

ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ

**СВЕТОТЕХНИКА
И
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ

ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

**РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ОБЪЕКТОВ**

(СТУДЕНТАМ ОЧНОГО И ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

ФАКУЛЬТЕТА ЭНЕРГЕТИКИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ)

БРЯНСК 2012

УДК 631.371:621 (075.8)
ББК 40.76:31.294
С 60

Соловьев Ю.М. Ковалев В.В., Яковенко Н.И. Светотехника и электротехнология. Методические указания и задания для курсовой работы. Брянск. Издательство Брянской ГСХА, 2012г.- 72 с.

Методические указания предназначены для выполнения курсовой работы по дисциплине «Светотехника и электротехнология» для студентов 4-го курса дневного отделения и 5-го курса заочного отделения, обучающихся по специальности 110302 – электрификация и автоматизация сельского хозяйства.

Рецензенты:

к.т.н., доцент Безик Д.А. (Брянская государственная сельскохозяйственная академия);

к.т.н., доцент Башлыков В.А. (Брянский государственный технический университет)

Рекомендовано методической комиссией факультета энергетики и природообустройства Брянской государственной сельскохозяйственной академии, протокол №15 от 11.05.2012 г.

© Брянская ГСХА, 2012

© Ковалев В.В., 2012

© Яковенко Н.И., 2012

Содержание

1. Введение	5
2. Задание для курсовой работы	6
3. Общие методические указания	7
4. Светотехнический раздел	9
4.1. Выбор источника света	9
4.2. Выбор нормируемой освещенности и коэффициента запаса	10
4.3. Выбор типа светильника	11
4.4. Выбор системы и вида освещения	13
4.5. Размещение светильников	15
4.6. Светотехнический расчет осветительной установки	18
4.6.1. Точечный метод	19
4.6.1.1. Пример расчета точечным методом.....	24
4.6.2. Метод коэффициента использования светового потока	28
4.6.3. Пример расчета осветительной установки	30
4.6.4. Метод удельной мощности	33
5. Электротехнический раздел	34
5.1. Выбор напряжения и источника питания	34
5.2. Выбор места ввода и установки щитка	35
5.3. Компоновка осветительной сети	36
5.4. Выбор марки проводов и способов их прокладки	37
5.5. Расчет сечения проводов	38
5.6. Выбор щитка управления и аппаратуры защиты	42
5.7. Меры безопасности при эксплуатации осветительных установок	43
Заключение	44
Литература	45
Приложение 1. Образец титульного листа	46
Приложение 2. Нормы освещенности зданий и сооружений	47
Приложение 3. Светильники, рекомендуемые в сельском хозяйстве	48

Приложение 4. Значение силы света (I^{1000} , кд) для светильников с типовыми КСС	49
Приложение 5. Основные параметры ламп накаливания	50
Приложение 5а. Энергосберегающие лампы для замены ламп накаливания (E27)	51
Приложение 6. Основные параметры люминесцентных ламп низкого давления	52
Приложение 7. Технические характеристики газоразрядных ламп высокого давления	53
Приложение 8. Кривые линейных изолукс	54
Приложение 9. Коэффициенты использования светового потока осветитель- ных установок со светильниками (люминесцентными лампами, лампами накаливания, ДРЛ)	56
Приложение 10. Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк. (КПД=100%; $\rho_{\text{п}}=0,5$; $\rho_{\text{р}}=0,1$; $K_3=1,3$; $Z=1,5$)	59
Приложение 11. Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк. Светильники с ЛЛ типа ЛБ 40 (условный КПД=100%; $K_3=1,5$, $Z=1,1$)	60
Приложение 12. Форма светотехнической ведомости	61
Приложение 13. Рекомендуемые провода и кабели для сельскохозяйствен- ных осветительных сетей	62
Приложение 14. Длительно допустимый ток для проводников и кабелей на напряжение до 1 кВ с алюминиевыми жилами с резиновой, пластмассовой и бумаж- ной изоляцией при окружающей температуре воздуха 25°С и земли 15°С	63
Приложение 15. Форма расчетно-монтажной схемы осветительной сети	64
Приложение 16. Условные обозначения и надписи на планах освещения ...	65
Приложение 16а. Общие требования к выполнению и защите курсовой работы (проекта)	66
Приложение 17. Пример выполнения плана осветительной сети	71

1. Введение

Целью курсовой работы по дисциплине «Светотехника и электротехнология» является закрепление студентами теоретических знаний и освоение практических навыков проектирования электрического освещения различных сельскохозяйственных производственных помещений.

Правильно спроектированная установка должна обеспечивать оптимальную освещенность рабочей поверхности при наименьших затратах денежных средств и электроэнергии.

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать задание на проектирование, краткую характеристику объекта, проектные решения и их обоснование по светотехнической части и светотехническую ведомость, проектные решения и их обоснование по электрической части, заключение, список использованной литературы. В расчетно-пояснительной записке должен быть дан пример расчета помещений всеми тремя методами (коэффициента использования светового потока, удельной мощности и точечный) с обоснованием выбора метода для каждого помещения. Объем расчетно-пояснительной записки 25...30 страниц на листах формата *A4*.

Графическая часть проекта содержит чертеж на одном листе основного формата *A1*, на котором должны быть изображены план объекта с указанием его основных размеров, и с нанесением светильников, розеток, выключателей, понижающих трансформаторов, осветительной сети, рабочего и дежурного освещения, питающих и групповых щитков и ввода в помещение.

На листе должны быть также приведены:

- экспликация помещений объекта;
- расчетная схема осветительной сети;
- условные обозначения и надписи.

2. Задание для курсовой работы

Задачей курсовой работы является ознакомление студентов с вопросами практического проектирования осветительной установки сельскохозяйственного назначения, которое, в общем случае, включает в себя светотехнические и электротехнические расчеты.

Осветительные установки широко используются в сельскохозяйственном производстве. Они должны быть тщательно спроектированы и выполнены в строгом соответствии с нормами, на базе данных современной науки. Правильно спроектированные осветительные установки позволяют повысить эффективность производства, улучшить качество сельскохозяйственной продукции, снизить производственный травматизм.

Выполнение курсовой работы является завершающим этапом изучения студентом дисциплины «Светотехника и электротехнология».

Рекомендуется учитывать возможность дальнейшего использования материалов курсовой работы при выполнении студентом дипломного проекта.

Выбор темы курсовой работы производится студентом на основании цифр шифра его зачетной книжки.

По последней цифре шифра зачетной книжки студентом из *Таблицы 1* выбирается основной производственный объект и его размеры.

Таблица 1 – Выбор основного производственного объекта.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коровник	Телятник	Свинарник- магочник	Птичник	Гараж	Ремонтная мастерская	Кузница	Свинарник откорма	Кормоцех	Овощехра- нилище
80-24-5,0	72-20-4,5	66-16-3,5	42-12-5,0	30-8-5,0	24-8-4,5	12-6-3,0	60-12-3,5	54-16-4,5	48-16-3,5

По предпоследней цифре шифра зачетной книжки выбирается количество однотипных вспомогательных помещений и их общая площадь в % от площади основного помещения из *Таблицы 2*.

Таблица 2 – Количество вспомогательных помещений

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4-20%	4-16%	3-21%	3-15%	2-18%	3-15%	2-18%	3-24%	4-12%	2-14%

Основные проектные решения студент выбирает самостоятельно, руководствуясь действующими нормами и правилами.

3. Общие методические указания

Выполнение курсовой работы необходимо с составления плана работы.

1. Прочитав разделы: 1. Введение и раздел 2. Задание студент в полном соответствии по номеру своей зачетной книжки определяет свой вариант задания курсовой работы.

2. В соответствии со своим заданием необходимо в масштабе изобразить в черновом варианте реальные размеры помещений заданного сельскохозяйственного объекта (по примеру приложения 17).

3. Приступить к выполнению расчетов светотехнического раздела курсовой работы определив необходимые норм освещенности в каждом из помещений по приложению 2 с учетом вводной части раздела 4 и раздела 4.2, произвести выбор источников света (раздел 4.1).

4. Произвести выбор типа светильников (раздел 4.3) и выбор системы и вида освещения (раздел 4.4) для каждого помещения сельскохозяйственного объекта с учетом реальных условий эксплуатации.

5. Закончив проектный выбор необходимых параметров (очень важная и определяющая часть) необходимо приступить, начиная с главного помещения, расчет размещения светильников (раздел 4.5).

6. Отобразив на рабочем плане схему размещения светильников в данном помещении можно приступить к выполнению собственно светотехнического расчета используя один из рекомендованных методов: - для основного помещения желательно применить точечный метод (раздел 4.6.1), - для остальных возможно применение либо метода коэффициента использования светового потока (раздел 4.6.2) - либо метод удельной мощности (раздел 4.6.4). При выполнении расчетов можно использовать за основу пример в разделе 4.6.3. Все расчеты провести для всех помещений сельскохозяйственного объекта.

7. Приступают для каждого помещения к выполнению электротехнической части расчетов. При этом необходимо произвести выбор напряжения и источников питания (раздел 5.1), выбор места ввода и места установки осветительного щитка (раздел 5.2).

8. Выполняется компоновка осветительной сети на рабочем плане сельскохозяйственного объекта для определения конкретных значений длин проводов (раздел 5.3) и выбор марки проводов и способа их укладки (раздел 5.4).

9. Исходя из выбранной мощности осветительных ламп производят расчет всех групп используемых проводов в каждом помещении, а также производится выбор щитка и аппаратуры защиты.

10. Оформляются пояснительная записка и графическая часть курсовой работы на форматах А4 и А1 соответственно с использованием программного обеспечения персонального компьютера.

4. Светотехнический раздел

К выполнению курсовой работы студент должен приступить после изучения теоретической части курса. Начинать работу надо с тщательного изучения полученного индивидуального задания, процессов, проводимых в помещениях проектируемого объекта. Далее следует вычертить план проектируемого объекта.

Светотехническая часть проекта включает в себя:

- выбор нормируемых показателей электрического освещения;
- выбор вида, системы освещения и типа источников света;
- выбор типа светильников и расчет их размещения;
- проведение светотехнического расчета по определению необходимого количества и мощности светильников;
- расчет потребной мощности ламп осветительной установки;
- составление светотехнической ведомости.

Нормированные показатели электрического освещения должны обеспечить нормальные условия зрительной работы человека, а также способствовать повышению продуктивности животных и птицы.

4.1. Выбор источника света

В применяемых электрических источниках света электрическая энергия преобразуется в лучистую двумя основными способами: нагрева тела электрическим током и электрическим разрядом в газах и парах металлов. В соответствии с этим электрические источники света подразделяются на тепловые и разрядные.

Тепловые источники света выполняют в виде различных ламп накаливания (*ЛН*).

Разрядные источники света делятся на разрядные лампы низкого давления – люминесцентные лампы (*ЛЛ*) и разрядные лампы высокого давления: дуговые ртутные люминесцентные лампы (*ДРЛ*), металлогалогенные лампы (*ДРИ*) и натриевые лампы (*ДНаТ*).

Выбор источников света определяется показателями экономической целесообразности и эффективности.

Лампы накаливания следует применять для освещения вспомогательных (санузлы, лестницы, коридоры, тамбуры и т.д.) и складских помещений, и помещений с частыми включениями и отключениями ламп. Их допускается использовать в помещениях основного производственного назначения для хранения сельскохозяйственной продукции, размещения растений, животных и птицы.

Люминесцентные лампы следует использовать при повышенных требованиях к цветопередаче, в помещениях с напряженной зрительной работой, в общественных и административных зданиях.

Разрядные лампы высокого давления применяют для освещения высоких производственных помещений при высоте подвеса не менее 4м и для освещения открытых территорий, улиц, дорог.

При выборе источника света необходимо учитывать, что расход электрической энергии по сравнению с лампами накаливания меньше при лампах *ДРЛ* на 40%, люминесцентных – 55%, металлогалогенных – типа *ДРИ* – 65%, натриевых лампах – до 70%.

4.2. Выбор нормируемой освещенности и коэффициента запаса

Нормированная освещенность – это наименьшая допустимая освещенность в «наихудших» точках рабочей поверхности перед очередной чисткой светильников. Значение нормированной освещенности выбирается в зависимости от характера зрительной работы, размеров объекта различия, фона и контраста объекта с фоном, вида и системы освещения, типа источника света.

На основе *СНиП 23-05-95* разработаны отраслевые нормы рабочего освещения производственных, административных, общественных и бытовых помещений. В том числе и для сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений.

При выборе нормированной освещенности необходимо иметь в виду, что в общем случае при освещенности внутри помещения до 50лк в качестве источника света следует использовать лампы накаливания, а свыше 50 лк – люминесцентные. Нормы освещенности для люминесцентного освещения из-за специфики превышают нормы, установленные для ламп накаливания. Если нормированная освещенность выше 150 лк, то следует предусматривать комбинированную систему освещения, при этом общая освещенность должна составлять не менее 10% нормированной освещенности независимо от освещенности ламп местного освещения.

Нормы освещенности сельскохозяйственных объектов даны в *приложении 2*.

Снижение светового потока осветительной установки из-за загрязнения светильников и источников света и их старения при расчетах учитывают коэффициент запаса K_3 . Для ламп накаливания принимают $K_3=1,15\dots1,7$, для газоразрядных $K_3=1,3\dots2,1$. Для сельскохозяйственных производственных помещений рекомендуется принимать для ламп накаливания $K_3=1,15$, для газоразрядных $K_3=1,3$. Для помещений общественных и жилых зданий рекомендуется принимать для ламп накаливания $K_3=1,3$, для газоразрядных $K_3=1,5$.

4.3. Выбор типа светильника

Выбор светильников определяется: характером окружающей среды, требованиями к характеру светораспределения и ограничения слепящего действия, экономической целесообразностью и эксплуатационной группой светильников.

Все электротехнические устройства должны соответствовать определенной степени защиты в соответствии с МЭК 70-1 – IP (International/Ingress Protection). Степень защиты приводится в виде ***IPXX***, где первая цифра обозначает – уровень защиты от попадания твердых частиц и степень защиты по электробезопасности (табл. 2), а вторая – защиту от влаги.

Влагозащищенность:

IP x0 - нет защиты;

IP x1 – от падения вертикальных капель;

IP x2 – от падения капель под углом 15° от вертикали;

IP x3 - Брызги под углом 60° от вертикали;

IP x4 - Брызги со всех сторон;

IP x5 - Струи со всех сторон под небольшим давлением;

IP x6 - Сильные потоки;

IP x7 - Временное погружение (до 1 м);

IP x8 - Полное погружение.

Последние три категории влагозащищенности в сельском хозяйстве не применяются.

Защита от соприкосновения с частями изделия, находящимися под напряжением

Первая

Описание

цифра

- | | |
|---|--|
| 0 | Никакой защиты от прикосновения к токоведущим частям. |
| 1 | Частичная защита от случайного касания токоведущих частей (защита от касания ладонью). |
| 2 | Защита от прикосновения пальцами к токоведущим частям. |
| 3 | Защита от случайного касания токоведущих частей инструментом. |
| 4 | Защита от случайного касания токоведущих частей инструментом. |
| 5 | Полная защита от прикосновения к токоведущим частям изделия. |
| 6 | Полная защита от прикосновения к токоведущим частям изделия. |

Светильники выбирают так, чтобы степень защиты соответствовала характеру окружающей среды в помещении.

Для сухих отапливаемых помещений тип светильников выбирают по светотехническим характеристикам, а для помещений со сложными условиями еще и его исполнению.

По характеру светораспределения для производственных помещений обычно применяют светильники прямого или преимущественно прямого распределения с типовыми кривыми силы света (КСС) *К*, *Г* или *Д*. Для административных, общественных и жилых помещений применяют светильники рассеянного, преимущественно отраженного или отраженного светораспределения с типовыми кривыми силы света *М*, *Л* или *Ш*.

С увеличением высоты помещения предпочтение отдается светильникам с более концентрированными кривыми силы света *Г*, *Д* и т.д.

Для создания требуемого уровня освещенности в вертикальной плоскости применяют светильники класса *Р* с полуширокой кривой типа *Л* или равномерной типа *М*.

Затраты на оборудование и эксплуатацию осветительных установок определяются сроком службы источников, ценой источников и осветительных приборов, числом чисток и стоимостью одной чистки осветительных приборов.

Типы светильников для сельскохозяйственных объектов приводятся в *приложении 3*.

4.4. Выбор системы и вида освещения

В сельскохозяйственных помещениях предусматриваются следующие виды освещения: рабочее освещение двух разновидностей – технологическое и дежурное.

Рабочее освещение предназначено для обеспечения нормальных условий работы в соответствующих производственных помещениях. Оно должно обеспечивать нормированную освещенность во всех точках рабочей зоны и иметь соответствующее качество, определяемое отклонениями питающего напряжения, пульсацией светового потока, спектральным составом света, равномерностью освещенности и др. Рабочее освещение обеспечивает нормированную

освещенность во всех точках рабочей поверхности. Рабочее освещение включается только при выполнении персоналом работ в данном помещении.

Технологическое освещение – вид освещения для обеспечения нормального протекания технологического процесса (роста и развития животных, протекания фотосинтеза в растениях и др.). Технологическое освещение обеспечивает нужную продуктивность животных, птицы, а также условия видения для выполнения обслуживающим персоналом производственных операций. Технологическое освещение располагают в зоне расположения животных.

Дежурное освещение – используют для наблюдения за животными в ночное время. Его следует предусматривать во всех животноводческих и птицеводческих помещениях. Светильники дежурного освещения выделяют из числа рабочего освещения – в помещениях содержания животных до 15%, а в родильных помещениях до 20% от количества светильников рабочего освещения. Дежурное освещение располагается равномерно по проходам производственных помещений. К дежурному освещению может относиться наружное освещение входов в помещение.

Аварийное освещение используют для продолжения работы или эвакуации при аварийных отключениях рабочего освещения. Наименьшая освещенность должна составлять не менее 5% от рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри помещения.

Различают две системы освещения: *общего* и *комбинированного*. Система комбинированного освещения характеризуется наличием местных светильников, установленных непосредственно на рабочих местах. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается.

Общее освещение может быть равномерным и локализованным. Общее равномерное освещение обеспечивает равномерное распределение освещения заданного уровня по всей поверхности помещения.

Общее локализованное освещение создает необходимую освещенность на различных участках освещаемой поверхности.

4.5. Размещение светильников

Существуют два вида размещения светильников: равномерное и локализованное. При локализованном способе размещения светильников выбор их места расположения решается в каждом случае индивидуально и зависит от технологического процесса и плана размещения освещаемых объектов.

Наиболее рациональным является равномерное размещение светильников по вершинам квадратов и прямоугольников. Оптимальное расстояние между светильниками определяется по формуле:

$$\lambda_c \cdot h \leq L \leq \lambda_э \cdot h, \quad (4.1)$$

где λ_c и $\lambda_э$ - относительные светотехнические и энергетические наивыгоднейшие расстояния между светильниками;

h - расчетная высота подвеса светильника, м;

L - расстояние между светильниками на плане, м.

Численные значения λ_c и $\lambda_э$ зависят от типа кривой силы света и определяются по *таблице 1*.

Таблица 3 – Рекомендуемые значения λ_c и $\lambda_э$

Типовая кривая	λ_c	$\lambda_э$
Концентрированная (К)	0,4...0,7	0,6...0,9
Глубокая (Г)	0,8...1,2	1,0...1,4
Косинусная (Д)	1,2...1,6	1,6...2,1
Полуширокая (Л)	1,4...2,0	1,8...2,3
Равномерная (М)	1,8...2,6	2,6...3,4

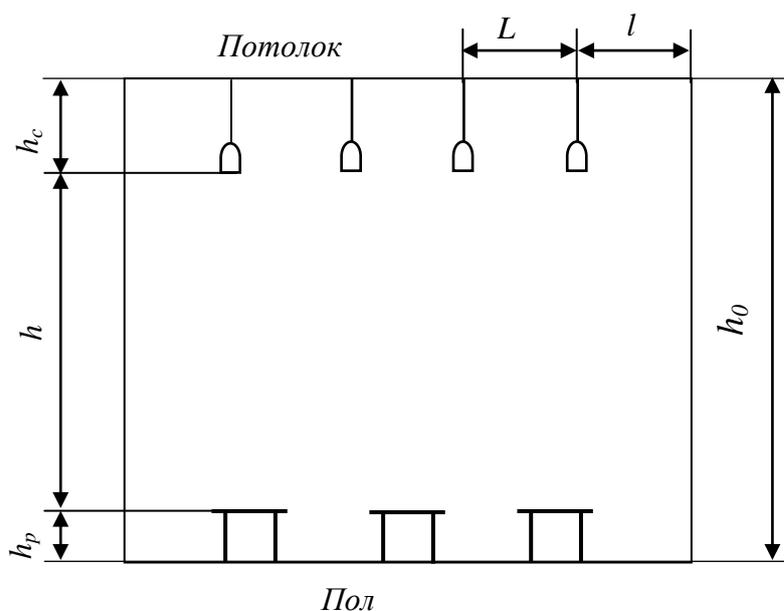


Рис. 4.1. Определение расчетной высоты осветительной установки

Расчетная высота подвеса светильника определяется по формуле:

$$h = H - h_c - h_p, \quad (4..2)$$

где H - высота помещения, м;

h_c - высота свеса светильника, м;

h_p - высота освещаемой рабочей поверхности от пола, м.

Высота свеса подвесных светильников $h_c = 0,3...0,5 м$, а для плафонов и встроенных светильников до $h_c = 0,2 м$. Высота свеса может быть и больше $0,5 м$, но в этом случае светильники необходимо устанавливать на жестких подвесах, не допускающих их раскачивания.

Расстояние от стен до крайних светильников выбирается в пределах $l = (0,3...0,5)L$. Если рабочие поверхности расположены у стен, то расстояние между стеной и крайними светильниками рекомендуется брать $0,3L$.

При определении расстояния между светильниками с газоразрядными лампами λ_3 , не учитывается.

По рассчитанному значению L , l , длине A и ширине B помещения определяют число светильников по длине помещения:

$$N_A = \frac{A - 2l}{L} + 1 \quad (4.3)$$

Число светильников по ширине помещения:

$$N_B = \frac{B - 2l}{L} + 1 \quad (4.4)$$

И общее количество светильников в помещении:

$$N = N_A \cdot N_B \quad (4.5)$$

Если расчет расстояния между светильниками в ряду и между рядами производился с учетом λ_c , то полученные значения N_A и N_B округляют до целого числа в сторону наименьшего значения, если с учетом λ_3 в сторону большего значения.

После чего размещают светильники на плане помещения и определяют действительные расстояния между светильниками и рядами.

При равномерном размещении светильников по углам прямоугольника рекомендуется, чтобы $L_A : L_B \leq 1,5$.

В узких помещениях допустимо однородное расположение светильников.

Светильники с люминесцентными лампами рекомендуется устанавливать рядами, преимущественно параллельно длинной стороне помещения или стене с окнами. Светильники с четырьмя и более люминесцентными лампами могут

располагаться также, как и светильники с точечными источниками света (лампы накаливания, *ДРЛ, ДРИ, ДНаТ*).

Следует отметить, что при проектировании осветительных установок со светильниками с люминесцентными лампами первоначально определяют только число рядов N_B , а число светильников в ряду N_A и в помещении N определяют следующим светотехническим расчетом. При этом светотехнически наиболее выгодное относительное расстояние λ_c определяется по поперечной кривой силы света светильников.

4.6. Светотехнический расчет

Задача светотехнического расчета – определить требуемую мощность источников света для обеспечения нормированной освещенности. В результате расчета находят световой поток источника света, устанавливаемого в светильнике. По расчетному световому потоку выбирают стандартную лампу. Отклонение светового потока выбранной лампы от расчетного значения допускается в пределах $-10...+20\%$. Если расхождение больше, то необходимо изменить число светильников, их размещение, тип и выполнить перерасчет, чтобы это расхождение укладывалось в допустимые пределы.

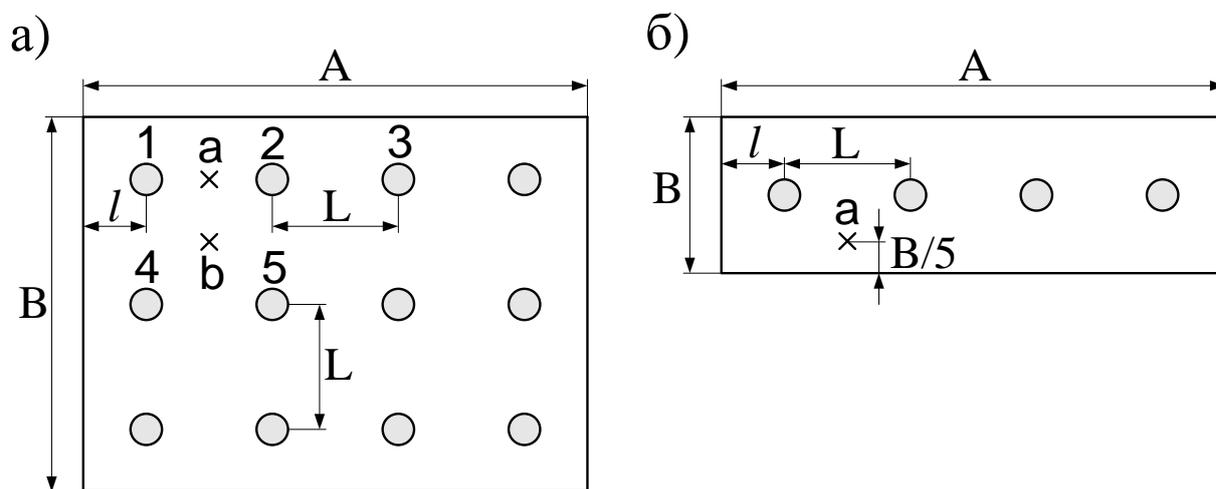
Иногда возникает необходимость в проверочном расчете – определение освещенности на рабочих поверхностях при известной установленной мощности источника.

Светотехнические расчеты осветительных установок в значительной мере унифицированы и обеспечены большим объемом справочных материалов. В практике расчета общего электрического освещения помещений наиболее распространены следующие методы светотехнического расчета: точечный метод, метод коэффициента использования светового потока и метод удельной мощности, подразделенный, в зависимости от вида источника, на методы пространственных (лампы накаливания. *ДРЛ, ДРИ, ДНаТ*) и линейных (люминесцентные лампы) изолюкс.

4.6.1. Точечный метод

Точечный метод применяется для расчета общего равномерного освещения помещений и открытых пространств, а так же местного при любом расположении освещаемых плоскостей. Метод позволяет определить световой поток светильников, необходимый для создания требуемой освещенности в расчетной точке при известном размещении светильников и условии, что отражение от стен, потолка и рабочей поверхности не играет существенной роли.

Расчет ведется следующим образом: на плане помещения с размещением выбранных светильников намечают контрольные точки, в которых предполагается минимальная освещенность. Такие точки следует брать в центре между светильниками или по середине одной из крайних сторон (рис. 4.2). Не следует брать точки с минимальной освещенностью у стены или в углах. Если в таких точках есть рабочие места, то освещенность в них можно довести до нормы путем местного освещения или увеличения мощности источников ближайших источников.



a, b – контрольные точки;

1,2,3,4,5 – номера близлежащих светильников.

Рис. 4.2. – Выбор контрольных точек на плане помещения при размещении светильников по вершинам квадрата (а) и при однорядном размещении светильников (б).

Затем вычисляют условную освещенность e в каждой контрольной точке.

Условная освещенность e – это освещенность, создаваемая в контрольной точке от источника света с условным световым потоком в 1000 лм.

Условную освещенность в контрольной точке определяют по формуле:

$$e = \sum_{i=1}^N e_i \text{ лк} \quad (4.6)$$

где e_i - условная освещенность в контрольной точке от i -ого источника света, которую определяют по кривым пространственным изолукс или по формуле:

$$e_i = \frac{I_{\alpha_i}^{1000} \cdot \cos^3 \alpha_i}{h^2} \text{ лк} \quad (4.7)$$

где α_i - угол между вертикалью и направлением силы света i -ого светильника в контрольную точку, град. $\alpha_i = \arctg \frac{a_i}{h}$ (рис. 4.3);

$I_{\alpha_i}^{1000}$ - сила света i -ого источника света с условной лампой, световой поток которой равен 1000 лм, в направлении расчетной точки, лк (приложение 4).

Контрольная точка, в которой суммарная условная освещенность минимальная, принимается за расчетную.

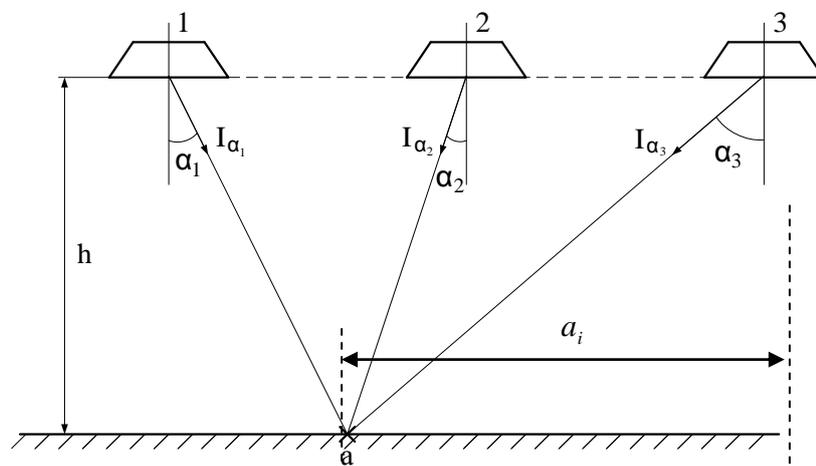


Рис. 4.3. – Схема к расчету условной освещенности в контрольной точке.

Световой поток источника света в каждом светильнике рассчитывают по формуле:

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E_H \cdot K_3}{\mu \cdot \sum e_i \cdot \eta_{св}} \text{ лм} \quad (4.8)$$

где 1000 – световой поток условной лампы, лм;

E_H - нормированное освещение, лк;

K_3 = – коэффициент запаса (для ламп накаливания принимают $K_3=1,15\dots1,7$, для газоразрядных $K_3=1,3\dots2,1$. Для сельскохозяйственных производственных помещений рекомендуется принимать для ламп накаливания $K_3=1,15$, для газоразрядных $K_3=1,3$. Для помещений общественных и жилых зданий рекомендуется принимать для ламп накаливания $K_3=1,3$, для газоразрядных $K_3=1,5$.);

$\mu = 1,0 - 1,2$ - коэффициент, учитывающий дополнительную освещенность от удаленных светильников и отражение от ограждающих конструкций;

$\eta_{св} = 0,65 - 0,8$ коэффициент полезного действия в нижнюю полу-сферу.

По вычисленному значению светового потока и табличным данным (приложение 5 и 7) выбирают тип, размер лампы, ее мощность P_l и световой поток лампы Φ_l .

Рассчитывают отклонение табличного светового потока лампы от расчетного:

$$0,9\Phi \leq \Phi_l \leq 1,2\Phi \quad (4.9)$$

При невозможности выбора лампы с указанным допуском корректируется расположение светильников.

Заканчивают расчет определением установленной мощности осветительной установки:

$$P_{уст} = P_l \cdot N, \text{ Вт} \quad (4.10)$$

Для линейных источников света определяют относительную условную освещенность \mathcal{E} . Относительная условная освещенность \mathcal{E} - это освещенность, создаваемая рядом светильников со световым потоком в 1000лм на каждый метр длины в точке, расположенной против торца светящего ряда на плоскости, параллельной оси светильника и удаленной на расстоянии $h=1м$ от этого ряда.

Если необходимо определить освещенность в точке, расположенной в любом месте относительно светящего ряда, то ряд делят на два отрезка так, чтобы точка оказалась в торце каждого из отрезков, и относительные условные освещенности складывают (рис. 4.4, а). Если точка расположена вне светящего ряда, то ряд мысленно продолжают так, чтобы точка вновь оказалась против торца, и в этом случае относительную условную освещенность вычитают одну от другой (рис. 4.4, б).

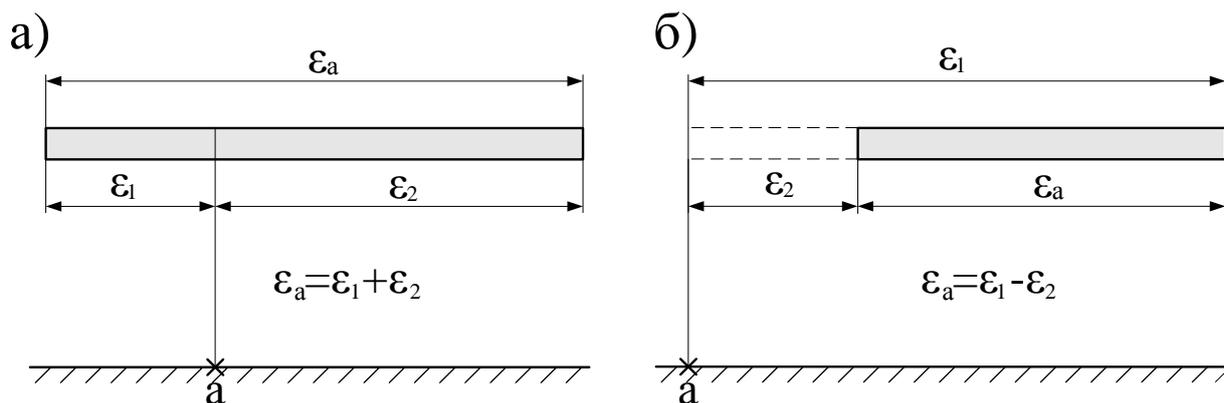
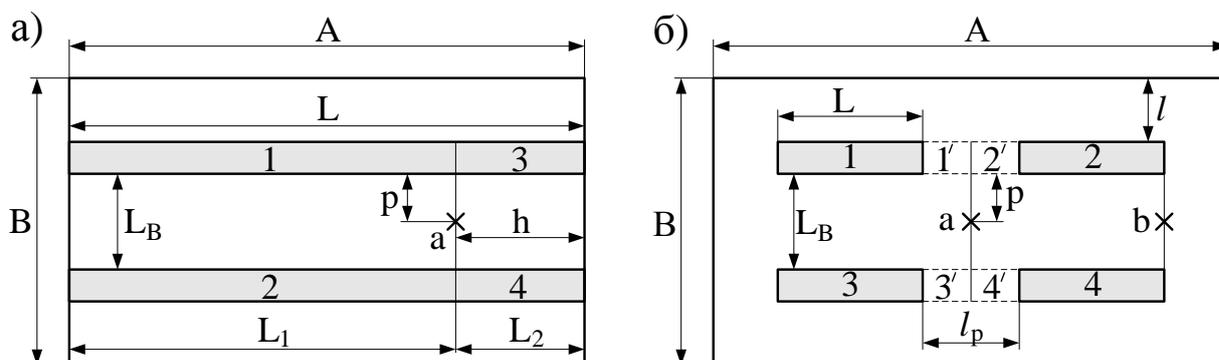


Рис. 4.4. – К расчету относительной условной освещенности от линейного источника

При общем равномерном освещении линейными источниками света контрольные точки, как правило, выбирают посередине между рядами светильников (рис. 4.5). При этом необходимо определить, как считать светильники: как сплошную (светящую) линию или как точечные источники света. Если длина разрыва между светильниками в ряду $l_{\delta} \leq 0,5h$, то ряд светильников считают как одну сплошную линию, если длина разрыва $l_p \geq 0,5h$, то каждый светильник считается точечным и рассчитывается по отдельности (рис. 4.4, б).



1,1',2,2',3,3',4,4' - номера светящих отрезков;

L_B – расстояние между рядами светильников;

p – расстояние от контрольной точки до проекции светящего ряда или светильника на горизонтальную поверхность.

Рис. 4.5 – Выбор контрольных точек на плане помещения для светящих линий (а) и для отдельных светильников (б)

Численные значения относительной условной освещенности ε определяют по кривым линейных изолюкс в зависимости от проведенной длины

$L' = \frac{L}{h}$ и удаленности точки от светящей линии $p' = \frac{p}{h}$ (приложение 8).

Световой поток, приходящийся на 1 метр длины лампы, определяется по формуле:

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot E_n \cdot K_z \cdot h}{\mu \cdot \sum \varepsilon}, \text{ лм} \quad (4.11)$$

Поток лампы или светящей линии равен:

$$\Phi = \Phi' \cdot L, \text{ лм} \quad (4.12)$$

По значению светящей линии и светового потока стандартного светильника определяют количество светильников в ряду:

$$N_A = \frac{\Phi}{\Phi_{\text{св}}}, \text{ шт} \quad (4.13)$$

где $\Phi_{\text{св}}$ - световой поток светильника, лм, $\Phi_{\text{св}} = \Phi_{\text{л}} \cdot n$;

$\Phi_{\text{л}}$ - световой поток лампы (приложение 6);

n – количество ламп в светильнике, шт.

Установленная мощность осветительной установки равна:

$$P_{\text{уст}} = P_{\text{св}} \cdot N, \text{ Вт} \quad (4.14)$$

где $P_{\text{св}}$ – мощность светильника, $P_{\text{св}} = P_{\text{л}} \cdot n + P_{\text{др}}$, Вт ,

$P_{\text{др}}$ - мощность дросселя, Вт

4.6.1.1. Пример расчета по точечному методу

Точечный метод используют для расчета неравномерного освещения: общего локализованного, местного, наклонных поверхностей, наружного. Необходимый световой поток осветительной установки определяют исходя из условия, что в любой точке освещаемой поверхности освещенность должна быть не менее нормированной, даже в конце срока службы источника света. Отражение от стен, потолка и рабочей поверхности не играет существенной роли.

Помещение для содержания животных:

Так как рабочих мест около стен и в углах здания не предусмотрено то контрольные точки выбираем: точка В по середине между 1 и 4 светильником, точка А на пересечении диагоналей 1,5 и 2,4 светильников (рисунок 1).

В начале рассчитываем условную освещенность в каждой контрольной точке:

$$e = \sum e_i,$$

где e_i – условная освещенность в контрольной точке i -го источника света, которую определяем по кривым пространственным изолюкс.

Точка, в которой суммарная условная освещенность минимальна, принимается за расчетную.

Так как точка А освещена меньше чем точка В, то остальной расчет будем производить для точки А.

Световой поток источника света в каждом светильнике, определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E_n \cdot \kappa_3}{\mu \cdot \sum e_i} = \frac{1000 \cdot 30 \cdot 1,15}{1,1 \cdot 28,72} = 1092 \text{ лм.}$$

По рассчитанному значению светового потока выбираем лампу Б-220-235-100 со световым потоком 1090 лм и мощностью 100 Вт.

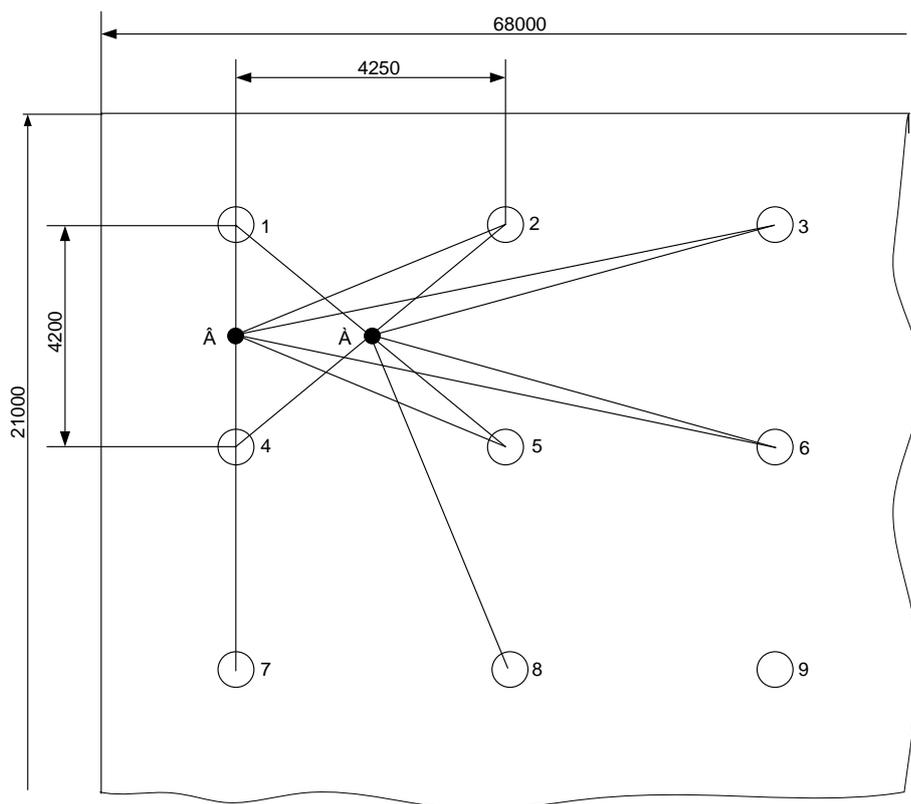


Рисунок 4.6 – Схема к выбору освещения в контрольных точках

Таблица 4

Расчет условной освещенности

Для точки В		
№ светильника	d, м	e _i
1,4	2,10	2·13
2,5	4,73	2·2
3,6	8,76	2·0,26
7	6,30	0,8
Итого		31,32
Для точки А		
1,2,4,5	2,99	4·6,5
3,6	6,71	2·0,68
7,8	6,65	2·0,68
Итого		28,72

Рассчитываем отклонение табличного светового потока от расчетного:

$$-0,1 \leq \frac{\Phi_{л} - \Phi}{\Phi} \leq +0,2$$

$$-0,1 \leq \frac{1090 - 1092}{1092} \leq +0,2 \quad \text{или} \quad -0,1 \leq -0,002 \leq +0,2.$$

Светотехнический расчет светильников в помещении для хранения кормов проведем точечным методом. Данный метод позволяет определить световой поток источников света, необходимый для создания требуемой освещенности в любой точке, произвольно расположенной на плоскости при известном размещении светильников, и условия, что отражение от стен, потолка, пола не учитывается.

На плане помещения с размещенными светильниками намечаем контрольные точки, в которых следует рассчитать по пространственным изолюксам условную освещенность.

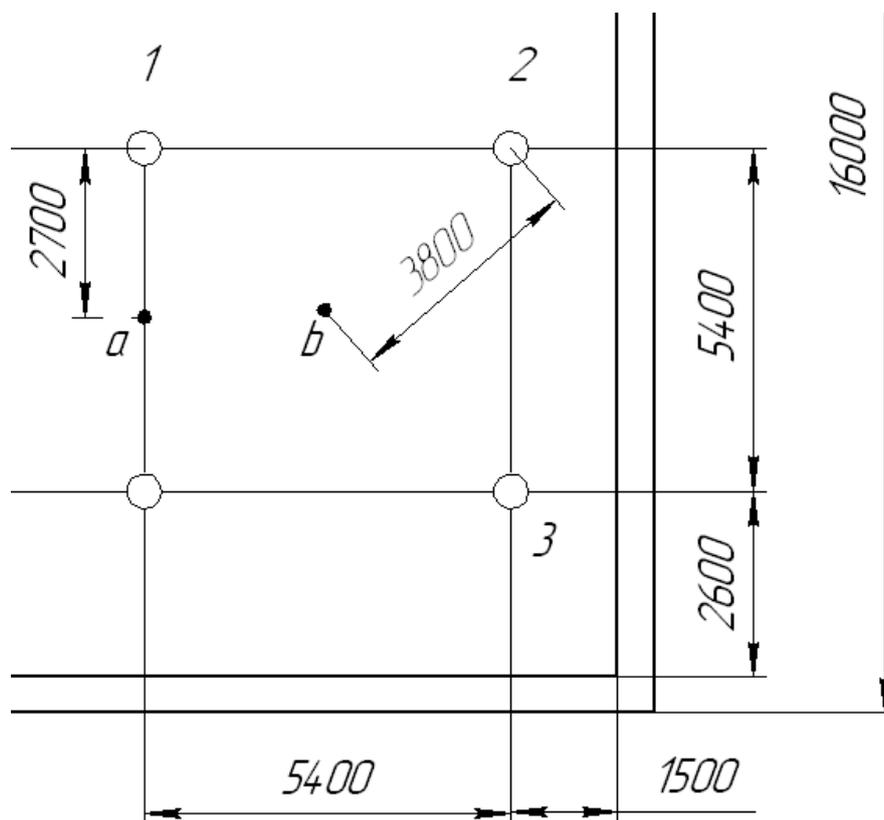


Рисунок 4.7 – Схема выбора контрольных точек.

На плане помещения отметим две контрольные точки, точку *a*, и точку *b*. Составим для этих точек расчетную таблицу.

Таблица 5 – расчетная таблица.

Контрольные точки	№ светильника	d, м	e, лк	
			От 1 св.	От всех светил.
<i>a</i>	1,3	2,7	11,21	22,42
<i>b</i>	1,2,3,4	3,8	6,49	25,97

Условную освещенность *e*, от светильника со световым потоком 1000 лм, в контрольных точках определим по пространственной кривой изолюкс для светильника НСП 21.

Расчетной точкой является точка *a* в которой $e_a = 22,42$ лк

Определим расчетный световой поток источника по формуле:

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E_n \cdot \kappa_3}{\mu \cdot e_a},$$

где E_n – нормативная освещенность рабочей поверхности, $E_n = 20$ лк;

κ_3 – коэффициент запаса, для ламп накаливания, $\kappa_3 = 1,15$;

μ – коэффициент добавочной поверхности, учитывая воздействие удаленных светильников и отраженных световых потоков, принимая $\mu = 1,15$;

e_a – суммарная условная освещенность в расчетной точке;

$$\Phi = \frac{1000 \cdot 20 \cdot 1,15}{1,15 \cdot 22,47} = 890,09 \text{ лм}.$$

По данному световому потоку подбираем ближайшую лампу Б-230-240-75:

Световой поток лампы - $\Phi_{\lambda} = 935$ лм;

Мощность лампы $P_{\lambda} = 75$ вт

Световой поток лампы выбран верно, если выполняется неравенство:

$$-0.1 \leq \frac{\Phi_{\lambda} - \Phi}{\Phi} \leq 0.2$$

$$-0.1 \leq \frac{935 - 890,09}{890,09} \leq 0.2$$

$$-0.1 \leq 0,05 \leq 0.2$$

Неравенство выполняется, это означает, что лампа выбрана верно.

4.6.2. Метод коэффициента использования светового потока

Этот метод применяется при расчете общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей в помещении со светлыми ограждающими поверхностями и при отсутствии крупных затеняющих предметов.

Расчет выполняют в следующем порядке: определяют коэффициент отражения потолка ρ_n , стен ρ_c , рабочих поверхностей (или пола) ρ_p . Значения коэффициентов отражения для различных материалов и покрытий приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения коэффициентов отражения.

Характер отражающих поверхностей	Коэффициенты отражения, %
Побелены стены с окнами, закрытыми большими шторами; побеленный потолок.	70
Побелены стены при не завешенных окнах; чистый бетонный и светлый деревянный потолок.	50
Бетонный или деревянный потолок; бетонные стены с окнами.	30
Стены и потолок в помещениях с большим количеством темной пыли; красный кирпич не оштукатуренный.	10

Находят индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)}, \quad (4.15)$$

где A, B – длина и ширина помещения, м;

h – расчетная высота, м.

По типу светильника, коэффициента отражения и индексу помещения определяют коэффициент использования светового потока η_u (приложение 9).

Световой поток Φ источника света в каждом светильнике находится по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot \kappa_z \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta_u}, \text{ лм} \quad (4.16)$$

где E_n - нормируемая освещенность, лк;

κ_z - коэффициент запаса;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

z - коэффициент неравномерности освещения, $z=1,1 \dots 1,2$;

N – общее количество светильников в помещении, шт;

η_u - коэффициент использования светового потока в относительных единицах.

По найденному световому потоку, пользуясь справочными данными, выбирают типоразмер лампы и её мощность (приложение 4,5,6). Если ближайšie лампы имеют световой поток, отличающийся от расчетного на 10%...+20%, то выбирают лампу с другим световым потоком и уточняют число светильников по формуле (4.16). Затем рассчитывают мощность всей осветительной установки.

4.6.3. Пример расчета осветительной установки

Задание: рассчитать осветительную установку лаборатории.

Исходные условия: размеры помещения (длина, ширина, высота) 8000×6000×4000 мм. Коэффициенты отражения потолка, стен и пола равны 70, 50 и 30 % соответственно. Помещение сухое, отапливаемое, с нормальной средой.

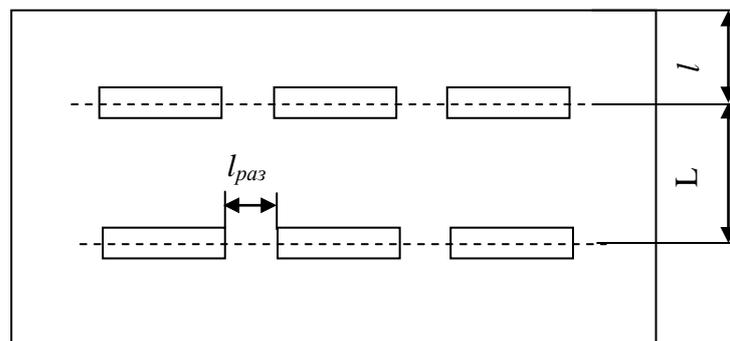


Рис. 4.6. План помещения при освещении люминесцентными лампами

Решение:

1. Выбор нормированной освещенности и коэффициента запаса

$$E_n = 300 \text{ лк, } \Gamma - 08 [7], [20, \text{ приложения 2 и 3}], K_s = 1,5.$$

2. Выбор вида и системы освещения. Принимаем систему освещения – общее равномерное; вид освещения – рабочее.

3. Выбор светового прибора. Выбираем световой прибор по трем критериям: по конструктивному исполнению (IP), по светотехническим характеристикам (КСС) и экономическим показателям [7].

- IP20: ЛСЦ 02, ЛСО 04, ЛСО 06, ЛПО 02, ЛПО 06, ЛПО 09, ЛПО 28, ЛПО 30, ЛПО 33, ШОД.

- Д, Г: ЛПО 02, ШОД, ЛПО 30,

- по эк. показ.: ЛПО 30.

4. Размещение световых приборов. Расчетная высота

$$h_p = h_0 - h_{ce} - h_{pn} = 4,0 - 0,8 - 0,2 = 3,0 \text{ м.}$$

Расстояние между светильниками

$$L_{omm} = \lambda_s \cdot h_p = 0,9 \cdot 3,0 = 2,7 \text{ м.}$$

Число световых приборов в ряду и число рядов

$$n_a = \frac{a}{L_{omm}} = \frac{8}{2,7} 2,96 = 3 \text{ шт.}$$

$$n_b = \frac{b}{L_{omm}} = \frac{6}{2,7} 2,22 = 2 \text{ шт.}$$

Общее число светильников

$$N = n_a \cdot n_b = 3 \cdot 2 = 6 \text{ шт.}$$

Пересчитаем расстояния между световыми приборами

$$L_a = \frac{a}{n_a} = \frac{8}{3} = 2,67 \text{ м.}$$

$$L_b = \frac{b}{n_b} = \frac{6}{2} = 3 \text{ м.}$$

5. Расчетный световой поток осветительной установки (методом коэффициента использования, см. формулу 4.16).

$$\Phi_p = \frac{E_n \cdot \kappa_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta_u} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 48 \cdot 1,1}{6 \cdot 0,5} = 7920 \text{ лм.}$$

Индекс помещения (4.15)

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)} = \frac{8 \cdot 6}{2,7 \cdot (8 + 6)} = 1,27.$$

Коэффициент использования светового прибора [7], [20, приложения 9]

$$\eta_u = 0,5.$$

Поток одной лампы

$$\Phi_n = \frac{\Phi_p}{2} = 3960 \text{ лм.}$$

6. Выбираем лампу ЛД 65 – 1 с $\Phi_n = 4000 \text{ лм.}$

7. Отклонение каталожного светового потока о расчетного

$$-10\% \leq \frac{\Phi_k - \Phi_p}{\Phi_p} \leq +20\%$$

$$\frac{8000 - 7920}{7920} 100\% = +1,0\% .$$

4.6.4. Метод удельной мощности

Этот метод является упрощенным методом коэффициента использования светового потока и рекомендуется для расчета осветительных установок второстепенных помещений (складские помещения, кладовые, коридоры, тамбуры, и т.д.) и для предварительного определения осветительной нагрузки на начальной стадии проектирования.

Расчетная формула метода:

$$P_p = \frac{P_{уд} \cdot S}{N}, \text{ Вт} \quad (4.17)$$

где P_p – расчетная мощность лампы, Вт;

$P_{уд}$ – удельная мощность общего равномерного освещения, Вт/м²;

S – площадь помещения, м²;

N – количество светильников в помещении, шт;

Значение удельной мощности зависит от типа и светораспределения светильника, размеров помещения, коэффициентов отражения стен, потолка и пола, высоты подвеса светильника и выбирается по справочной литературе (приложения 10 и 11). Таблицы приводятся только для освещения 100 лк, так как в данном случае имеет место прямая пропорциональность между E_n и $P_{уд}$. При отличии коэффициентов отражения от табличных допускается при более светлых поверхностях уменьшать, а при более темных увеличивать $P_{уд}$ на 10%.

По расчетной мощности лампы P_p и каталожным данным выбирают типоразмер лампы и ее номинальную мощность P_n так, чтобы выполнялось условие:

$$0,9P_p \leq P_n \leq 1,2P_p \quad (4.18)$$

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

Светотехнический раздел заканчивается составлением светотехнической ведомости (приложение 12).

5. Электротехническая часть

Расчет электрических осветительных сетей включает определение сечений проводов и кабелей, при которых рабочий ток линии не создает перегрева проводов, обеспечиваются требуемые уровни напряжения у ламп и достаточная механическая прочность у проводов.

Электрическая часть проекта включает:

- выбор напряжения и источников питания;
- выбор места ввода и установки осветительного щитка;
- разработка схем электроснабжения или компоновка осветительной сети;
- выбор марки проводов и способа их прокладки;
- расчет сечения проводов на минимум проводникового материала и проверка их на механическую прочность и нагрев(в том числе и ввода), определение потерь напряжения в группах сети;
- выбор типа осветительного щитка, аппаратов управления и защиты электрических сетей;
- разработка мероприятий по защите обслуживающего персонала от поражения электрическим током.

5.1. Выбор напряжения и источников питания

Источниками питания осветительных установок сельскохозяйственных объектов чаще всего служат трехфазные понизительные трансформаторные подстанции напряжением $10/0,4кВ$, размещенные в населенных пунктах или вблизи предприятий сельскохозяйственного производства. Причем они общие для осветительных и силовых нагрузок.

В сельскохозяйственном производстве в основном применяют осветительные сети переменного тока с заземленной нейтралью напряжением $380/220В$.

В помещениях опасных и особо опасных при применении напряжения $380/220В$ светильники должны устанавливаться на высоте не менее $2,5м$ и конструкция должна исключать доступ к лампам без специального инструмента. Если светильники располагаются ниже $2,5м$, то напряжение должно быть не более $42В$. В помещениях без повышенной опасности допускается устанавливать светильники на высоте менее $2,5м$.

Для питания установок местного освещения в помещениях без повышенной опасности применяют напряжение до $220В$, с повышенной опасностью – до $42В$ от специальных понижающих трансформаторов.

Для питания ручных светильников в помещениях с повышенной или особой опасностью следует использовать напряжение не более $42В$, а при особо неблагоприятных условиях – не более $12В$.

5.2. Выбор места ввода и установки осветительного щитка

Осветительный щит устанавливается вблизи основного рабочего входа в здании, в местах недоступных для случайных повреждений его, с учетом подхода воздушной линии. В то же время щит рекомендуется устанавливать в центре нагрузки. В случае, если некоторые перечисленные выше пункты при выборе щита окажутся противоречивыми, то решающими должны быть экономические соображения.

Ввод в помещение осуществляется наружной магистральной линией напряжением $380/220В$, которая может быть воздушной (ВЛ) или кабельной (КЛ).

На рис. *5.1а* приведена типовая схема электропитания осветительной сети переменного тока от трансформаторной подстанции с первичным напряжением 6 или $10кВ$ и вторичным – $380/220В$ и схема *5.1б* – питание осветительного щита (ОЩ) от силового щита (СЩ).

Питание рабочего освещения должно быть от отдельного ввода. Однако допускается питание осветительных щитков от общего с силовой нагрузкой

ввода при условии, что питающая линия обеспечит отклонение напряжения у наиболее удаленных ламп не более 2,5% от номинального напряжения сети.



Рис. 5.1 – Схемы электропитания осветительного щита.

Групповые щитки располагают по возможности в центре питаемых или электрических нагрузок в местах, удобных для обслуживания. Рациональное размещение групповых щитков обеспечивает удобство эксплуатации осветительной установки и позволяет сократить протяженность внутренних сетей.

5.3. Компоновка осветительной сети

При компоновке осветительной сети вычерчивают в масштабе план объекта проектирования, на котором отмечают места расположения выбранных светильников, выключателей, розеток и т. п., а так же силового щита и щита освещения.

После размещения осветительного оборудования все светильники делят на группы. При этом всю нагрузку вначале делят на три части (по числу фаз питающей сети), а затем нагрузку каждой фазы делят на группы с учетом следующих рекомендаций:

1. Однофазные группы светильников рекомендуется применять для небольших помещений с малым числом светильников небольшой мощности. В остальных случаях общее освещение выполняют трехфазным с однофазными ответвлениями к отдельным группам светильников.
2. Рекомендуется, чтобы в каждой однофазной группе было не более 20 ламп накаливания, ДРЛ, ДРИ, ДнаТ и розеток, или не более 75 люминесцентных ламп мощностью до 40Вт или 60 ламп мощностью до 80Вт.

3. Длина четырехпроводной группы, как правило, не должна превышать 80м, трехпроводной – 60м и двухпроводной – 35м.
4. Групповые линии сетей внутреннего освещения должны быть защищены предохранителями или автоматическими выключателями на рабочий ток не более 25А.
5. Светильники дежурного и наружного освещения лучше всего включить в отдельную группу.
6. Штепсельные розетки в жилых помещениях устанавливают по одной на каждые 6м² жилой площади и на 10м² площади коридоров, а также до трех розеток на кухню. Мощность розеток принимают равной или мощности подключаемого приемника, или 500Вт.

Заканчивают этот раздел составлением расчетной схемы, на которой указывают все осветительные щиты и группы, число проводов и длину групп, мощность источников света и розеток, а также места ответвлений.

5.4. Выбор марки проводов и способов их прокладки

Для распределения электроэнергии электрическая осветительная часть выполняется в виде электропроводки с установкой аппаратов автоматической защиты и коммутации.

Выбор марки провода для проводки осветительной сети определяется условиями окружающей среды, назначением помещения, электро- и пожаробезопасностью, удобством монтажа и эстетическими требованиями. Выбор производится по специальным таблицам (приложение 13).

Способ прокладки должен обеспечить надежность, долговечность, пожарную безопасность, экономичность и по возможности заменяемость проводов. Основными видами прокладок являются скрытые и открытые.

Скрытой электропроводкой называется проводка, проложенная внутри конструктивных элементов зданий и сооружений (в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях и т. д.).

Открытой электропроводкой называется проводка, проложенная по поверхности стен, потолков, по фермам и другим строительным элементам зданий, сооружений, по опорам и т. п.

В общественных, административных, бытовых, лабораторных помещениях, как правило, используют скрытые электропроводки. При скрытой прокладке плоских проводов под штукатуркой запрещается заделка проводов растворами, содержащими и другие вещества, которые могут разрушать изоляцию.

В производственных и вспомогательных помещениях следует преимущественно применять открытую проводку, выполненную на тросах или тросовыми проводами, кабелями, шнурами и изолированными проводами с размещением на изоляторах, в лотках, коробах, трубах. Открытые электропроводки должны прокладываться в местах, где исключена возможность их механических повреждений.

5.5. Расчет сечения проводов

Сечения проводов и кабелей выбирают исходя из механической прочности, тока нагрузки и потери напряжения.

В процессе монтажа и эксплуатации электрические провода и кабели испытывают механические нагрузки, которые могут привести к обрыву токоведущих жил. Чтобы этого не произошло, ПУЭ ограничивает минимальное сечение проводов в зависимости от способа прокладки и материала токоведущих жил. Например, согласно ПУЭ в общем случае сечение жил проводов и кабелей, используемых для внутренней электропроводки, должно быть не менее 2,5 мм² для алюминиевых жил и 1 мм² для медных, а при прокладке на изоляторах – соответственно 4 мм² и 1,5 мм².

Нагрев проводников вызывается прохождением по ним электрического тока. Температура провода зависит от величины этого тока и условий теплоотдачи в окружающую среду. Допустимая температура провода ограничивается классом нагревостойкости его изоляции. Чтобы температура не превысила допустимого значения, в зависимости от класса изоляции, материала жил провода

и способа его прокладки (в воздухе, в трубе, в земле и т.д.), для каждого стандартного значения согласно табличным данным, приводимых в ПУЭ, ограничивают допустимую силу рабочего тока. В приложении 14 приведены значения длительно допустимых токов нагрузки для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными и алюминиевыми жилами, проложенными открыто и в одной трубе.

Сечение жил проводов можно рассчитать по потере напряжения и на минимум проводникового материала.

Расчет сечения проводов на минимум проводникового материала производится по формуле:

$$S = \frac{\sum M + \sum_{k=1}^n \alpha_k \cdot m_k}{C \cdot \Delta U \cdot \cos \varphi}, \text{ мм}^2 \quad (5.1)$$

где S – сечение провода рассматриваемого участка, мм^2 ;

$\sum M$ - сумма моментов рассчитываемого и всех последующих их участков с тем же числом проводов, что и у рассчитываемого, кВт·м;

$\sum_{k=1}^n \alpha_k \cdot m_k$ - сумма моментов от n участков с другим числом проводов, чем у рассчитываемого участка, умноженные на коэффициент α , кВт·м;

α – коэффициент приведения моментов (таблица 5.1);

C – характерный коэффициент сети (таблица 5.2);

$\cos \varphi$ – средневзвешенный коэффициент мощности нагрузки;

ΔU - располагаемая потеря напряжения, %.

Потеря напряжения в проводах зависит от сечения, материала токоведущих жил, длины провода, силы тока и принятой системы напряжения. Обычно, значение допустимой потери напряжения во внутренней осветительной сети

принимается до 2,5% от номинального, чтобы обеспечить требуемый уровень напряжения у всех потребителей данной сети.

Электрический момент M определяют как произведение мощности светильника P на расстояние от щитка или точки разветвления l :

$$M = P \cdot l, \text{кВт} \cdot \text{м} \quad (5.2)$$

Найденные значения сечения провода округляют до ближайшего большего по стандарту (S_{cm}) и находят фактическую потерю напряжения на данном участке:

$$\Delta U_0 = \frac{M}{C \cdot S_{cm}}, \% \quad (5.3)$$

Последующие участки рассчитывают аналогично на оставшуюся потерю напряжения.

Найденное сечение провода проверяют на нагрев и механическую прочность.

Провода на допустимый нагрев проверяют на выполнение условия

$$I_{доп} \geq I_p \quad (5.4)$$

где $I_{доп}$ - длительно допустимый ток на проводе, А (приложение 14);

I_p - расчетный ток нагрузки на рассматриваемом участке сети, А;

$$I_p = \frac{P_p}{m \cdot U_\phi \cdot \cos \varphi}, \text{А} \quad (5.5)$$

где P_p - расчетная нагрузка (включая потери ПРА), Вт;

m - количество фаз в сети;

U_ϕ - фазное напряжение, В.

На механическую прочность провода проверяют на выполнение условия

$$S_{cm} \geq S_{доп} \quad (5.6)$$

где S_{don} - минимальное допустимое сечение провода по механической прочности, мм².

Если по одному из последних условий сечение провода не проходит, то его увеличивают.

Таблица 5.1 – Значения коэффициентов приведения моментов

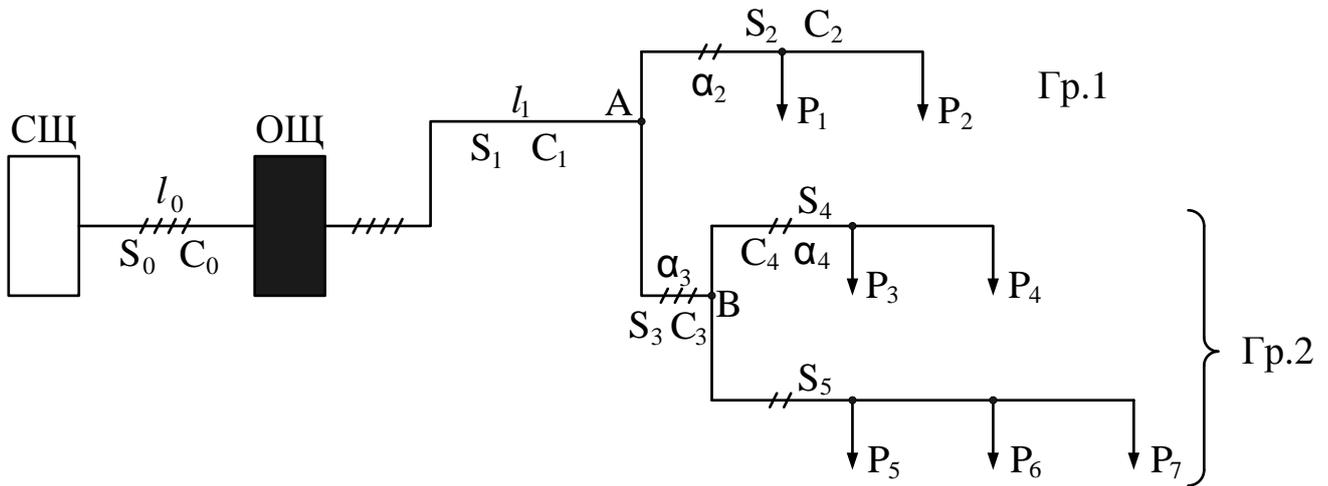
Линия	Ответвление	Коэффициент α
Трёхфазная с нулем	Однофазное	1,85
Трёхфазная с нулем	Двухфазное с нулем	1,39
Двухфазная с нулем	Однофазное	1,33

В качестве примера запишем формульные выражения для расчета сечения проводов для расчетной схемы осветительной сети, рисунок 5.2

Таблица 5.2 - Значения коэффициентов C

Номинальное напряжение сети, В	Система сети	Для проводников	
		медных	алюминиевых
380/220	Трёхфазная с нулем	72	46
380/220	Двухфазная с нулем	32	10
220	однофазная	12	7,7

Пользуясь уравнением (5.1), вначале определяют сечение провода головного участка. Для этого определяют моменты отдельных участков, предварительно нанеся на схему коэффициенты α и C .



l_0, l_1 - расстояния, м;

$P_1 \dots P_7$ - мощности светильников, Вт;

А, В - точки разветвления

Рис. 5.2. Расчетная схема осветительной сети.

Моменты отдельных участков равны:

$$M_0 = l_0 \sum_{i=1}^7 P_i, \text{кВт} \cdot \text{м}; \quad M_{\text{гр.1}} = P_1 \cdot l_{\text{AP1}} + P_2 \cdot l_{\text{AP2}}, \text{кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_1 = l_1 \sum_{i=1}^7 P_i, \text{кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{гр.2}} = l_{\text{AB}} \cdot \sum_{i=3}^7 P_i + \alpha_4 (P_3 \cdot l_{\text{BP3}} + P_4 \cdot l_{\text{BP4}}) + \alpha_4 (P_5 \cdot l_{\text{BP5}} + P_6 \cdot l_{\text{BP6}} + P_7 \cdot l_{\text{BP7}}), \text{кВт} \cdot \text{м};$$

Сечение провода головного участка определяют как :

$$S'_0 = \frac{M_0 + M_1 + \alpha_2 \cdot M_{\text{гр.1}} + \alpha_3 \cdot M_{\text{гр.2}}}{C_0 \cdot \Delta U \cdot \cos \varphi}, \text{мм}^2$$

Полученное расчетное сечение головного участка S'_0 округляют до ближайшего большего стандартного сечения S_0 . Затем находят фактическую потерю напряжения на головном участке

$$\Delta U_0 = \frac{M_0}{C_0 \cdot S_0}, \%$$

Последующие участки рассчитывают аналогично на оставшуюся потерю напряжения

$$\Delta U'_1 = 2,5 - \Delta U_0, \%$$

Сечение провода головного участка проверяют на нагрев и механическую прочность по условиям

$$I_p \leq I_{\text{ait}} \quad \text{и} \quad S_0 \geq S_{\text{ait}}$$

После окончательного выбора сечения проводов определяют фактическую потерю напряжения по каждой группе.

5.6. Выбор щита и аппаратуры защиты

Для приема и распределения электроэнергии и защиты отходящих линий в осветительных сетях применяют осветительные щиты.

Осветительные щиты классифицируются по назначению, по способу установки (навесные, стоячие и т.д.), по виду защиты от воздействия окружающей среды (защищенные, защищенные с уплотнением, взрывозащитные), по схемам электрических соединений, по типам защиты на отходящих линиях с автоматическими выключателями (автоматами) или предохранителями. Поэтому осветительные щиты выбираются в зависимости от групп, схемы соединения, аппаратов управления и защиты, а так же по условиям среды, в которых они будут работать.

Для сельскохозяйственных объектов рекомендуются щиты типов ОЩВ, ОП с плавкими предохранителями или автоматическими выключателями типа А-3161, АБ-25 и др.

Ток уставки аппарата защиты (предохранителя, автомата) I_y определяется из условия

$$I_y \geq I_p, \quad (5.7)$$

где I_p - расчетный ток нагрузки участка линии, защищаемого данным аппаратом защиты, А.

Номинальные токи аппаратов защиты должны быть не менее расчетных токов защищаемых участков, по возможности близкими к ним и не должны отключать установку при включении ламп. Для этого номинальные токи плавких вставок предохранителей и уставок автоматических выключателей с учетом пусковых токов мощных ламп накаливания и ламп ДРЛ, ДРИ, ДНаТ относительно рабочего тока линий, как правило, завышают в 1,4 раза для автоматов и в 1,2 раза для предохранителей.

Электротехническая часть проекта заканчивается составлением расчетно-монтажной схемы осветительной сети (приложение 15).

5.7. Меры безопасности при эксплуатации осветительных установок

Для обеспечения электробезопасности в сельскохозяйственных объектах, необходимо руководствоваться правилами технической эксплуатации (ПУЭ). К числу технических мер обеспечения электробезопасности, в первую очередь относят электрическую изоляцию, заземление, зануление, выравнивание защитных потенциалов, защитное отключение, применение малых напряжений, электрическое регулирование сети с помощью разделяющих трансформаторов.

Для обеспечения пожарной безопасности необходимо осветительные щиты, и выключатели выносить из пожароопасных зон. Электроустановки запираемых складских помещений должны иметь аппараты для отключения силовых и осветительных сетей, независимо от наличия отключающих внутри помещения. Защитная аппаратура должна быть установлена на несгораемых материалах.

Заключение

В заключении отмечается расчет освещения какого объекта выполнен в данной курсовой работе.

В начале исходя из габаритов помещений мы определим их площади.

Затем зная характер помещений и допускаемую нормируемую освещенность для каждого помещения выберем типы светильников, их количество и размещение внутри предложенных для рассмотрения помещениях.

В дальнейших расчетах определим сечение питающих жил, учитывая что в помещении предусмотрена установка розеток. Потом выбрали аппаратуру управления и защиты линий от возможных отказов и разместили ее в осветительном щите, расположение которого заранее было выбрано с учетом определенных требований.

В заключении расчетов были описаны некоторые из мер безопасности при эксплуатации осветительных установок.

Литература:

1. Афанасьева Е. Н., Скоболов В.М. Источники света и пускорегулирующая аппаратура.- М.: Энергоатомиздат, 1986.-272с.
2. Баяв В.И. Практикум по электрическому освещению и облучению.- М.: Агропромиздат,1991.-175с.
3. Гаврилов П.В. Периодичность чисток светильников с люминесцентными лампами в коровниках // Светотехника.- 1992.-№1 – с.19-20
4. Газалов В.С. Светотехника и электротехнология. Часть 1.- Ростов на Дону: «Тера», 2004.-344с.
5. Живописцев Е.Н., Косицин О. А. Электротехнология и электрическое освещение.- М.: Агропромиздат, 1990.-303с.
6. Жилинский Ю.Н., Кумин В.Д. Электрическое освещение и облучение.- М.:Колос,1982.-272с.
7. Кноринг Г.К. Методика расчета освещения при отсутствии расчетных таблиц и графиков для данного типа светильника // Светотехника.-1995.-№8.с.27-30
8. Козинский В.Д. Электрическое освещение и облучение.- М.: - Агропромиздат, 1991.-239с.
9. Лямцов А.К., Тищенко Г.А. Электроосветительные и облучательные установки.- М.: Колос, 1983.- 224с.
10. Методические рекомендации по применению инфракрасного обогрева и ультрафиолетового облучения молодняка.- М.: ВИЭСХ, 1975.-60с.
11. Отраслевые нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий, сооружений.- М.: ВИЭСХ, 1992.-27с.
12. Правила устройства электроустановок.- М.: Энергоатомиздат, 1998.-550с.
13. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М. Кноринга.- Л.: Энергия, 1976.-384с.
14. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга, 2 изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1995.-528с.
15. Справочник инженера-электрика сельскохозяйственного производства /Учебное пособие.- М.: Информагротех, 1993.-536с.
16. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование сельскохозяйственного производства / Справочное пособие.- Минск, Урожай, 1987.-216с.
17. Фалилеев А.А., Ляпин В.Г. Проектирование электрического освещения.- М.:ВСХИЗО,1989.-97с.
18. Фрайа Л.Д. Оптимизация проектирования установок внутреннего освещения // Светотехника.- 1996.- №8. с.19-21.
19. Щепина Н.С. Основы светотехники.- М.: Энергоатомиздат, 1985.-320с
20. Соловьев Ю.М., Ковалев В.В., Яковенко Н.И. Светотехника и электротехнология Методические указания и задания курсовой работы. Брянск. Изд. Брянской ГСХА, 2012 г. – 71 с.

Образец титульного листа

БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ

Кафедра электротехнологий

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине

«Светотехника и электротехнология»

на тему:

«Проектирование электрического освещения сельскохозяйственных объектов»

Выполнил: студент _____

Группа _____

Зачетная книжка № _____

Принял: _____

Оценка _____

Дата _____

Брянск 2012

Нормы освещенности зданий и сооружений

Помещение	Рабочая поверхность, для которой нормируется освещенность	Освещенность, лк	
		При газоразрядных лампах	При лампах накаливания
Коровник	Пол, зона расположения кормушек	75	30
Телятник	Пол	100	50
Свинарник-маточник	Пол	75	30
Птичник	Кормушки, поилки	75	30
Гараж	0,8м от пола	200	150
Ремонтная мастерская	0,8м от пола	300	200
Кузница	0,8м от пола	200	150
Свинарник откорма	Пол	50	20
Кормоцех	0,8м от пола	100	50
Овощехранилище	Пол, проезды, проходы	-	20
Помещение для персонала	0,8м от пола	300	150
Коридоры, санузлы	Пол	75	30
Лаборатории	0,8м от пола	300	150
Венткамеры	Пол	150	75
Инвентарные	Пол	-	20
Тамбуры	Пол	-	10
Весовые	Пол	150	100
Моечные	Пол	150	100
Сортировочные	Зона работы	200	150

Светильники, рекомендуемые в сельском хозяйстве

Помещения	Наименования серии, тип	Мощность лампы, Вт	Количество ламп, шт	Защита	Тип кривых силы света
а) с лампами накаливания					
Сухие	НСП 01, НСП21	100, 200	1	IP 20	Д-2
	НСО 02	100, 150	1	IP 20	Д-2
Влажные	НСП 21	200	1	IP 53	Г-2
	НПО 18	40, 60	2	2'0	Д-1
Сырые с химически агрессивной средой	НСП 02	60, 100, 200	1	IP 54	М
	ПСХ	60	1	IP 54	Д-1
	НСП 03	60	1	IP 54	М
	НПП 03	100	1	IP 54	Д-1
б) с люминесцентными лампами					
Сухие	ЛСП 02, ЛСП 06	40, 80	2	IP 20	Д-2
	ПВЛМ	40, 80	2	5'0	Г-1
	ЛПО 30	20, 40, 65	1, 2	IP 20	Д-2
Влажные	ЛСП 14	40	2	IP 54	Д-1
	ЛПО 16	20, 40	1	2'0	Д-1
Сырые с химически агрессивной средой	ЛСП 18	40, 65	2	5'4	Д-1
	ЛСП 21	40	2	5'4	Д-2
	ЛПО 03	20, 40	1	2'0	Д-1
в) с газоразрядными лампами высокого давления					
Сухие	РСР 08	125, 250	1	IP 20	Г-1
	ГСР 05	400, 700	1	IP 20	Г-1
	РСР 17	400, 700	1	IP 20	Г-1
Влажные	РСР 05	250, 400, 700	1	IP 23	Г-1
	РСР 13	400, 700	1	5'4	К-1
Сырые с химически агрессивной средой	ГСР 15	250, 400	1	IP 54	Г-2
	РСР 20	250	1	IP 63	Г-1

Значение силы света (I^{1000} , кд) для светильников с типовыми КСС

α , град	М	Л	Д-1	Д-2	Г-1	Г-2	К-1
0	159,2	154,8	233,4	333,5	337,3	503,0	1192
5	159,2	155,5	232,9	332,0	375,5	499,8	1173
10	159,2	158,2	229,2	228,2	370,3	490,2	1118
15	159,2	146,6	228,5	321,2	361,6	474,4	1026
20	159,2	175,5	224,7	311,8	349,8	452,7	902
25	159,2	190,7	220,0	300,0	334,3	425,1	750
30	159,2	210,8	214,1	285,5	316,0	392,1	574
35	159,2	235,1	207,1	268,8	294,7	354,1	380
40	159,2	261,8	199,3	249,8	270,7	311,7	174
45	159,2	281,6	190,6	228,9	244,2	265,3	0
50	159,2	282,3	180,0	206,0	215,4	215,5	
55	159,2	257,2	170,5	181,7	184,6	162,9	
60	159,2	212,9	159,2	155,4	152,0	108,3	
65	159,2	161,7	147,1	128,1	118,2	52,6	
70	159,2	113,6	134,3	99,8	83,1	0	
75	159,2	75,5	121,0	70,6	47,4		
80	159,2	35,8	106,9	40,8	11,1		
85	159,2	10,0	92,5	10,8	-		
90	159,2	0	77,5	-	-		

Основные параметры ламп накаливания

Тип лампы	Расчетное напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Средняя температура нити, К	Условная площадь, см ²
Б220-230-40	225	40	415	2630	0,368
БК220-230-40			460	2680	0,367
Б230-240-40	235		410	2620	0,420
БК230-240-40			415	2670	0,390
Б220-230-60	225	60	715	2630	0,565
БК220-230-60			790	2700	0,540
Б230-240-60	235		705	2610	0,580
БК230-240-60			775	2700	0,540
Б220-230-75	235	75	950	2630	0,720
Б230-240-75			935	2630	0,720
Б215-225-100	220	100	1350	2680	0,895
БК215-225-100			1450	2710	0,900
Б220-230-100	225		1350	2650	0,950
БК220-230-100			1450	2680	0,935
Б230-240-100	235		1335	2630	0,980
БК230-240-100			1440	2700	0,916
Б235-245-100	240	1330	2625	0,985	
Г215-225-150	220	150	2090	2730	1,190
Г220-230-150	225		2090	2730	1,190
Г230-240-150	235		2065	2720	1,200
Г235-245-150	240		2060	2715	1,210
Б215-225-200	220	200	2920	2730	1,640
Г215-225-200			2920	2730	1,580
Г220-230-200	225		2920	2730	1,640
Г230-240-200	235		2890	2730	1,640
Г215-225-300	220	300	4610	2740	2,690
Г225-235-300	230		4600	2730	2,710

Энергосберегающие лампы для замены ламп накаливания (E27)

Модель лампы	Артикул	Мощность Вт	Напряж . В	Световой поток, лм	Размеры LxD,мм	Срок службы, час
Ecola 4U	R7LW32ECB	32	220	1500	172*58	8000
	R7LW40ECB	40		1800	185*75	
	R7LW50ECB	50		2100	205*75	
	R7LW85ECB	85		4800	322*88	
Ecola Mini 5U	R7SW15ECL	15	220	900	105*51	8000
	R7SW20ECL	20		1200	115*61	
	R7SW30ECL	30		1500	125*51	
Ecola 6U	R4SW09ECD	9	220	420	90*40	10000
	R4SW11ECD	11		580	95*40	
	R4SW15ECD	15		820	95*44	
	R4SW20ECD	20		1180	105*44	
Ecola 8U	R7V250ECL	250*	220	15000	400*127	8000

- - аналог лампы накаливания в 1250 Вт.

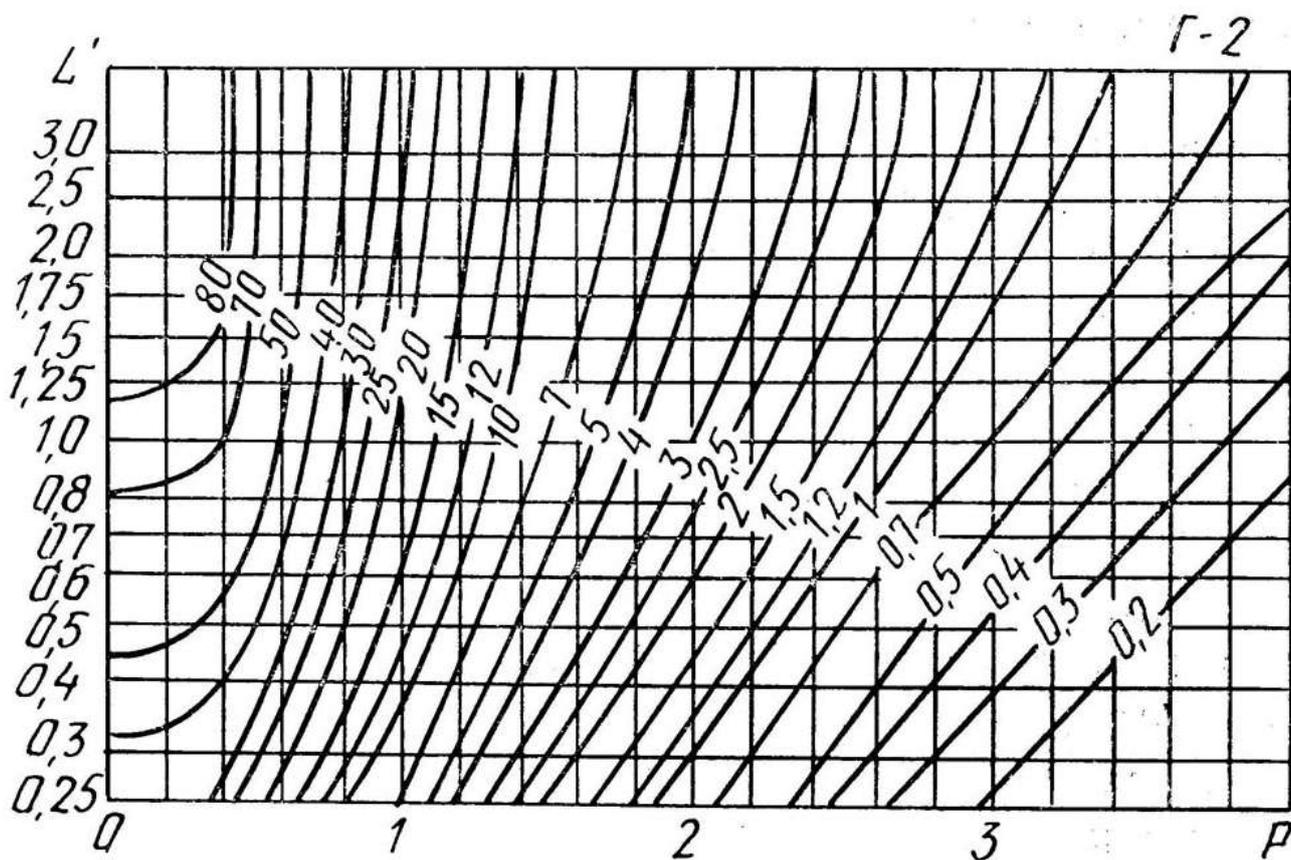
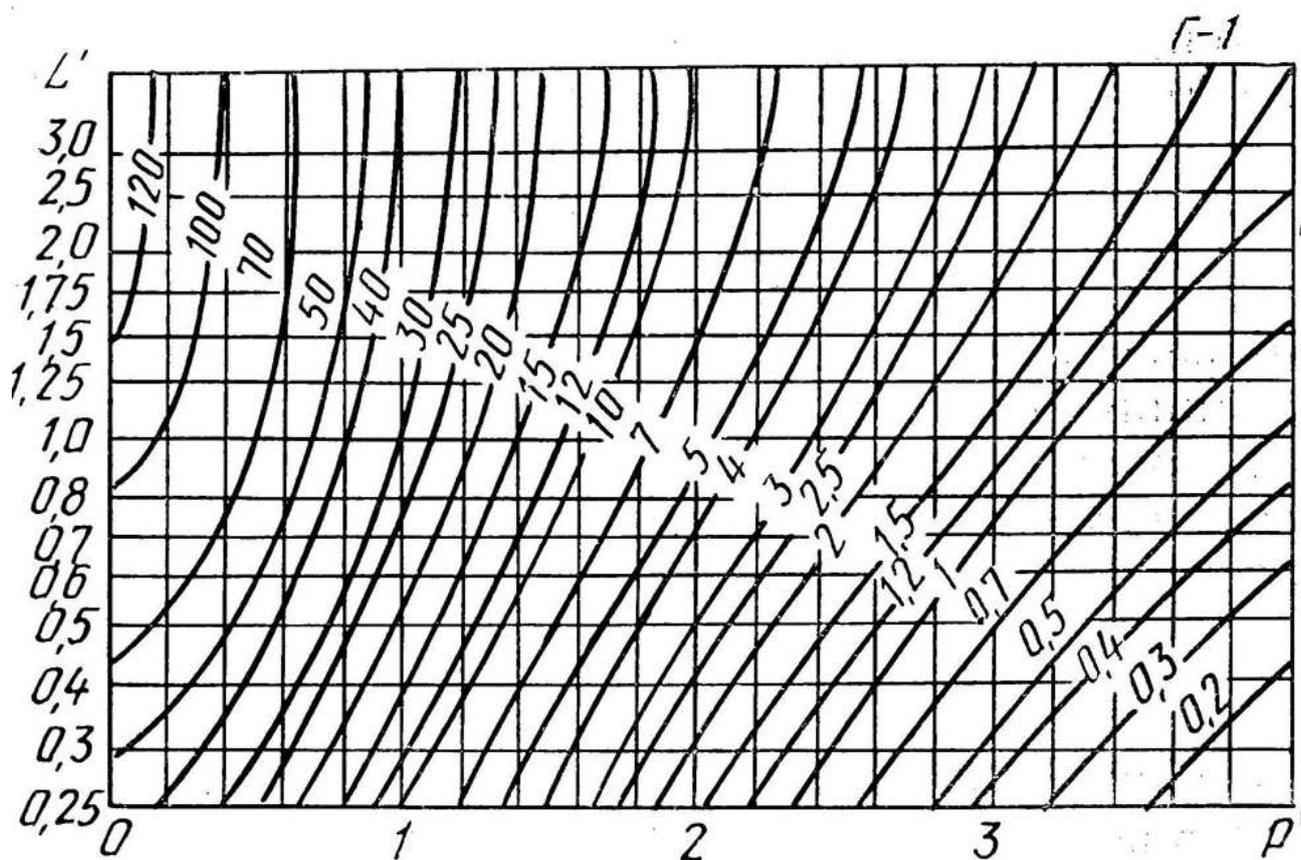
Основные параметры люминесцентных ламп низкого давления

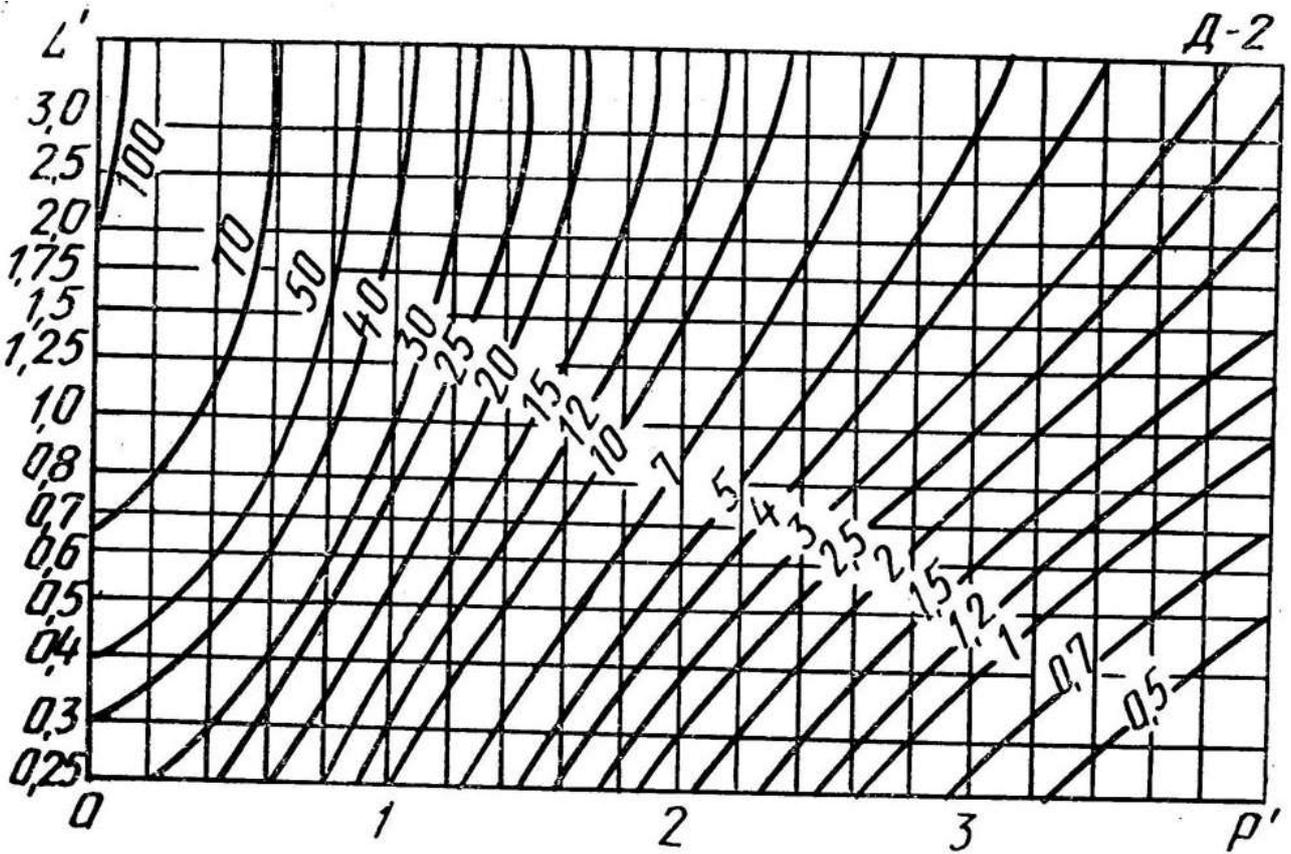
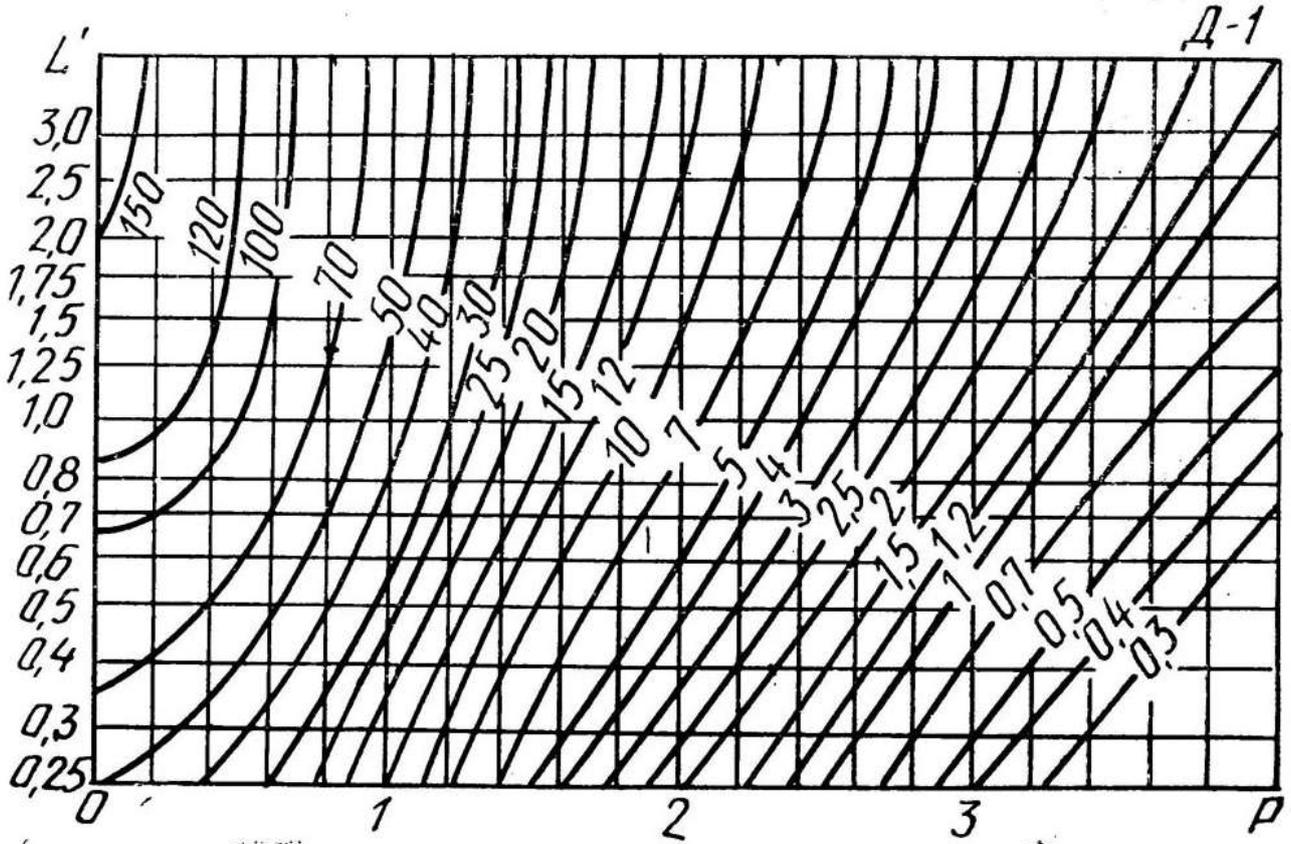
Тип лампы	Мощность лампы, Вт	Напряжение на лампе, В	Ток лампы, А	Номин. световой поток, лм	Длина лампы, мм	Срок службы, τ
ЛБ 20 ЛД 20 ЛДЦ 20	20	57	0,37	1180 920 820	604	12000
ЛБ 30 ЛД 30 ЛДЦ 30	30	104	0,36	2100 1640 1450	909	
ЛБ 40 ЛД 40 ЛДЦ 40	40	103	0,43	3000 2340 2100	1214	
ЛБ 65 ЛД 65 ЛДЦ 65	65	110	0,65	4550 3570 3050	1514	
ЛБ 80 ЛД 80 ЛДЦ 80	80	102	0,865	5220 4070 3740	1514	

Технические характеристики газоразрядных ламп высокого давления

Тип лампы	Мощность лампы, Вт	Напряжение на лампе, В	Ток лампы, А	Номин. световой поток, лм	Габариты, мм		Тип цоколя
					диаметр	длина	
ДРЛ 80	80	220	0,8	3400	81	165	Е 27
ДРЛ 125	125	220	1,15	6000	91	184	Е 27
ДРЛ 250	250	220	2,15	13000	91	227	Е 40
ДРЛ 400	400	220	3,25	23000	122	292	Е 40
ДРЛ 700	700	220	5,4	40000	152	368	Е 40
ДРЛ 1000	1000	220	7,5	58500	181	410	Е 40
ДРЛ 2000	2000	380	8,0	120000	187	445	Е 40
ДРИ 250	250	220	2,15	1900	91	227	Е 40
ДРИ 400	400	220	3,3	3500	122	290	Е 40
ДРИ 700	700	220	6,0	60000	152	370	Е 40
ДРИ 1000	1000	380	4,7	90000	176	390	Е 40
ДРИ 2000	2000	380	9,2	190000	100	430	Е 40
ДРИ 3500	3500	380	18,0	350000	100	430	Е 40
ДНаТ 250	250	220	3,1	25000	58	240	Е 40
ДНаТ 400	400	220	4,6	47000	122	292	Е 40
ДНаТ 700	700	380	4,7	84000	-	-	-
ДНаТ 1000	1000	380	5,3	125000	-	-	-

Кривые линейных изолюкс





Коэффициенты использования светового потока осветительных установок со светильниками
(люминесцентными лампами, лампами накаливания, ДРЛ).

Коэффициент отражения, %	НСП 01, НСП 21, НСП22	НСП 02, НСП 03, НСП 20	НСП 11, НСХ, НПО 18, НСР 09	НПП 03, НПП04, ВЧА 60	НСО 02	ПЛК
$\rho_{\text{П}}$	70 70 50 30 00	70 70 50 30 00	70 70 50 30 00	70 70 50 30 00	70 70 50 50 00	70 70 50 50
$\rho_{\text{С}}$	50 50 30 10 00	50 50 30 10 00	50 50 30 10 00	50 50 30 10 00	50 50 50 30 00	50 50 50 30
$\rho_{\text{Р}}$	30 10 10 10 00	30 10 10 10 00	30 10 10 10 00	30 10 10 10 00	30 10 10 10 00	30 10 10 10
Индекс помещения	Коэффициент использования, %					
0,5	24 22 20 17 16	12 10 07 05 --	19 18 13 09 07	19 18 14 10 08	24 23 20 17 11	16 15 14 13
0,6	34 32 26 23 21	16 15 10 07 --	24 23 16 12 10	23 22 17 14 13	30 28 25 20 14	33 31 28 25
0,8	46 44 38 34 33	23 21 16 12 11	30 26 21 16 13	30 28 23 20 19	40 38 34 30 22	46 42 38 36
1,0	51 49 43 39 37	28 26 20 17 15	35 33 25 20 16	35 31 26 23 22	44 42 38 34 24	50 48 45 43
1,25	57 52 47 43 41	31 28 23 19 17	40 37 28 23 19	39 35 30 26 24	50 46 41 37 26	53 50 46 44
4,5	60 55 50 46 44	35 31 25 21 19	43 40 31 25 21	42 37 32 29 26	53 49 44 39 27	56 52 48 46
2	66 60 55 51 49	39 35 29 23 20	49 44 36 30 25	46 41 36 37 29	59 54 48 44 30	57 52 49 46
3	72 66 62 58 56	48 43 35 29 24	56 50 42 35 30	52 46 41 37 34	67 60 53 50 35	62 56 52 50
4	78 70 66 62 60	53 47 39 32 26	61 53 46 40 34	55 49 44 40 38	72 63 57 55 38	64 58 54 52
5	81 73 69 64 62	57 50 42 35 29	63 55 48 42 36	58 51 46 42 39	74 65 58 56 39	67 59 56 54

Коэффициент отражения, %	РСП 08	ЛСП 02, ЛСП 06, ПВЛМ	ПВЛМ, ЛСП 14, ЛСП 18, ЛПО 03, ЛПО 16, ЛПО 30	ЛСП 15, ЛСП 21	ЛСО 05
$\rho_{\text{П}}$	70 70 50 30 00	70 70 50 30 00	70 70 50 30 00	70 70 50 30 00	70 70 50 50 00
$\rho_{\text{С}}$	50 50 30 10 00	50 50 30 10 00	50 50 30 10 00	50 50 30 10 00	50 50 50 30 00
$\rho_{\text{Р}}$	30 10 10 10 00	30 10 10 10 00	30 10 10 10 00	30 10 10 10 00	30 10 10 10 00
Индекс помещения	Коэффициент использования, %				
0,5	23 22 18 12 12	28 27 21 18 16	22 18 13 11 09	28 27 20 13 11	23 22 16 14 10
0,6	30 30 22 18 16	33 32 25 22 20	25 23 17 14 12	33 32 22 17 14	29 28 21 18 12
0,8	40 38 30 25 23	42 39 30 29 28	31 29 23 15 17	42 40 30 23 20	37 35 27 24 16
1,0	47 40 37 31 29	49 45 40 35 34	37 34 28 23 21	51 47 37 29 25	41 41 32 29 19
1,25	53 50 42 37 34	55 50 45 40 39	42 38 32 27 25	57 53 42 34 29	49 46 37 34 22
1,5	58 54 46 41 38	60 54 49 45 44	46 42 36 30 28	62 57 47 38 33	54 50 40 37 24
2	66 60 54 48 44	65 59 55 51 49	51 46 40 35 32	70 63 53 44 38	60 55 45 42 27
2,5	70 64 58 52 47	70 63 58 55 54	55 50 43 39 35	76 68 57 49 42	65 59 48 45 29
4	74 67 60 56 50	73 65 61 58 56	58 52 45 41 37	80 71 60 50 44	68 61 50 48 30
4,5	79 71 63 59 53	77 68 64 61 59	61 54 48 44 40	85 75 64 56 48	73 65 54 52 32
5	82 72 65 63 55	80 70 67 65 62	65 57 51 48 43	90 79 69 61 52	76 67 56 53 34

Коэффициент отражения, %	ПКР-300	НПЛ-03, ВЧА-60	РСП 05, РСП 08, РСП 13, РСП 17	РСП 15, РСП 08, РСП 13, РСП 17, РСП 20	РСП 05, РСП 08, РСП 13, ГСП 13
ρ _п	70 70 50 50 00	70 70 50 30 00	70 70 50 30 00	70 70 50 30 00	70 70 50 30 00
ρ _с	50 50 50 30 00	50 50 30 10 00	50 50 30 10 00	50 50 30 10 00	50 50 30 10 00
ρ _р	30 10 10 10 00	30 10 10 10 00	30 10 10 10 00	30 10 10 10 00	30 10 10 10 00
Индекс помещения	Коэффициент использования, %				
0,5	18 17 10 09 03	19 18 14 10 08	49 46 42 40 32	30 30 23 20 18	51 49 45 42 41
0,6	23 21 16 13 05	23 22 17 14 13	55 50 46 44 42	37 36 30 27 26	56 54 49 46 45
0,8	30 28 21 19 08	30 28 23 20 19	61 57 53 51 50	45 43 37 34 33	63 60 56 53 53
1,0	33 31 24 22 09	35 31 26 23 22	67 61 58 55 54	49 47 41 40 38	68 65 61 59 57
1,25	39 37 28 25 10	39 35 30 26 24	71 65 62 59 58	55 53 47 44 42	73 68 64 62 61
1,5	42 39 30 27 10	42 37 32 29 26	74 68 65 62 61	59 56 50 48 45	78 71 68 65 64
2	49 44 34 31 12	46 41 36 32 29	78 71 69 66 65	67 60 56 53 51	82 74 72 69 67
2,5	53 47 36 34 13	49 44 39 36 32	80 74 71 68 67	71 63 59 57 53	85 76 73 71 69
3	56 50 39 36 14	52 46 41 37 34	82 75 72 70 68	73 66 60 58 56	86 78 74 73 70
4	60 53 42 39 15	55 49 44 40 38	85 76 73 71 70	77 69 63 61 58	89 79 76 74 72
5	63 55 43 42 16	58 51 46 42 39	88 76 74 73 71	79 70 66 63 60	91 80 78 76 73

Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк.

(КПД=100%; $\rho_{\text{п}}=0,5$; $\rho_{\text{р}}=0,1$; $K_3=1,3$; $Z=1,5$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность (Вт/м ²) светильников с ЛН мощностью 60Вт с КСС					
		Д-1	Д-2	Д-3	Г-1	Г-2	Г-3
1,5 – 2	10 – 15	26,4	23,5	23,0	17,4	17,4	16,9
	15 – 25	23,9	21,5	20,1	17,6	15,8	15,6
	25 – 50	21,1	19,2	17,6	15,8	14,7	14,4
	50 – 150	17,8	16,2	15,3	14,1	13,3	13,2
	150 – 300	16,2	15,1	14,4	13,6	13,1	13,1
	свыше 300	15,4	14,4	13,6	13,2	12,8	12,8
2 – 3	10 – 15	34,2	30,2	28,8	23,9	20,8	20,1
	15 – 25	27,5	24,4	24,4	20,8	18,1	17,6
	25 – 50	24,4	21,8	20,8	18,1	16,2	15,2
	50 – 150	20,1	18,1	16,4	15,1	14,2	13,9
	150 – 300	17,6	16,0	15,3	13,9	13,3	13,3
	свыше 300	15,4	14,4	13,6	13,2	12,8	12,8
3 – 4	10 – 15	60,3	48,7	39,6	31,7	26,4	25,3
	15 – 20	45,2	38,4	33,3	26,9	22,6	22,2
	20 – 30	34,2	30,2	28,8	23,9	20,4	20,1
	30 – 50	27,5	24,4	24,4	20,8	18,1	17,7
	50 – 120	23,5	21,1	19,8	17,3	15,6	15,4
	12 – 300	20,1	17,8	16,4	14,9	14,1	14,1
	свыше 300	16,0	15,1	14,4	13,5	13,1	13,1
h, м	S, м ²	Удельная мощность (Вт/м ²) светильников с ЛН мощностью 100-200 Вт с КСС					
		Д-1	Д-2	Д-3	Г-1	Г-2	Г-3
1,5 – 2	10 – 15	28,8	25,4	24,3	20,1	17,5	16,9
	15 – 25	23,2	20,5	20,5	17,5	15,2	14,8
	25 – 50	20,5	18,4	17,5	15,2	13,7	13,3
	50 – 150	16,9	15,2	13,9	12,7	12,0	11,7
	150 – 300	14,8	13,2	12,9	11,7	11,2	11,2
	свыше 300	13,0	12,1	11,5	11,1	10,8	10,8
2 – 3	10 – 15	50,8	41,1	33,4	26,7	22,2	21,3
	15 – 30	30,1	32,3	28,1	22,7	19,1	18,7
	30 – 50	23,2	20,5	20,5	17,5	15,2	14,9
	50 – 120	19,8	17,8	16,7	14,6	13,2	13,0
	120 – 300	16,9	15,0	13,9	12,6	11,9	11,9
	свыше 300	13,5	12,7	12,1	11,4	11,0	11,0
3 – 4	10 – 17	97,1	62,7	53,4	36,8	28,1	28,8
	17 – 25	59,3	46,4	38,1	28,8	23,7	23,7
	25 – 35	42,7	38,1	30,5	24,3	20,5	20,9
	35 – 50	33,3	28,8	26,0	21,3	18,4	18,1
	50 – 80	24,3	22,2	22,2	18,7	16,2	15,7
	80 – 150	21,8	19,4	18,7	16,2	14,4	14,0
	150 – 400	18,4	16,4	15,2	13,7	12,6	12,3
	свыше 400	14,4	13,3	12,7	11,7	11,4	11,1

Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк. Светильники с ЛЛ типа ЛБ 40

(условный КПД=100%; $K_3=1,5$, $Z=1,1$)

h, м	Площадь помещения, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , светильников с КСС							
		Д-1		Д-2		Д-3		Г-1	
		при $\rho_{\text{п}}, \rho_{\text{с}}, \rho_{\text{р}}$							
		0,7; 0,5; 0,1	0,5; 0,3; 0,1	0,7; 0,5; 0,1	0,5; 0,3; 0,1	0,7; 0,5; 0,1	0,5; 0,3; 0,1	0,7; 0,5; 0,1	0,5; 0,3; 0,1
2 – 3	10 – 15	4,9	6,1	4,4	5,2	4,3	5,0	3,7	4,1
	15 – 25	4,0	4,8	3,7	4,2	3,7	4,2	3,3	3,6
	25 – 50	3,6	4,2	3,3	3,8	3,2	3,6	2,9	3,1
	50 – 150	3,1	3,5	2,8	3,1	2,7	2,9	2,5	2,6
	150 – 300	2,7	3,0	2,6	2,8	2,5	2,6	2,4	2,5
	свыше 300	2,5	2,7	2,4	2,5	2,3	2,5	2,2	2,3
3 – 4	10 – 15	7,6	10,5	6,7	8,5	5,6	6,9	4,9	5,5
	15 – 20	6,1	7,8	5,4	6,7	4,9	5,8	4,2	4,7
	20 – 30	4,9	5,9	4,4	5,2	4,2	5,0	3,7	4,2
	30 – 50	4,0	4,8	3,7	4,6	3,7	4,2	3,2	3,6
	50 – 120	3,5	4,1	3,2	3,7	3,1	3,4	2,8	3,0
	120 – 300	3,0	3,5	2,8	3,1	2,7	2,9	2,5	2,6
	свыше 300	2,6	2,8	2,5	2,6	2,4	2,3	2,2	2,3
4 – 6	10 – 17	10,5	20,0	9,6	12,9	8,1	11,0	6,3	7,6
	17 – 25	8,5	12,2	7,1	9,6	6,5	7,8	5,1	5,9
	25 – 35	7,1	8,8	5,9	7,8	5,1	6,3	4,4	5,0
	35 – 50	5,5	6,9	4,9	5,9	4,5	5,4	3,8	4,4
	50 – 80	4,2	5,0	3,8	4,6	4,0	4,6	3,4	3,8
	80 – 150	3,8	4,5	3,4	4,0	3,4	3,8	3,1	3,3
	150 – 400	3,3	3,5	3,1	3,4	2,9	3,1	2,6	2,8
	свыше 400	2,7	3,0	2,6	2,8	2,5	2,6	2,3	2,4

Форма светотехнической ведомости

Характеристика помещений				Коэффициент отражения, %			Нормированная освещенность, лк	Коэффициент запаса	Светильник		Лампа		Установленная мощность прибора, Вт	Удельная мощность, Вт/м ²
№ по плану	Наименование	Площадь, м ²	Высота, м	Потолок	Стен	Пола			Тип	Количество	Тип	Мощность, Вт		

Рекомендуемые провода и кабели для сельскохозяйственных осветительных сетей

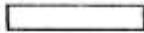
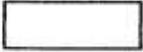
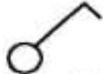
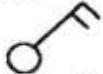
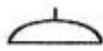
Проводка	Марка провода, кабеля	Способ прокладки	Характеристика помещения
Открытая в негорючих конструкциях	АПВ, АПР, ПВ, ПР	на роликах	нормальная среда
То же	То же	на изоляторах	влажные, сырые
То же	АВВГ, АВРГ, ВВГ, ВРГ	на скобах	во всех помещениях
То же	АПР, АПРТО, АПВ, ПР, ПРТО, ПВ	в трубах	во всех помещениях
Тросовая	АПВ, АПРТО, ПВ, ПРТО	с несущим стальным тросом	в животноводческих помещениях
Скрытая и открытая	АПВ, АПРТО, ПВ, ПРТО	в стальных трубах	в пожароопасных помещениях
Скрытая в негорючих конструкциях	АППВ, АПВ, ППВ, ПВ	в трубах под штукатуркой	во всех помещениях
Вне помещения	АВВБ, ААГ, ААБ, ВВБ, АГ, АБ	по стенам, в траншеях, в трубах	—

Длительно допустимый ток для проводников и кабелей на напряжение до 1 кВ с алюминиевыми жилами с резиновой, пластмассовой и бумажной изоляцией при окружающей температуре воздуха 25°С и земли 15°С

Вид	Провода				Кабель с резин. и пластмассовой изоляцией				Кабель с бумажной пропитанной изоляцией				Голые				
	АПР, АПРТО, АПРН, АПВ				АВРГ, АНРГ, АВВГ, АВВБГ, АПРФ		АНРБ, АВВБ		ААГ, АСГ, ААБГ, АСБГ		ААБ, АСБ			А			
Прокладка	Открыто	В стальных трубах			В воздухе			В земле			В воздухе				В земле		
Сечение, мм ²	I _д , А	I _д , А, при числе проводов			I _д , А, при числе жил одножильных проводов												
		-	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	
2,5	24	20	19	19	21	19	17	34	29	26	23	22	-	35	31	-	-
4	32	28	28	23	29	27	24	42	38	35	31	29	27	46	42	38	-
6	39	36	32	30	38	32	29	55	46	42	42	35	35	60	55	46	-
10	60	50	47	39	55	42	38	80	70	63	55	46	45	80	75	65	-
16	60	50	47	55	70	60	54	105	90	81	75	60	60	110	90	90	105/75
25	105	85	80	70	90	75	68	135	115	104	100	80	75	140	125	115	135/105
35	130	100	95	85	105	90	81	160	140	126	115	95	95	175	145	135	170/130
50	165	140	130	120	135	110	100	205	175	158	140	120	110	210	180	165	215/165
70	210	175	165	140	165	140	126	245	210	190	175	155	140	250	220	200	265/210
95	225	215	200	175	200	170	153	295	255	230	210	190	165	290	260	240	320/255
120	295	245	220	200	230	200	190	340	295	226	245	220	200	335	300	270	275/300
150	340	275	225	-	270	235	212	390	335	302	290	255	230	385	335	305	440/355
185	390	-	-	-	310	270	343	440	385	347	-	290	260	-	380	345	500/410

ПРИМЕЧАНИЕ. Для аналогичных проводов и кабелей с медной жилой допустимые токовые нагрузки больше в 1,3 раза.

Условные обозначения и надписи на планах освещения

Графическое обозначение	
	Светильник с лампой накаливания
	Светильник с люминесцентной лампой
	Линия светильников с люминесцентными лампами
	Светильник с лампой ДРЛ
	Щиток силовой
	Щиток рабочего освещения
	Щиток аварийного освещения
	Трансформатор понижающий
	Выключатель однополюсный
	Выключатель двухполюсный
	Выключатель однополюсный со степенью защиты IP44/IP55
	Розетка двухполюсная
	Розетка двухполюсная сдвоенная
	Розетка двухполюсная со степенью защиты IP44/IP55
300 лк	Нормируемая освещенность от общего освещения
	Линия рабочего освещения
	Линия аварийного освещения
	Линия пониженного освещения
$\frac{N - P - I}{l - m - n \times s - c}$	Надписи на линии питающей сети: N – номер линии; P – расчетная нагрузка, кВт; I – расчетный ток, А; l – длина участка, м; M – марка провода; n x s – число x сечение; C – способ прокладки.
$30 - ЛПО \frac{2 \times 40}{3,5}$	Сведения о светильнике: количество – тип $\frac{\text{количество} _ \text{лампы} \times \text{мощность, Вт}}{\text{высота} _ \text{установки, м}}$

Общие требования к выполнению и защите курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) является первой работой студента, требующей от него освоения элементов научно-исследовательской работы. Тема курсовой работы (проекта) не может носить описательного характера, в формулировке теме должна быть заложена исследовательская проблема

Курсовая работа (проект) подготавливает студента к выполнению более сложной задачи - дипломной работы (проекта). Рекомендуем тщательно ознакомиться с данной темой, так как здесь изложены основные требования к любой научной работе.

Темы курсовых работ(проектов) предлагаются и утверждаются кафедрами. Основные руководящие данные и методические указания для выполнения курсовой работы (проекта) по конкретной дисциплине готовятся кафедрой. Студенты самостоятельно выбирают дисциплину и тему курсовой, но в рамках учебного плана. Студент также может предложить свою тему курсовой работы (проекта), но обосновав при этом целесообразность ее разработки. Студенты записываются на выполнение курсовых у лаборантов соответствующих кафедр, согласовывают с деканом и преподавателем сроки своевременной сдачи курсовой работы (проекта).

Рационально темы курсовых работ (проектов), выполняемых студентами за весь период обучения, подбирать таким образом, чтобы они вместе с дипломной работой (проектом) составляли единую систему последовательно усложняемых и взаимосвязанных работ. Желательно публичное проведение процедуры защиты курсовой работы (проекта). При защите работы студент учится не только правильно излагать свои мысли, но и аргументировано отстаивать, защищать выдвигаемые выводы и решения.

Структура курсовой работы (проекта) предполагает наличие:

1. титульного листа;
2. содержания;
3. введения;

4. основной части, состоящей из глав и параграфов;
5. заключения;
6. списка использованной литературы;
7. приложений.

Оформление титульного листа смотрите в Приложении 1. Тема должна быть указана без кавычек и без слова "тема". Формулировка тема должна быть по возможности краткой и соответствовать содержанию работы. Объем курсовой работы от 20 до 40 страниц машинописного текста. Методика исполнения остальных элементов курсовой работы (проекта) в целом соответствует дипломной работе (проекту), но, разумеется, в курсовой работе (проекте) рассматривается менее комплексная и сложная проблема.

Введение - очень ответственная часть научной работы (проекта), поскольку оно не только ориентирует читателя в дальнейшем раскрытии темы, но и содержит все необходимые квалификационные характеристики самой работы. Поэтому основные части введения к научной работе рассмотрим подробно.

Актуальность - обязательное требование к любой научной работе. То, как её автор умеет выбрать тему и насколько правильно он эту тему понимает и оценивает с точки зрения своевременности и социальной значимости, характеризует его научную зрелость и профессиональную подготовленность. Освещение актуальности должно быть немногословным. Начинать ее описание издалека нет особой необходимости. Достаточно в пределах 1 страницы машинописного текста показать главные факторы актуальности темы. Чтобы читателю научной работы сообщить о состоянии разработки выбранной темы, составляется краткий обзор литературы, который в итоге должен привести к выводу, что именно данная тема еще не раскрыта (или раскрыта лишь частично или не в том аспекте) и потому нуждается в дальнейшей разработке.

Обзор литературы по теме должен показать основательное знакомство исследователя со специальной литературой, его умение систематизировать источники,

критически их рассматривать, выделять существенное, оценивать ранее сделанное другими исследователями, определять главное в современном состоянии изученности темы. Материалы такого обзора следует систематизировать в определенной логической связи и последовательности и потому перечень работ и их критический разбор не обязательно давать только в хронологическом порядке их публикации.

Поскольку работа обычно посвящается сравнительно узкой теме, то обзор работ предшественников следует делать только по вопросам выбранной темы, а во все не по всей проблеме в целом. В таком обзоре незачем излагать все, что стало известно исследователю из прочитанного, и что имеет лишь косвенное отношение к его работе. Но все сколько-нибудь ценные публикации, имеющие прямое и непосредственное отношение к теме научной работы, должны быть названы и критически оценены.

Иногда автор работы, не находя в доступной ему литературе необходимых сведений, берет на себя смелость утверждать, что именно ему принадлежит первое слово в описании изучаемого явления, однако это позднее не подтверждается. Разумеется, такие ответственные выводы можно делать только после тщательного и всестороннего изучения литературных источников и консультаций со своим научным руководителем.

От формулировки научной проблемы и доказательства того, что та часть этой проблемы, которая является темой данной работы, еще не получила своей разработки и освещения в специальной литературе, логично перейти к формулировке цели предпринимаемого исследования, а также указать на конкретные задачи (3-5 задач), которые предстоит решать в соответствии с этой целью. Это обычно делается в форме перечисления (изучить, описать, установить, выявить, вывести формулу, разработать методику и т.п.).

Формулировки этих задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав научной работы. Это важно также и потому, что заголовки глав рождаются именно из формулировок задач предпринимаемого исследования.

Далее в работах эмпирического характера приводится гипотеза исследования - научное предположение, выдвигаемое для объяснения изучаемых явлений. Кроме того, общую гипотезу нередко конкретизируют в дополнительных частных гипотезах.

Объект и предмет исследования как категории научного процесса соотносятся между собой как общее и частное. В объекте выделяется та его часть, которая служит предметом исследования. Именно на него и направлено основное внимание исследователя. Именно предмет работы определяет тему научной работы, которая обозначается на титульном листе как заглавие.

Обязательным элементом введения научной работы является также указание на методы исследования, которые служат инструментом в добывании фактического материала, являясь необходимым условием достижения поставленной в работе цели.

Во введении описываются и другие элементы научного процесса. К ним, в частности, относят указание, на каком конкретном материале выполнена работа, ее практическая часть. Здесь также дается характеристика основных источников получения информации (официальных, научных, литературных, библиографических), а также указываются методологические основы проведенного исследования.

В конце вводной части желательно раскрыть структуру работы, т.е. дать перечень ее структурных элементов и обосновать последовательность их расположения.

Объем введения в курсовой работе (проекте) обычно не более 4 страниц машинописного текста.

Основная часть курсовой работы может состоять из 2-3 глав, которые можно, в свою очередь, разделить на параграфы. Названия глав и параграфов не должны дублировать название темы курсовой работы. Главы и параграфы необходимо соотносить друг с другом по объему представленного материала. Оптимально равное соотношение объемов разделов и параграфов. Объем параграфов не должен превышать объема любой из глав работы. Заголовки глав и параграфов должны быть лаконичными и соответствовать их содержанию.

В основной части курсовой работы обобщаются сведения из разных литературных источников по данной теме, излагается аргументированный авторский подход к рассмотренным концепциям, точкам зрения. В работах практической направ-

ленности обязательно должна быть глава, описывающая методики и техники конкретного авторского исследования, и, собственно, само эмпирическое исследование. Методики практического исследования зависят от дисциплины, по которой пишется работа. Специальные методические рекомендации и указания студенту предоставляются кафедрой и научным руководителем. В курсовой работе практическая часть не обязательно должна носить обширный характер, но вместе с тем должна быть такой, чтобы студент мог освоить практические, эмпирические, статистические, математические, диагностические и т.п. методы конкретной науки.

Заключение содержит краткое изложение выводов по теме работы. Заключение не должно носить характер сжатого пересказа всей работы, в нем должны быть изложены итоговые результаты. Эта часть исполняет роль концовки, обусловленной логикой проведенного исследования, которая носит форму синтеза накопленной в основной части работы. Этот синтез - последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

Заключительная часть предполагает, как правило, также наличие обобщенной итоговой оценки проделанной работы. При этом важно указать, в чем заключается ее главный смысл, какие важные побочные научные результаты получены, какие встают новые научные задачи в связи с проведением исследования. В некоторых случаях возникает необходимость указать пути продолжения исследования темы, формы и методы ее дальнейшего изучения, а также конкретные задачи, которые будущим исследователям придется решать в первую очередь.

Список использованных источников и литературы содержит наименование работ, источников, которые были непосредственно использованы автором при работе над курсовой работой. Количество использованных источников и литературы в курсовой работе, как правило, должно быть не менее 15-20.

Вспомогательные или дополнительные материалы, которые загромождают текст основной части работы, помещают в приложении

Учебное издание

Соловьев Ю.М.

Ковалев В.В.

Яковенко Николай Иванович

СВЕТОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ
ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 5.05.2012 г.
Формат 60x84 1/16 Бумага печатная. Усл. печ. л. 4,18.
Тираж 100 экз. Изд. № 2174.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии
243365 Брянская обл., Выгоничский район, п. Кокино, БГСХА