полные мощности светильников соответственно со светодиодными лампами;

$$S_{cl} = \frac{P_{cl}}{\cos \varphi}. \quad (4.9)$$

Аппараты защиты устанавливаются:

- на линиях, отходящих от щитов, щитков и других распределителей;
- со стороны высшего и низшего напряжения трансформаторов 12-36 В;
- в местах, где проходит уменьшение сечения линии;
- на вводах в здания при питании от отдельно стоящих трансформаторных подстанций, не обслуживаемых персоналом потребителя.

Для защиты цепей штепсельных розеток применяется УЗО с уставкой по дифференциальному току не выше 30 мА. Номинальный ток УЗО выбирается из ряда 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 63, 80, 100, 125 А. УЗО должно быть защищено последовательным защитным устройством. Номинальный ток УЗО рекомендуется выбирать равным или на ступень больше номинального тока защитного устройства. Это объясняется тем, что при протекании рабочего тока превышающего номинальный, то есть тока перегрузки, автоматический выключатель отключит этот ток по истечении времени длительностью до одного часа. Таким образом, в течение этого времени УЗО будет работать с перегрузкой по току.

Для промышленных и общественных зданий применяются щитки осветительные серии ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ, ЯОУ.

Щитки осветительные взрывозащищенное ЩОВ устанавливаются во взрывоопасных зонах предприятий химической, нефтеперерабатывающей, газовой и других отраслей промышленности, в которых по условиям эксплуатации возможно образование взрывоопасных смесей и поров.

В щитках в основном устанавливаются модульные автоматические выключатели типа С и В с расцепителями 10 А для защиты групповых сетей освещения и расцепителями 16 А для защиты групповых сетей штепсельных розеток.

При токах короткого замыкания равных соответственно пяти и десяти номинальным токам расцепителей автоматических выключателей типов В и С, время их отключения составляет менее 0,1 с, что полностью соответствует требованиям ПУЭ (0,2 с для зданий, в которых содержатся животные).

## **5. Проверка сечений проводов и кабелей внутренней светильной сети по потере напряжения**

Важнейшим условием при проектировании осветительных сетей является обеспечение у ламп необходимого уровня напряжения.

При нормировании потерь в электрических сетях можно придерживаться данного правила:

Для установок внутреннего освещения следует нормировать потери от ВРУ здания до наиболее удаленного светильника не более 2,5 % (2,5-3%), если потери от шин 0,4 кВ ТП до ВРУ менее 4,5%.

При увеличении потерь питающей линии потери напряжения внутри здания следует уменьшать. Но, так как требование третьего абзаца пункта 7.23 в СП 31-110-2003 имеет рекомендательный характер, в ряде случаев можно обосновать увеличение потерь до 8-8,5% от шин 0,4 кВ ТП до наиболее удаленного светильника. Например, при использовании люминесцентных светильников с электронными ПРА, которые устойчиво работают при пониженных напряжениях. В этом случае необходимо к обоснованию приложить паспорт на светильник, в котором должны быть указаны предельные режимы его работы.

Что бы не допустить использования для групповых линий кабелей больших сечений, следует подбирать сечение кабеля от ВРУ до щита освещения по допустимым потерям не более 0,5-1%. Для каждой осветительной установки

выбирают оптимальное распределение потерь между всеми участками электрической сети.

Потери напряжения на каждом участке осветительной сети  $\Delta U$ , %, определяется по формуле

$$\Delta U = \frac{M}{SC}, \quad (4.10)$$

где  $M$  – момент нагрузки, кВт·м;

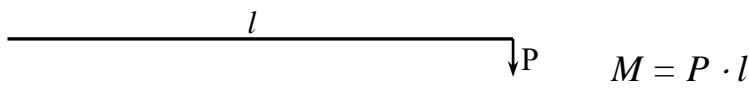
$S$  – сечение данного участка сети, мм<sup>2</sup>;

$C$  – коэффициент, зависящий от напряжения сети, схемы питания (трех, двух или однофазная) и материал проводника (таблица 4.1).

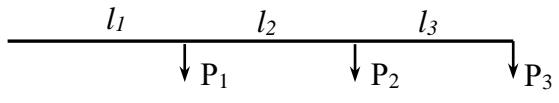
Таблица 4.1 – Значения коэффициентов  $C$

Номинальное напряжение сети, В	Система сети и род тока	Значения коэффициентов $C$ для проводников	
		медных	алюминиевых
380/220	Трехфазная с нулем	72	44
380	Трехфазная без нуля	72	44
220/127	Трехфазная с нулем	24	14,7
220	Трехфазная без нуля	24	14,7
36		0,648	0,396
24		0,288	0,176
12		0,072	0,044
380/220	Двухфазная с нулем	32	19,5
220/127	Двухпроводная переменного или постоянного тока	10,7	6,5
220		12	7,4
127		4	2,46
36		0,324	0,198
24		0,144	0,088
12		0,036	0,622

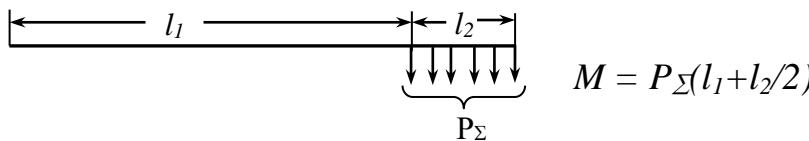
Момент нагрузки  $M$ , кВт·м, представляет собой произведение мощности на длину:



$$M = P \cdot l \quad (4.11)$$



$$M = (P_1 + P_2 + P_3)l_1 + (P_2 + P_3)l_2 + P_3l_3 \quad (4.12)$$



$$M = P_{\Sigma}(l_1 + l_2/2) \quad (4.13)$$

Все решения, принятые в курсовой работе обосновать в расчетно-пояснительной записке, нанести линии эл. проводки и выбранное электрооборудование на план помещения, заполнить расчетную схему. Составить ведомость основных расходных материалов и необходимой аппаратуры. Снабдить курсовую работу необходимыми эскизами и схемами.

#### *4.4.3 Разработка заключения*

Студент подводит итоги работы и делает соответствующие выводы. Указывает выбранный тип электропроводки и выбранную аппаратуру.

#### *4.4.4 Оформление библиографического списка*

В библиографическом списке указываются сведения о книгах (автор, заглавие, место издания, издательство, год издания и количество страниц), нормативной правовой документации и т.д.

#### *4.4.5 Оформление Приложения (по необходимости)*

Приложения являются самостоятельной частью работы. В приложениях курсовой работы помещают материал, дополняющий основной текст.

Приложениями могут быть:

таблицы большого формата;

статистические данные;

фотографии средств измерения, индивидуальной и коллективной защиты, техническая документация и сертификаты на станки, оборудование и материалы, а также тексты, которые по разным причинам не могут быть помещены в основной работе и т.д.

### **5. Требования к оформлению курсовой работы**

#### **5.1 Оформление текстового материала (ГОСТ 7.0.11 – 2011)**

1. Курсовая работа должна быть выполнена печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне белой бумаги формата А4 (210x297 мм).

2. Поля: с левой стороны - 25 мм; с правой - 10 мм; в верхней части - 20 мм; в нижней - 20 мм.

3. Тип шрифта: *Times New Roman Cyr*. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов (глав): полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Цвет шрифта должен быть черным. Межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал – полуторный. Абзацный отступ – 1,25 см.

4. Страницы должны быть пронумерованы. Порядковый номер ставится в **середине верхнего поля**. Первой страницей считается титульный лист, но номер страницы на нем не проставляется. Рецензия - страница 2, затем 3 и т.д.

5. Главы имеют **сквозную нумерацию** в пределах работы и обозначаются арабскими цифрами. **В конце заголовка точка не ставится**. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. **Переносы слов в заголовках не допускаются**.

6. Номер подраздела (параграфа) включает номер раздела (главы) и порядковый номер подраздела (параграфа), разделенные точкой. Пример – 1.1, 1.2 и т.д.

7. Главы работы по объему должны быть пропорциональными. Каждая глава начинается с новой страницы.

8. В работе необходимо чётко и логично излагать свои мысли, следует избегать повторений и отступлений от основной темы. Не следует загромождать текст длинными описательными материалами.

9. На последней странице курсовой работы ставится дата окончания работы и подпись автора.

10. Законченную работу следует переплести в папку.

Написанную и оформленную в соответствии с требованиями курсовую работу обучающийся регистрирует на кафедре. Срок рецензирования – не более 7 дней.

## **5.2 Оформление ссылок (ГОСТР 7.0.5)**

При написании курсовой работы необходимо давать краткие внутри текстовые библиографические ссылки. Если делается ссылка на источник в целом, то необходимо после упоминания автора или авторского коллектива, а также после приведенной цитаты работы, указать в квадратных скобках номер этого источника в библиографическом списке. Например: по мнению Ван Штраалена, существуют по крайней мере три случая, когда биоиндикация становится незаменимой [7].

Допускается внутри текстовую библиографическую ссылку заключать в круглые скобки, с указанием авторов и года издания объекта ссылки. Например, (Черников, Соколов 2018).

Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в ней указывают порядковый номер и страницы, на которых помещен объект ссылки. Сведения разделяют запятой, заключая в квадратные скобки. Например, [10, с. 81]. Допускается оправданное сокращение цитаты. В данном случае пропущенные слова заменяются многоточием.

## **5.3 Оформление иллюстраций (ГОСТ 2.105-95)**

На все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае, номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой (например: Рисунок 1.1).

Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Слово «Рисунок» пишется полностью. В этом случае подпись должна выглядеть так: Рисунок 2 – Ввод проводов в здание

Точка в конце названия не ставится.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рис. 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рис. 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Независимо от того, какая представлена иллюстрация - в виде схемы, графика, диаграммы - подпись всегда должна быть «Рисунок». Подписи типа «Схема 1.2», «Диагр. 1.5» не допускаются.

Схемы, графики, диаграммы (если они не внесены в приложения) должны размещаться сразу после ссылки на них в тексте курсовой работы. Допускается размещение иллюстраций через определенный промежуток текста в том случае, если размещение иллюстрации непосредственно после ссылки на нее приведет к разрыву и переносу ее на следующую страницу.

Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электрических элементов позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.

Исключение составляют электрические элементы, являющиеся органами регулировки или настройки, для которых (кроме номера позиции) дополнительно указывают в подрисуночном тексте назначение каждой регулировки и настройки, позиционное обозначение и надписи на соответствующей планке или панели.

Допускается, при необходимости, номер, присвоенный составной части изделия на иллюстрации, сохранять в пределах документа.

#### **5.4 Общие правила представления формул (ГОСТ 2.105-95)**

Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *Equation Editor* и вставлены в документ как объект.

Большие, длинные и громоздкие формулы, которые имеют в составе знаки суммы, произведения, дифференцирования, интегрирования, размещают на отдельных строках. Это касается также и всех нумеруемых формул. Для экономии места несколько коротких однотипных формул, отделенных от текста, можно подать в одной строке, а не одну под одною. Небольшие и несложные формулы, которые не имеют самостоятельного значения, вписывают внутри строк текста.

Объяснение значений символов и числовых коэффициентов нужно подавать непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента нужно подавать с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия.

Уравнения и формулы нужно выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы нужно оставить не меньше одной свободной строки. Если уравнение не помещается в одну строку, его следует перенести после знака равенства (=), или после знаков плюс (+), минус (-), умножение.

Нумеровать следует лишь те формулы, на которые есть ссылка в следующем тексте.

Порядковые номера помечают арабскими цифрами в круглых скобках около правого поля страницы без точек от формулы к ее номеру. Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой (Например, 4.2). Номер, который не помещается в строке с формулой, переносят ниже формулы. Номер формулы при ее перенесении помещают на уровне последней строки. Если формула взята в рамку, то номер такой формулы записывают снаружи рамки с правой стороны напротив основной строки формулы. Номер формулы-дроби подают на уровне основной горизонтальной черточки формулы.

Номер группы формул, размещенных на отдельных строках и объединенных фигурной скобкой, помещается справа от острия парантеза, которое находится в середине группы формул и направлено в сторону номера.

Общее правило пунктуации в тексте с формулами такое: формула входит в предложение как его равноправный элемент. Поэтому в конце формул и в тексте перед ними знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации.

Двоеточие перед формулой ставят лишь в случаях, предусмотренных правилами пунктуации: а) в тексте перед формулой обобщающее слово; б) этого требует построение текста, который предшествует формуле.

Знаками препинания между формулами, которые идут одна под одной и не отделены текстом, могут быть запятая или точка с запятой непосредственно за формулой к ее номеру.

**Пример:** Потеря напряжения определяется по формуле:

$$\Delta U = \frac{M}{Cs}, \quad (4.2)$$

где, М – момент нагрузки, кВт<sup>\*</sup>м;

С – коэффициент, учитывающий систему сети, род тока и материал проводника;

S – сечение провода, мм<sup>2</sup>.

Определяем момент нагрузки в самой удалённой точке сети (см. план помещения).

При ссылке на формулу в тексте ее номер ставят в круглых скобках.

*Например:* Из формулы (4.2) следует...

## 5.5 Оформление таблиц (ГОСТ 2.105-95)

На все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела – в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой (*например:* Таблица 1.2)). Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением обозначения приложения (*например:* Приложение 2, табл. 2). Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (*например:* Таблица 6 – Результаты измерений и заключение).

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» или «Окончание» и указывают номер таблицы (*например:* Продолжение таблицы 6).

Таблицы, занимающие страницу и более, обычно помещают в приложение. Таблицу с большим количеством столбцов допускается размещать в альбомной ориентации. В таблице допускается применять размер шрифта 12, интервал 1,0.

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят.

Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается. Заголовки столбцов, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Но заголовок столбцов и строк таблицы должны быть отделены линией от остальной части таблицы.

При заимствовании таблиц из какого-либо источника, после нее оформляется сноска на источник в соответствии с требованиями к оформлению сносок.

*Пример:*

Таблица 7.1 - Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами

Сечение токопроводящей жилы, $\text{мм}^2$	Токовые нагрузки на провода, А					
	Проложенные открыто	Проложенные в одной трубе				
		Два одножильных	Три одножильных	Четыре одножильных	Один двухжильный	Один трехжильный
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
0,5	11	—	—	—	—	—
0,75	15	—	—	—	—	—
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
7	62	54	51	46	48	43
8	80	70	60	50	55	50

-----разрыв страницы-----

Продолжение таблицы 7.1

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
9	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50

## **5.6 Оформление библиографического списка (ГОСТ 7.1)**

### **Оформление книг**

#### ***с 1 автором***

1. Копылов, И.П. Проектирование электрических машин [Текст]: учебник для вузов/ И.П. Копылов [и др.]. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2012. – 767 с. – (Бакалавр. Углубленный курс).

#### ***с 2-3 авторами***

1. Вольдек, А.И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы [Текст]: учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов.– СПб.: Питер, 2007. – 320 с.

2. Забудский, Е.И. Электрические машины [Текст]: уч. пособие для вузов. Ч.3. Синхронные машины / Е.И. Забудский. – 2-е изд., перераб. и доп., в четырех частях. – Москва: Мегаполис, 2019. – 295 с.

3. Копылов, И.П. Проектирование электрических машин [Текст]: учебник для вузов/ И.П. Копылов [и др.]. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2012. – 767 с. – (Бакалавр. Углубленный курс).

#### ***с 4 и более авторами***

1. Вольдек, А.И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы [Текст]: учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов.– СПб.: Питер, 2007. – 320 с.

2. Забудский, Е.И. Электрические машины [Текст]: уч. пособие для вузов. Ч.1. Трансформаторы / Е.И. Забудский. – М.: МГАУ имени В.П. Горячкина, 2002. – 167 с.

3. Забудский, Е.И. Электрические машины [Текст]: уч. пособие для вузов. Ч.3. Синхронные машины / Е.И. Забудский. – 2-е изд., перераб. и доп., в четырех частях. – Москва: Мегаполис, 2019. – 295 с.

4. Копылов, И.П. Проектирование электрических машин [Текст]: учебник для вузов/ И.П. Копылов [и др.]. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2012. – 767 с. – (Бакалавр. Углубленный курс).

#### **Оформление учебников и учебных пособий**

Забудский, Е.И. Электрические машины [Текст]: уч. пособие для вузов. Ч.4. Машины постоянного тока / Е.И. Забудский. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2014. – 160 с.

#### **Оформление учебников и учебных пособий под редакцией**

Копылов, И.П. Электрические машины [Текст]: уч. пособие / И.П. Копылов, С.И. Копылов; под ред. И.П. Копылова. – М.: Юрайт, 2014. – 180 с.

#### **Для многотомных книг**

Забудский, Е.И. Электрические машины Т.2. Асинхронные машины / Е.И. Забудский. – М.: Юрайт, 2014. – 123 с.

## **Словари и энциклопедии**

Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка / С.И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – М.: Азбуковник, 2000. – 940 с.

## **Оформление статей из журналов и периодических сборников**

Забудский, Е.И. Стабилизация напряжения распределительной электросети на основе однокристальной микроЭВМ // International Journal "INFORMATION TECHNOLOGIES & KNOWLEDGE" Vol. 11, Number 1, ITHEA, Sofia (Bulgaria), June 2017, pp.73-99.

<http://zabudsky.ru/Bolgar2017p1-2 72-99 100.pdf>

## **Диссертация**

Кабдин, Н.Е. Повышение эксплуатационной надежности асинхронных электродвигателей в сельскохозяйственном производстве // Н.Е. Кабдин. – Дисс. ... канд.техн.наук. Москва, 2002. – 240с.

## **Автореферат диссертации**

Кабдин, Н.Е. Повышение эксплуатационной надежности асинхронных электродвигателей в сельскохозяйственном производстве: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.02 – М.: 2002. – 21с.

## **Описание нормативно-технических и технических документов**

1. ГОСТ 27471–87. Машины электрические врачающиеся. Термины и определения.

2. ГОСТ Р 52776–2007. Машины электрические врачающиеся. Номинальные данные и характеристики.

3. ГОСТ 31606–2012. Машины электрические врачающиеся. Двигатели асинхронные мощностью от 0,12 до 400 кВт включительно. Общие технические требования.

4. ГОСТ 9630–80. Двигатели трехфазные асинхронные напряжением выше 1000 В Общие технические условия.

5. ГОСТ 7217–87. Машины электрические врачающиеся. Двигатели асинхронные. Методы испытаний.

## **Описание официальных изданий**

Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года. – М.: Эксмо, 2013. – 63 с.

## **Депонированные научные работы**

1. Крылов, А.В. Гетерофазная кристаллизация бромида серебра/ А.В. Крылов, В.В. Бабкин; Редкол. «Журн. прикладной химии». – Л., 1982. – 11 с. – Деп. в ВИНТИ 24.03.82; № 1286-82.

2. Кузнецов, Ю.С. Изменение скорости звука в холодильных расплавах / Ю.С. Кузнецов; Моск. хим.-технол. ун-т. – М., 1982. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 27.05.82; № 2641.

## **Электронные ресурсы**

1. Забудский, Е.И. Математическое моделирование управляемых электромагнитных реакторов[Электронный ресурс]: Монография / Е.И. Забудский – Москва: ООО "Мегаполис", 2018. – 356 с. Color.–

Режим доступа: <http://zabudsky.ru/Monograph March 2018site.pdf>

2. Защита персональных данных пользователей и сотрудников библиотеки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbrkomi.ru>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 14.04.2014).

## **5.7 Оформление графических материалов**

Графическая часть выполняется на одной стороне белой чертёжной бумаги в соответствии с требованиями ГОСТ 2.301-68 формата А1 (594x841). В обоснованных случаях для отдельных листов допускается применение других форматов.

Требования к оформлению графической части изложены в стандартах ЕСКД: ГОСТ 2.302-68\* «Масштабы»; ГОСТ 2.303-68\* «Линии»; ГОСТ 2.304-81\* «Шрифты», ГОСТ 2.305-68\*\* «Изображения – виды, разрезы, сечения» и т. д. Основная надпись на чертежах выполняется по ГОСТ 2.104-68\*. Оформления основной надписи графической части выполняется в соответствии с ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС.

Чертежи должны быть оформлены в полном соответствии с государственными стандартами: «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД); «Системы проектной документации для строительства» (СПДС (ГОСТ 21)) и других нормативных документов. На каждом листе тонкими линиями отмечается внешняя рамка по размеру формата листа, причем вдоль короткой стороны слева оставляется поле шириной 25 мм для подшивки листа. В правом нижнем углу располагается основная подпись установленной формы, приложение Г.

## **5.8 Оформление приложений (ГОСТ 2.105-95)**

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова "Приложение" и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ъ. Допускается использование для обозначения приложений арабских цифр. После слова "Приложение" следует буква (или цифра), обозначающая его последовательность.

Приложения, как правило, оформляют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А2, А1 по ГОСТ 2.301.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

## **5.9 Требования к лингвистическому оформлению курсовой работы**

Курсовая работа должна быть написана логически последовательно, литературным языком. Повторное употребление одного и того же слова, если это возможно, допустимо через 50 – 100 слов. Не должны употребляться как из-

лишне пространные и сложно построенные предложения, так и чрезмерно краткие лаконичные фразы, слабо между собой связанные, допускающие двойные толкования и т. д.

При написании курсовой работы не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», «, по моему мнению,» и т.д. Корректнее использовать местоимение «мы». Допускаются обороты с сохранением первого лица множественного числа, в которых исключается местоимение «мы», то есть фразы строятся с употреблением слов «наблюдаем», «устанавливаем», «имеем». Можно использовать выражения «на наш взгляд», «, по нашему мнению,», однако предпочтительнее выражать ту же мысль в безличной форме, например:

- *изучение педагогического опыта свидетельствует о том, что ...;*
- *на основе выполненного анализа можно утверждать ...;*
- *проведенные исследования подтвердили...;*
- *представляется целесообразным отметить;*
- *установлено, что;*
- *делается вывод о...;*
- *следует подчеркнуть, выделить;*
- *можно сделать вывод о том, что;*
- *необходимо рассмотреть, изучить, дополнить;*
- *в работе рассматриваются, анализируются...*

При написании курсовой работы необходимо пользоваться языком научного изложения. Здесь могут быть использованы следующие слова и выражения:

- для указания на последовательность развития мысли и временную соотнесенность:
  - *прежде всего, сначала, в первую очередь;*
  - *во – первых, во – вторых и т. д.;*
  - *затем, далее, в заключение, итак, наконец;*
  - *до сих пор, ранее, в предыдущих исследованиях, до настоящего времени;*
  - *в последние годы, десятилетия;*
- для сопоставления и противопоставления:
  - *однако, в то время как, тем не менее, но, вместе с тем;*
  - *как..., так и...;*
  - *с одной стороны..., с другой стороны, не только..., но и;*
  - *по сравнению, в отличие, в противоположность;*
- для указания на следствие, причинность:
  - *таким образом, следовательно, итак, в связи с этим;*
  - *отсюда следует, понятно, ясно;*
  - *это позволяет сделать вывод, заключение;*
  - *свидетельствует, говорит, дает возможность;*
  - *в результате;*
- для дополнения и уточнения:
  - *помимо этого, кроме того, также и, наряду с..., в частности;*
  - *главным образом, особенно, именно;*

- для иллюстрации сказанного:
  - *например, так;*
  - *проиллюстрируем сказанное следующим примером, приведем пример;*
  - *подтверждением выше сказанного является;*
- для ссылки на предыдущие высказывания, мнения, исследования и т.д.:
  - *было установлено, рассмотрено, выявлено, проанализировано;*
  - *как говорилось, отмечалось, подчеркивалось;*
  - *аналогичный, подобный, идентичный анализ, результат;*
  - *по мнению X, как отмечает X, согласно теории X;*
- для введения новой информации:
  - *рассмотрим следующие случаи, дополнительные примеры;*
  - *перейдем к рассмотрению, анализу, описанию;*
  - *остановимся более детально на...;*
  - *следующим вопросом является...;*
  - *еще одним важнейшим аспектом изучаемой проблемы является...;*
- для выражения логических связей между частями высказывания:
  - *как показал анализ, как было сказано выше;*
  - *на основании полученных данных;*
  - *проведенное исследование позволяет сделать вывод;*
  - *резюмируя сказанное;*
  - *дальние перспективы исследования связаны с....*

Письменная речь требует использования в тексте большого числа развернутых предложений, включающих придаточные предложения, причастные и деепричастные обороты. В связи с этим часто употребляются составные подчинительные союзы и клише:

- *поскольку, благодаря тому, что, в соответствии с...;*
- *в связи, в результате;*
- *при условии, что, несмотря на...;*
- *наряду с..., в течение, в ходе, по мере.*

Необходимо определить основные понятия по теме исследования, чтобы использование их в тексте курсовой работы было однозначным. Это означает: то или иное понятие, которое разными учеными может трактоваться по-разному, должно во всем тексте данной работы от начала до конца иметь лишь одно, четко определенное автором курсовой работы значение.

В курсовой работе должно быть соблюдено единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая и стилистическая грамотность в соответствии с нормами современного русского языка.

## **6. Порядок защиты курсовой работы**

Ответственность за организацию и проведение защиты курсовой работы возлагается на заведующего кафедрой и руководителя выполнения курсовой работы. Заведующий кафедрой формирует состав комиссии по защите курсовых работ, утвержденный протоколом заседания кафедры. Руководитель информирует обучающихся о дне и месте проведения защиты курсовых работ, обеспечивает работу комиссии необходимым оборудованием, проверяет соответствие тем представленных курсовых работ примерной тематике, готовит к

заседанию комиссии экзаменационную ведомость с включением в нее тем курсовых работ обучающихся, дает краткую информацию о порядке проведения защиты курсовых работ, обобщает информацию об итогах проведения защиты курсовых работ на заседание кафедры.

К защите могут быть представлены только работы, которые получили положительную рецензию. Не зачтённая работа должна быть доработана в соответствии с замечаниями руководителя в установленные сроки и сдана на проверку повторно.

Защита курсовых работ проводится до начала экзаменационной сессии. Защита курсовой работы включает:

- краткое сообщение автора продолжительностью 5-7 минут об актуальности работы, целях, объекте исследования, результатах и рекомендациях по совершенствованию деятельности анализируемой организации в рамках темы исследования;

- вопросы к автору работы и ответы на них;
- отзыв руководителя.

Защита курсовой работы производится публично (в присутствии обучающихся, защищающих работы в этот день) членам комиссии.

Если при проверке курсовой работы или защите выясняется, что обучающийся не является ее автором, то защита прекращается. Обучающийся будет обязан написать курсовую работу по другой теме.

При оценке курсовой работы учитывается:

- степень самостоятельности выполнения работы;
- актуальность и новизна работы;
- сложность и глубина разработки темы;
- знание современных подходов на исследуемую проблему;
- использование периодических изданий по теме;
- качество оформления;
- четкость изложения доклада на защите;
- правильность ответов на вопросы.

В соответствии с установленными правилами курсовая работа оценивается по следующей шкале:

- на "**отлично**" оценивается работа, в которой студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме курсовой работы. Студент владеет специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки отсутствуют. Оформление курсовой работы соответствует предъявляемым требованиям. При написании и защите курсовой работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков. При защите курсовой работы студент отвечает на вопросы;

- на "**хорошо**" оценивается работа, в соответствии с утвержденным планом; расчеты, таблицы, выполнены с неточностями. Имеются замечания к оформлению курсовой работы. Студент владеет специальной терминологией. При написании и защите курсовой работы студентом продемонстрирован средний уровень развития профессиональных компетенций, наличие теоретических

знаний и достаточных практических навыков. При защите курсовой работы студент владеет материалом, но отвечает не на все поставленные вопросы.

- на "удовлетворительно" оценивается работа, в соответствии с утвержденным планом; расчеты, таблицы выполнены с ошибками. Студентом не сделаны собственные выводы по теме курсовой работы. Грубые недостатки в оформлении курсовой работы; слабое владение специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки. При защите курсовой работы, испытывал затруднения при ответах на вопросы

- на "неудовлетворительно" оценивается работа, выполненная не в соответствии с утвержденным планом, в которой не раскрыто содержание вопроса; допущены грубые ошибки в расчетах, таблицах. Студентом не сделаны выводы по теме курсовой работы. Грубые недостатки в оформлении курсовой работы. На защите курсовой работы студент показал поверхностные знания по теме, не правильно отвечал на вопросы.

По итогам защиты за курсовую работу выставляется оценка на титульный лист работы, в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 7.1 Основная литература

1. Баев, В.И. Светотехника: практикум по электрическому освещению и облучению [Текст]: учебное пособие для академического бакалавриата, обучающихся по специальности «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» / В.И. Баев.– 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2019.– 195 с. – Серия: Бакалавр, Академический курс.

2. Баев, В. И. Светотехника: электрическое освещение и облучение: [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110302 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» / В. И. Баев. – М.: Колос-с, 2021. – 321 с. – Режим доступа: URL:[Ahttps://lib.rucont.ru/efd/780104](https://lib.rucont.ru/efd/780104).

3. Боцман, В.В. Светотехника и электротехнология [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. В. Боцман. – Белгород: БелГАУ им.В.Я.Горина,— СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 139 с. – Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/123351>.

4. Моисеев, А. П. Светотехника и электротехнология [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. П. Моисеев, А. В. Волгин, Л. А. Лягина. — Саратов: Саратовский ГАУ, 2017. — 130 с. — Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/137520>.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Баев, В.И. Светотехника: практикум по электрическому освещению и облучению [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В. И. Баев. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан.col. – Москва.: Юрайт, 2024. – 220 с. – Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/538676>.

2. Баранов, Л.А. Светотехника и электротехнология [Текст]: учебное пособие для вузов /Л.А. Баранов, В.А. Захаров. – М.: КолосС, 2006. – 344 с.
3. Башилов, А.М. Компьютерные светотехнические расчеты [Текст]: методические рекомендации /А.М. Башилов, И.А. Королев, О.А. Косицын, Я.Г. Митягина. – М.; ФГОУ ВПО МГАУ, 2009. – 52 с.
4. Живописцев, Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение [Текст]: учебное пособие / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990.– 303 с.
5. Косицын, О.А. Светотехника. Источники оптического излучения [Текст]: методические рекомендации к лабораторным работам / О. А. Косицын, Г.С. Суэтинов – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2004. – 24 с.
6. Косицын, О.А. Светотехника. Задачи и примеры решения [Текст]: методические рекомендации для самостоятельного изучения дисциплины/ О.А. Косицын. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. – 16 с.
7. Рудых, А. В. Осветительные, облучательные и электротехнологические установки: [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Рудых. — Иркутск: Иркутский ГАУ, 2019 — 103 с. — Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/156821>.
8. Рудых, А. В. Электрооборудование. Светотехника и электротехнологии [Электронный ресурс]: лабораторный практикум и методические указания / А. В. Рудых. — Иркутск: Иркутский ГАУ, 2013. — 124 с. — Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/156820>.
9. Федоренко, В.Ф. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития [Текст]: научное издание / В.Ф. Федоренко В.Ф., Н.П. Мишурев, Д.С. Булгакин, В.Я. Гольтяпкин, И.Г. Голубев – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2019. – 314 с.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.
2. СП 106.13330.2012 Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения (Актуализированная редакция СНиП 2.10.03-84).
3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственно и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» (с изменениями на 15 марта 2010 года).
4. ГОСТ 2.755–87 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.
5. ОСН-АПК 2.10.24.001-04. Нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений.
6. СП 23-102-2003. Естественное освещение жилых и общественных зданий.
7. ГОСТР 59294 – 2021. Источники света, осветительные приборы и системы искусственного освещения (Показатели энергоэффективности и требования).

8. ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий (Нормы и методы измерений).

9. ГОСТ Р 54943 – 2012. Здания и сооружения (Метод определения показателя дискомфорта при искусственном освещении помещений).

10. ГОСТ 21.608-2021. Правила выполнения рабочей документации внутреннего электрического освещения.

11. ГОСТ IEC 60598-2017. Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний.

12. ГОСТ Р 54350-2015. Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний.

13. ГОСТ 21.210 – 2014. Условные графические изображения электрооборудования и проводок на планах.

14. Правила устройства электроустановок [Текст]: все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 6-е изд. и 7-е изд. – Новосибирск: Норматика, 2019. – 462с.

## **8. Методическое, программное обеспечение курсовой работы**

### **8.1 Методические указания и методические материалы к курсовой работе**

Методические рекомендации для успешного освоения студентом курсовой работы по дисциплине «Светотехника» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на лекциях. Самостоятельно производить расчеты по выбору защитной аппаратуры. Организовать электронное хранилище информации по своей специальности и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

2. Курсовую работу выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего материала дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

### **8.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем для выполнения курсовой работы**

Таблица 6 – Перечень программного обеспечения

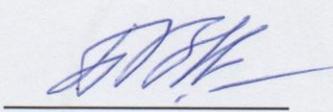
Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2010
Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2010
AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2009
Power Point	Презентация	Microsoft	2010

1. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ);

2. <http://www.electrolibrary.info/>; (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ);
3. <http://www.rsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ);
4. <http://www.cnshb.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ);
5. <http://electrolibrary.by.ru> — Интернет-магазин электротехнической книги (открытый доступ);
6. <http://www.remhouse.spb.ru/gost00> — ПУЭ, СниПы, ГОСТы (открытый доступ) (открытый доступ);
7. [www.electro-mpo.ru](http://www.electro-mpo.ru) — Электротехническая продукция МПО «Электромонтаж» (открытый доступ);
8. [www.iek.ru](http://www.iek.ru) — Электротехническая продукция ООО «Интерэлектрокомплект» (открытый доступ);
9. ETIM Каталог Электротехническая продукция [Электронный ресурс] // Каталог продукции компании EKF. – Режим доступа: www. URL: <https://etim.ekfgroup.com/>;
10. Элементная база EKF для популярного программного обеспечения [Электронный ресурс] // BIM & CAD библиотеки. – Режим доступа: www. URL: <https://ekfgroup.com/ru/support/libraries>.
11. Низковольтное оборудование EKF. [Электронный ресурс] // Каталог продукции компании EKF. – Режим доступа: www. URL: <https://ekf-ru.com/nizkovoltnoe-oborudovanie-ekf/>.
12. ОВЕН. Оборудование для автоматизации (Электронный ресурс) // Режим доступа: <https://owen.ru/>.
13. Ардатовский светотехнический завод - светотехника, светодиодные промышленные, офисные и уличные светильники, УФ-облучатели [Электронный ресурс], - Режим доступа: <https://astz.ru/?ysclid=mjpmlwnji5686856402>
14. Каталог продукции [Электронный ресурс] // Электронный каталог фирмы KIP-PRIBOR / Режим доступа: www. URL: <http://www.kippribor.ru/?id=282>.
15. Каталоги электрооборудования, проводов и кабелей, приборов, электромонтажного инструмента фирм производителей. Профессиональный инструмент для электромонтажных работ. [Электронный ресурс], - Режим доступа: <https://kvt.su/prod/electrical-tools/?ysclid=lvs6km5ffl548763275>
16. Справочник кабельно-проводниковой продукции, [Электронный ресурс], - Режим доступа: <http://www.farial.ru>.

Методические указания разработал:

Беленов В.Н., к.т.н.



(подпись)

## **Приложение А**

### **Пример оформления титульного листа курсовой работы**



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячина  
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов  
имени академика И.Ф. Бородина

Учебная дисциплина «Монтаж электрооборудования»

### **КУРСОВАЯ РАБОТА**

на тему:

Выполнил  
обучающийся ... курса...группы

ФИО  
Дата регистрации КР  
на кафедре \_\_\_\_\_

Допущен (а) к защите

Руководитель:

ученая степень, ученое звание, ФИО

Члены комиссии:

ученая степень, ученое звание, ФИО подпись

ученая степень, ученое звание, ФИО подпись

ученая степень, ученое звание, ФИО подпись

Оценка \_\_\_\_\_

Дата защиты \_\_\_\_\_

Москва, 20\_\_

## **Приложение Б**

### **Примерная форма задания**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячина  
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов  
имени академика И.Ф. Бородина

### **ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ (КР)**

**Обучающийся** \_\_\_\_\_

**Тема КР** \_\_\_\_\_

**Исходные данные к работе** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Перечень подлежащих разработке в работе вопросов:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Перечень дополнительного материала** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Дата выдачи задания** « \_\_\_\_ » 201 \_\_\_\_ г.

**Руководитель (подпись, ФИО)** \_\_\_\_\_

**Задание принял к исполнению (подпись обучающегося)** \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » 201 \_\_\_\_ г.

**Приложение В**  
**Примерная форма рецензии на курсовую работу**

**РЕЦЕНЗИЯ**

на курсовую работу обучающегося

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева»

Обучающийся\_\_\_\_\_

Учебная дисциплина\_\_\_\_\_

Тема курсовой работы

**Полнота раскрытия те-**

**мы:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Оформление:**

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

**Замечания:**

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

Курсовая работа отвечает предъявляемым к ней требованиям и  
заслуживает \_\_\_\_\_ оценки.

(отличной, хорошей, удовлетворительной, не удовлетворительной)

**Рецензент** \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество, уч. степень, уч. звание, должность, место работы)

Дата: «\_\_\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Подпись: \_\_\_\_\_

## Приложение Г

## Пример заполнения основной надписи (штампа) на чертежах

В графах основной надписи и дополнительных графах к ней (номера граф указаны в скобках) приводят:

- в графе 1 - обозначение шифра документа, в том числе: код кафедры, номер учебной группы, год оформления графического документа, номер графического документа. Например - шифр документа – 27-471-15-01, где, 27 - кода кафедры, 471 - номера учебной группы, 15 - год оформления графического документа, 01- номер графического документа;
  - в графе 2 - наименование работы;
  - в графе 3 - наименование раздела работы;
  - в графе 4 - наименование изображений, помещенных на данном листе, в соответствии с их наименованием на чертеже. Если на листе помещено одно изображение, допускается его наименование приводить только в графе 4.

Наименования спецификаций и других таблиц, а также текстовых указаний, относящихся к изображениям, в графе 4 не указывают (кроме случаев, когда спецификации или таблицы выполнены на отдельных листах).

- в графе 5 - условное обозначение вида документации: ДП - для дипломных проектов, КР - для курсовых работ, БР - бакалаврская работа, МД - для магистерских диссертаций.
  - в графе 6 - порядковый номер листа документа.;
  - в графе 7 - общее количество листов документа;
  - в графе 8 - наименование учебного заведения и его подразделения, разработавшей документ.

Пример заполнения штампа.

					27-471-15-07		
					<b>Благоустройство производственной зоны с использованием строительных отходов на примере промышленного предприятия в Нижегородской области</b>		
<b>Должность</b>	<b>Фамилия</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>				
Разработчик	Вабищевич О.А.			<b>Экономическая часть</b>  <b>Основные показатели проекта</b>	Стадия	Лист	Листов
Руководит.	Соломин И.А.				БР	7	7
Зав. вып. каф.	Сметанин В.И.						
Норм. конт.	Шибалова Г.В.						

## РЕЦЕНЗИЯ

на методические указания к написанию курсовой работы по дисциплине Б1.О.35  
«Светотехника» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия,  
направленности Автоматизация и роботизация технологических процессов  
(квалификация выпускника – бакалавр)

Нормовым Дмитрием Александровичем, профессором кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия методических указаний к написанию курсовой работы по дисциплине Б1.О.35 «Светотехника» по направлению **35.03.06 Агроинженерия**, направленности **Автоматизация и роботизация технологических процессов** (квалификация выпускника – бакалавр) разработанной Беленовым В.Н., к.т.н., доцентом кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина Института механики и энергетики имени В.П. Горячина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленные методические указания к написанию курсовой работы по дисциплине Б1.О.35 «Светотехника» соответствуют требованиям ФГОС ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленности Автоматизация и роботизация технологических процессов.
2. Цели методических указаний к написанию курсовой работы по дисциплине Б1.О.35 «Светотехника» соответствуют целям дисциплины и ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия.
3. Методические указания к написанию курсовой работы по дисциплине Б1.О.35 «Светотехника» способны реализовать закрепленные компетенции в заявленных требованиях.
4. Методические указания к написанию курсовой работы в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины Б1.О.35 «Светотехника»
5. Методические указания к написанию курсовой работы по дисциплине Б1.О.35 «Светотехника» взаимосвязаны с программой дисциплины Б1.О.35 «Светотехника» и дополняют ее.
6. Форма и критерии оценки при защите курсовой работы, представленные в методических указаниях к написанию курсовой работы по дисциплине Б1.О.35 «Светотехника», соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины Б1.О.35 «Светотехника», указанное в методических указаниях к написанию курсовой работы представлено: основной литературой – 4 источника, дополнительной литературой – 9 наименований, нормативно-правовые акты – 14 источников и интернет-ресурсы – 16 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия.

В основной части показаны примеры оформления иллюстрационного материала, ссылок, формул, таблиц, литературы.

В приложениях представлены примеры оформления титульного листа, задания, рецензии на курсовую работу.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание методических указаний к написанию курсовой работы по дисциплине «Светотехника» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленности Автоматизация и роботизация технологических процессов (квалификация выпускника – бакалавр), разработанных Беленовым Виталием Николаевичем, к.т.н., доцентом кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина, соответствуют требованиям ФГОС ВО и позволят при их реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Нормов Д.А., профессор кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук

 «20» июня 2025 г.