

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СВЕТОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по аграрному
техническому образованию в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования
по специальности 1-74 06 05 Энергетическое
обеспечение сельского хозяйства (по направлениям)*

Минск
БГАТУ
2019

УДК 628.9(07)

ББК 31.294я7

С24

Составители:

кандидат технических наук, доцент *В. П. Степанцов*,
старший преподаватель *Р. И. Кустова*,
старший преподаватель *О. В. Бондарчук*

Рецензенты:

кандидат технических наук, заместитель директора Республиканского
научно-производственного унитарного предприятия «Институт энергетики Национальной
академии наук Беларуси» *Н. Е. Шевчик*;
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой
энергоэффективных технологий УО МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ *В. А. Пащинский*

Светотехника и электротехнологии. Курсовое проектирование : учебно-методическое
С24 пособие / сост. : В. П. Степанцов, Р. И. Кустова, О. В. Бондарчук. – Минск : БГАТУ, 2019. –
184 с.

ISBN 978-985-519-991-6.

Учебно-методическое пособие представляет собой руководство по выполнению курсового проекта (работы) по учебной дисциплине «Светотехника и электротехнологии». Может использоваться для выполнения курсовой работы по учебной дисциплине «Светотехническое оборудование». Приведены сведения об источниках света, светильниках и электротехническом оборудовании, применяемом в светотехнических установках.

Пособие носит практико-ориентированный характер и рекомендуется студентам учреждений высшего образования по специальности 1-74 06 05 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям).

УДК 628.9(07)

ББК 31.294я7

ISBN 978-985-519-991-6

© БГАТУ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Цели, задачи и тематика курсовых проектов (работ).....	5
Структура и содержание курсового проекта.....	6
Методические рекомендации по выполнению курсового проекта.....	11
1 Общая часть.....	11
2 Светотехнический расчет.....	11
3 Расчет электрических сетей осветительных установок	43
Требования к оформлению курсового проекта (работы).....	69
Список использованных источников	74
Образец выполнения курсового проекта.....	78
Приложение А Пример выполнения курсового проекта.....	78
Приложение Б Справочная информация	118
Приложение В Образцы листов графической части курсового проекта (работы).....	177

ВВЕДЕНИЕ

Оптическое излучение все в большей степени используется в технологических процессах сельскохозяйственного производства, становится частью технологий производства животноводческой и птицеводческой продукции, обеспечения урожайности растительных культур. Анализ структуры баланса электрической энергии, потребляемой сельскохозяйственным производством, позволяет заметить тенденцию к возрастанию доли ее использования в светотехнических установках.

По проблемам и способам использования оптического излучения сельскохозяйственное производство особо выделяется из всех отраслей народного хозяйства.

Эффективное использование оптического излучения и достижений современной светотехники – важный резерв повышения производительности труда, продуктивности сельскохозяйственных животных, птицы и растений, качества выпускаемой продукции, снижения травматизма и сохранения здоровья человека.

Важной задачей курсового проектирования является привлечение студентов к изучению специальной технической литературы и нормативных материалов по проектированию светотехнических установок, овладению современными компьютерными программами по проведению светотехнических расчетов, приобретению навыков работы с ними, использования сети Интернет для поиска современного светотехнического и электротехнического оборудования, что должно быть продемонстрировано в выполненном проекте.

В предлагаемом учебно-методическом пособии изложена информация о нормативных требованиях к проектам светотехнических установок, порядке проектирования, оформления и методах расчетов. Приведены некоторые начальные сведения о выборе источников света, светильников и электротехнического оборудования, применяемых в светотехнических установках. Однако, учитывая, что оборудование постоянно совершенствуется, при выполнении курсового проекта (работы) этого может быть недостаточно и потребуются поиск, например через Интернет, более новых моделей, поставляемых заводами-изготовителями.

Пособие носит практико-ориентированный характер.

Издание предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 1-74 06 05 Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства (по направления)

ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

Цель курсового проекта (работы):

- закрепить и систематизировать теоретические знания по источникам света, светотехническому и электротехническому оборудованию и применению их в помещениях сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений;
- привить практические навыки самостоятельного решения инженерных задач по расчету светотехнических установок и рациональному применению энергоэффективного светотехнического и электротехнического оборудования на объектах агропромышленного комплекса;
- подготовить студентов к выполнению дипломного проекта.

Задачи курсового проекта (работы):

- изучение студентами специальной технической литературы и нормативных материалов по проектированию светотехнических установок;
- овладение современными компьютерными программами по проведению светотехнических расчетов, приобретению навыков работы с ними;
- использование сети Интернет для поиска современного светотехнического и электротехнического оборудования, что должно быть продемонстрировано в выполненном проекте (работе).
- подготовить студентов к дипломному проектированию.

Достижению этих целей способствует индивидуальный характер заданий к курсовому проекту (работы)

Тематика курсового проекта (работы)

«Проект осветительной установки здания с заданными параметрами» (по заданию преподавателя).

Варианты заданий выдаются преподавателем.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1 Структура курсового проекта (работы) должна включать следующие элементы (материалы приведены в порядке их расположения):

- титульный лист;
- задание;
- ведомость комплекта проектной документации (для курсовых проектов);
- реферат;
- содержание;
- введение;
- текст пояснительной записки с иллюстративным материалом, таблицами, графиками и т. п.;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

2 Общий объем курсового проекта составляет 40–55 машинописных страниц, (курсовой работы 25–30 страниц).

3 Объем графической части курсовых проектов составляет, как правило, 5 листов формата А1, А3, А4 (объем графической части курсовой работы может быть уменьшен).

4 Способ выполнения текстовых материалов – машинописный (основной) с применением выходных печатающих устройств ЭВМ – при этом рекомендуется, набирая текст в текстовом редакторе Word, использовать шрифты Times New Roman размером 14 pt (пунктов) с полуторным интервалом, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 1,25 см.

Структурные элементы курсового проекта

1 Титульный лист является первой страницей расчетно-пояснительной записки. Выполняется на бланке установленной формы. На титульном листе рамки не выполняются, штамп основной надписи не приводят.

2 Задание на проектирование является главным руководством, на основании которого разрабатывается проект. Задание выполняется на бланке установленного образца, который выдается руководителем курсового проекта (работы). Задание утверждается заведующим кафедрой. При получении задания свою подпись на нем ставит студент.

Форма задания на курсовой проект и приведена в приложении А.

3 Ведомость комплекта проектной документации для курсовых проектов является сводным перечнем всех материалов, разработанных при проектировании.

4 Реферат – это краткая характеристика выполненного проекта, предназначенная для предварительного ознакомления с проектом и отражающая основное содержание работы с точки зрения ее достоинств и достижения цели, поставленной в теме проекта.

Текст реферата пишется на стандартном листе, оформленном рамкой. Основную надпись на данном листе не помещают. Номер страницы не проставляют.

Заголовок «Реферат» пишется с прописной буквы и располагается на отдельной строке симметрично тексту. Объем реферата – не более одной страницы. Вначале указывают объем проектной документации: перечисляют общий объем текстовых материалов с выделением, в том числе, иллюстраций (эскизов, рисунков, таблиц и т. п.); указывают объем графической части проекта. Указывают количество использованных источников. Далее приводят ключевые слова. Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста расчетно-пояснительной записки, которые в наибольшей степени характеризуют содержание.

Ключевые слова приводятся в именительном падеже и записываются строчными буквами в строку через запятые после названия «Ключевые слова».

Затем дают краткое содержание проекта (работы), отражающее цель работы, методы разработки, принятые решения, приводят итоговые результаты и основные показатели, указывают возможности внедрения основных результатов проекта.

Образец реферата приведен в приложении А.

5 Содержание предназначено для облегчения поиска необходимых материалов при чтении записки, а также для общего ознакомления с работой и представления об объемах всех разделов. Содержание начинается текстовую часть расчетно-пояснительной записки. Его размещают сразу после листа реферата с новой страницы и при необходимости продолжают на последующих листах.

Слово «Содержание» пишут с прописной буквы посередине страницы. В содержании приводят порядковые номера и наименования разделов, подразделов и пунктов, имеющих наименование, а также приложения с их обозначениями и наименованиями. Указывается номер листа (страницы), на котором размещено начало материала (раздела, подраздела и т. п.). На первой странице содержания приводят основную надпись по форме, соответствующей основной надписи первого листа текстового материала. Пример оформления оглавления приведен в приложении А.

6 Введение характеризует современное содержание тех вопросов и проблем, которым посвящен курсовой проект (работа). Во введении нужно обосновать необходимость проведения именно этой работы, показать ее место в ряду аналогичных работ, актуальность и новизну разрабатываемой темы, цель проекта и что ожидается получить в результате его выполнения.

7 Текст пояснительной записки. Содержание разделов расчетно-пояснительной записки определяется заданием на проектирование. Оформление расчетно-пояснительной записки осуществляется в соответствии с приложением А.

8 Заключение должно отражать основные результаты работы, выводы и предложения.

9 Список использованных источников. Составление списка использованных источников является завершением курсового проекта (работы), основой для которого служат записи всех просмотренных и изученных книг, статей из сборников и журналов и других материалов. Как правило, используется алфавитный способ группировки материала в списках, когда источники группируют в алфавитном порядке записей. В начале списка размещаются по алфавиту книги, а затем – статьи из журналов и сборников. При этом иностранные источники размещают по алфавиту после перечня всех источников на языке выполняемой работы.

Библиографический указатель использованной при выполнении УМП литературы дается на отдельной странице (страницах) под заголовком «Список использованных источников». Заголовок порядкового номера не имеет.

В список включают только те источники, на которые в тексте пояснительной записки (ПЗ) имеется ссылка. Каждый источник, включенный в список, нумеруют арабскими цифрами с точкой и записывают с новой строки.

Примеры записи литературных источников приведены в приложении А.

10 Приложения. Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ, и т. д. Приложения оформляют как продолжение записки на последующих ее листах.

В тексте записки на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте записки.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

В курсовом проекте требуется спроектировать осветительную установку здания сельскохозяйственного объекта.

Курсовой проект должен содержать:

1 Общая часть

- 1.1 Краткая характеристика помещений.
- 1.2 Описание технологического процесса.

2 Светотехнический расчет

- 2.1 Выбор источников света.
- 2.2 Выбор системы и видов освещения.
- 2.3 Выбор норм освещенности и коэффициентов запаса.
- 2.4 Выбор типов светильников.
- 2.5 Расчет размещения светильников осветительной установки.
- 2.6 Расчет осветительной установки помещений (согласно варианту) точечным методом, методом коэффициента использования светового потока, и методом удельной мощности. Помещения, не указанные в варианте, рассчитывают любым методом, выбранным по желанию студента.
- 2.7 Составление светотехнической ведомости на основании расчетов.

3 Расчет электрических сетей осветительных установок

- 3.1 Выбор напряжения и схемы питания электрической сети.
- 3.2 Выбор групповых щитков, определение места их расположения и трассы электрической сети осветительной установки для помещений здания
- 3.3 Выбор марки проводов (кабелей) и способа прокладки сети
- 3.4 Расчет и проверка сечения проводников электрической сети осветительной установки и защиты сети от аварийных режимов.
- 3.5 Составление таблицы «Спецификация» на основное оборудование, провода, кабели и установочные материалы.
- 3.6 Разработка принципиальных электрических схем питающей и групповых сетей и автоматизации управления осветительной установкой.

4 Эксплуатация осветительной установки

4.1 Организация эксплуатации осветительной установки.

4.2 Энергосбережение при эксплуатации осветительной установки.

4.3 Техника безопасности и охрана труда при эксплуатации осветительных установок.

Перечень графического материала:

- 1) лист ЭО-1 «Общие данные» (формат А3);
- 2) лист ЭО-2 «План расположения электро- и светотехнического оборудования и прокладка электрических сетей», выполненный в масштабе 1:100 (1:200, 1:50) (формат А1);
- 3) лист ЭО-3 «Расчетная схема осветительной сети» (формат А3);
- 4) лист ЭО-4 «Принципиальная схема группового щитка освещения» (формат А4);
- 5) лист ЭОС «Спецификация электрооборудования и материалов» (формат А3);

При выполнении курсовой работы студенты выполняют: расчет осветительной установки помещений (согласно варианту) точечным методом, методом коэффициента использования светового потока и методом удельной мощности. Расчет осветительной установки остальных помещений не производится.

Пункты 3.5; 3.6 и пункт 4 не выполняются. Графический материал включает лист ЭО-2 «План расположения электро- и светотехнического оборудования и прокладка электрических сетей», выполненный в масштабе 1:100 (1:200, 1:50) (формат А1).

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Краткая характеристика помещений

В пояснительной записке при описании краткой характеристики помещений необходимо особое внимание уделить тем параметрам, которые в дальнейшем будут определять выбор светотехнического оборудования, а именно: строительным размерам помещений; характеристикам строительных конструкций (отделке потолка, стен и пола), определяющим их коэффициенты отражения; анализу воздушной среды в помещении, позволяющему произвести классификацию помещений (сухие, влажные, сырые, пыльные, с химически активной или органической средой, пожаро- или взрывоопасные и т. д.) и определить степень защиты оборудования от ее воздействия. Краткую характеристику помещений предпочтительно приводить в форме таблицы, указывая номер и наименование помещения, его строительные размеры, характеристику (отделку) потолка и стен, категорию воздушной среды в помещении (таблица 2.1).

1.2 Описание технологического процесса

При кратком описании технологических процессов внимание уделяют тем процессам и обеспечивающему их оборудованию, которые определяют значение нормируемой освещенности рабочей поверхности и параметры микроклимата в помещении. При анализе оборудования, обеспечивающего технологические процессы, важными параметрами являются его габариты, определяющие возможность затенения рабочей поверхности и высота подвеса светильников, особенно при наличии в помещении кран-балок, способных повредить светильники.

2. СВОТТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

При проектировании светотехнической части осветительной установки придерживаются следующей последовательности рассмотрения основных взаимосвязанных вопросов:

- выбирают источники света, систему и вид освещения;
- определяют нормируемую освещенность и коэффициент запаса;
- выбирают светильники и размещают их в освещаемом пространстве;
- определяют мощность и число источников света, устанавливаемых в светильники, или количество светильников встраиваемых в линию;
- составляют итоговую светотехническую ведомость.

2.1 Выбор источников света

Выбор источников света определяется показателями экономической целесообразности и эффективности, зависящими от стоимости источника и электрической энергии, световой отдачи и номинального срока службы источника; требованиями к цветопередаче (при их наличии); родом тока, номинальным значением питающего напряжения и его возможным кратковременным изменением; температурными условиями эксплуатации.

Учитывая более высокую световую отдачу и сравнительно большой срок службы газоразрядных источников ТКП 45-2.04-153-2009 [10], рекомендуется их преимущественное применение для освещения производственных, административных, бытовых и жилых помещений, и только в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности допускается использовать лампы накаливания.

В ТКП 45-2.04-153-2009 ничего не сказано о светодиодных источниках света. Однако учитывая высокую световую отдачу и срок службы, сопоставимые с аналогичными показателями газоразрядных ламп, их допускается применять в осветительных установках наряду с газоразрядными источниками при выполнении требований к цветопередаче.

Лампы накаливания допускается применять для освещения помещений, в которых производятся грубые работы или осуществляется общий надзор за работой оборудования, особенно если эти помещения не предназначены для постоянного пребывания людей: технические этажи, подвалы: чердаки, кладовые, склады, насосные и тепловые пункты, электрощитовые, вентиляционные и тому подобные вспомогательные помещения. В исключительном случае при наличии технико-экономического обоснования лампы накаливания допускается использовать в помещениях основного производственного назначения, например, для хранения сельскохозяйственной продукции, размещения животных и птицы и др.

В общественных зданиях, служебно-бытовых помещениях и невысоких производственных помещениях преимущественное распространение получили люминесцентные лампы. Однако увеличение высоты помещения приводит к росту числа относительно маломощных светильников с люминесцентными лампами, возрастанию материалоемкости осветительной установки и трудоемкости ее обслуживания, поэтому в высоких производственных помещениях (6 и более метров) в основном применяют газоразрядные лампы высокого давления (ДРЛ, ДРИ и ДНаТ).

Выполнение нормативных требований к коэффициенту пульсации проще всего осуществить при использовании в относительно невысоких помещениях люминесцентных ламп, так как даже при использовании маломощных газоразрядных ламп высокого давления его снижение трудноосуществимо. Обратим внимание на то, что из

всех газоразрядных ламп высокого давления наименьшим значением коэффициента пульсации светового потока, а, следовательно, и освещенности рабочей поверхности, отличаются лампы ДРИ. У ламп ДРЛ и ДНаТ он значительно выше, что усложняет технические решения по его приведению к нормативным показателям.

Выполнение нормативных требований к цветоразличению при выполнении зрительных работ в освещаемом помещении осуществляется выбором типа источника, удовлетворяющего установленным требованиям [10] к его минимальному индексу цветопередачи и диапазону цветовой температуры. ТКП 45-2.04-153-2009 все зрительные работы по характеру цветоразличения делят на четыре группы: I – контроль цвета с очень высокими требованиями к цветоразличению; II – сопоставление цветов с высокими требованиями к цветоразличению; III – различение цветных объектов при невысоких требованиях к цветоразличению; IV – требования к цветоразличению отсутствуют. Из них в сельскохозяйственном производстве в основном встречаются работы последних двух групп, для которых в таблице 2.1 приведены требования к минимальному индексу цветопередачи и диапазону цветовой температуры источников света.

При выборе источника света следует отдавать предпочтение энергоэкономичным источникам с более высокими значениями световой отдачи и срока службы. Необходимо помнить, что расход электрической энергии уменьшается при использовании вместо ламп накаливания светодиодных ламп (до 75...85 %), компактных люминесцентных ламп (примерно на 40...60 %), люминесцентных ламп (40...54 %), ламп типа ДРЛ (41...47 %), ламп типа ДРИ (54...65 %), ламп типа ДНаТ (57...71 %). Замена люминесцентных ламп на лампы типа ДРИ позволяет экономить 20...23 % электрической энергии, ламп ДРЛ на лампы ДРИ – 30...40 % и ламп ДРЛ на лампы ДНаТ – 38...50 %.

Таблица 2.1 – Требования к минимальному индексу цветопередачи и диапазону цветовой температуры источников света, применяемых в производственных помещениях в системах общего освещения [10]

Характеристика зрительной работы по требованиям к цветоразличению	Освещенность, лк	Минимальный индекс цветопередачи источника света R_a	Диапазон цветовой температуры источника света $T_{ц}$, К
III	500 и более	50	3500...6000
	300, 400	50	3500...5500
	150, 200	45	3000...4500
	менее 150	40	2700...3500
IV	500 и более	50	3500...6000
	300, 400	40	3500...5000
	150, 200	29	2600...4500
	менее 150	25	2400...3500

Выбирая источник света, следует учитывать и их недостатки: люминесцентные лампы ненадежно зажигаются при температуре окружающей среды ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$; газоразрядные источники не следует применять (из-за возможного их отключения), если в электрической сети возможны понижения напряжения более чем на 10 %; газоразрядные лампы высокого давления не желательно применять, если в питающей электрической сети возможно даже кратковременное исчезновение напряжения, так как до их повторного зажигания должен пройти довольно продолжительный по времени период их остывания и разгорания до номинального режима.

2.2 Выбор системы и вида освещения

В осветительных установках применяют одну из двух общепринятых систем – общего или комбинированного освещения.

При общем освещении светильники размещают в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению оборудования (общее локализованное освещение). Система комбинированного освещения характеризуется наличием светильников, установленных непосредственно на рабочих местах и концентрирующей световой поток на рабочие поверхности. Светильники местного освещения дополняют освещенность рабочих мест, создаваемую светильниками общего освещения. Применение одного местного освещения внутри здания не допускается [10...13].

Систему комбинированного освещения применяют тогда, когда на рабочей поверхности необходимо создать освещенность более 200 лк при газоразрядных лампах и 100 лк при лампах накаливания. При этом освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять 10 % нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяются для местного освещения, но не менее 200 лк (и не более 500 лк) при газоразрядных лампах и, соответственно, не ниже 75 лк (не более 150 лк) при лампах накаливания. Создавать системой общего освещения освещенность более 750 лк при газоразрядных лампах и 300 лк при лампах накаливания допускается только при наличии обоснований.

Из вышеизложенного следует, что выбор системы освещения определяется и уровнем нормируемой освещенности. Однако для обеспечения одинаковой освещенности осветительные установки с системой общего освещения обладают большей энергоемкостью по сравнению с установками, выполненными системой комбинированного освещения, поэтому нормами для систем общего освещения установлены при той же точности работ более низкие уровни освещенности.

Независимо от принятой системы общее освещение может быть выполнено с равномерным или локализованным размещением светильников. Локализованное размещение светильников применяют при наличии в одном помещении рабочих и вспомогательных зон (предусматривая менее интенсивное освещение вспомогательных зон) или крупногабаритных предметов, затеняющих рабочие поверхности.

Различают следующие виды освещения: рабочее, аварийное, охранное и дежурное. Аварийное освещение подразделяют на освещение безопасности и эвакуационное.

Рабочее освещение – освещение, обеспечивающее нормируемые значения освещенности и качественные показатели освещения в помещениях и в местах производства работ вне зданий.

Освещение безопасности – освещение для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения. Его следует предусматривать для случаев, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать: взрыв, пожар, отравление людей; длительное нарушение технологического процесса; нарушение работы таких объектов как диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплоснабжения, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, не допускающих прекращения работ; нарушение режима детских учреждений, независимо от количества находящихся в них детей.

Освещение безопасности должно создавать на рабочих поверхностях производственных помещений и вне зданий, требующих обслуживания оборудования и механизмов при отключении рабочего освещения, наименьшую освещенность в размере 5 % освещенности, нормируемой для рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри здания и 1 лк для территорий предприятий и не более 30 лк при газоразрядных лампах и 10 лк при лампах накаливания.

Эвакуационное освещение – освещение для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения. Его следует предусматривать в помещениях и местах производства работ вне зданий: в местах, опасных для прохода людей; в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей, при числе эвакуирующихся более 50 человек; по основным проходам производственных помещений, в которых работают более 50 человек; в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения связан с опасностью травматизма из-за продолжения работы производственного оборудования; в помещениях общественных зданий, административных и бытовых зданий промышленных предприятий, если в помещениях одновременно могут находиться более 100 человек; в производственных помещениях без естественного света.

Эвакуационное освещение должно обеспечивать освещенность на полу проходов (или на земле) и на ступенях лестниц в помещениях не менее 0,5 лк, а на открытых территориях не менее 0,2 лк, при неравномерности (отношение максимальной освещенности к минимальной) по оси проходов не более 40:1.

Светильники, обеспечивающие освещение безопасности в помещениях, могут использоваться для обеспечения эвакуационного освещения, а все светильники аварийного освещения (безопасности и (или) эвакуационного) – для обеспечения нормируемых характеристик освещения совместно со светильниками рабочего освещения. В то же время светильники аварийного и рабочего освещения должны быть запитаны по различным питающим линиям и схемам.

При использовании светильников аварийного освещения для обеспечения нормируемых характеристик освещенности рабочих поверхностей они должны включаться одновременно со светильниками рабочего освещения и оставаться в рабочем состоянии при их аварийном отключении. Если же светильники аварийного освещения не используются совместно со светильниками рабочего освещения для обеспечения нормируемых характеристик освещенности рабочих поверхностей, они должны автоматически включаться при аварийном отключении светильников рабочего освещения.

В светильниках освещения безопасности и эвакуационного освещения следует применять лампы накаливания, светодиодные источники видимого излучения и (или), при обеспечении некоторых дополнительных ограничений, газоразрядные лампы низкого и высокого давления, в частности, при использовании люминесцентных ламп температура окружающей среды в помещениях должна быть не менее 10 °С и напряжение их питания во всех рабочих режимах не ниже 90 % номинального значения. Использование газоразрядных ламп высокого давления допускается при условии обеспечения их мгновенного или быстрого повторного зажигания как в горячем состоянии после кратковременного отключения питающего напряжения, так и в холодном состоянии.

Охранное освещение – освещение вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время. Оно должно обеспечивать освещенность не менее 0,5 лк на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне 0,5 м от земли на одной стороне вертикальной плоскости, перпендикулярной линии границы. При использовании для охраны специальных технических средств значение нормируемой освещенности, создаваемой охранном освещением, может отличаться от указанного. В этом случае ее следует принимать по техническому заданию на проектирование охранного освещения.

Дежурное освещение – освещение помещений и мест производства работ вне зданий в нерабочее время. ТКП 45-2.04-153-2009 не регламентирует какие-либо требования к его организации, области применения, значениям создаваемой

им минимальной освещенности. Однако в сельскохозяйственных помещениях для содержания животных принято из числа светильников рабочего освещения выделять светильники дежурного освещения [14], предназначенного для периодического контроля в нерабочее время состояния животных и безопасного движения дежурного персонала в проходах и коридорах. В помещениях для содержания животных они должны составлять приблизительно 10 %, а в родильных отделениях – 15 % от общего числа светильников рабочего освещения в помещениях. К дежурному освещению иногда относят наружное освещение входов в помещениях и световые указатели выходов из помещения.

2.3 Выбор нормируемой освещенности и коэффициента запаса

Требуемый уровень минимальной освещенности при проектировании осветительной установки определяют по ТКП 45-2.04-153-2009 [10] в зависимости от характеристики зрительных работ, наименьшего размера объекта различения, контраста объекта различения с фоном и характеристики фона (приложение Б5) или по отраслевым нормам искусственного освещения (приложение Б6...Б8). При этом следует учитывать, что в нормах искусственного освещения значение минимальной освещенности, как правило, приведено для использования в осветительных установках газоразрядных источников. Однако если в осветительной установке применены лампы накаливания, а нормированная минимальная освещенность приведена только для газоразрядных источников, то ее значение следует снижать по шкале (0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 5; 7; 10; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500 и т. д.):

- на одну ступень при системе комбинированного освещения для нормируемой освещенности 750 лк и более;
- на одну ступень при системе общего освещения для I...V и VII разрядов работ при освещенности, не превышающей 300 лк;
- на две ступени при системе общего освещения для VI и VIII разрядов работ.

При выборе нормируемой освещенности по ТКП 45-2.04-153-2009 [10] ее значение следует повышать на одну ступень при выполнении работ:

- отнесенных к I–VI разрядам, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;
- с повышенной опасностью травматизма, в случаях, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее;
- со специально повышенными санитарными требованиями, если освещенность от системы общего освещения составляет 500 лк и менее;
- подростками (в том числе при производственном обучении), если освещенность от системы общего освещения составляет 300 лк и менее;

– в помещениях без естественного освещения при постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения составляет 750 лк и менее;

– с наблюдением за деталями, вращающимися со скоростью $500 \text{ об} \cdot \text{мин}^{-1}$ и более, или объектами, движущимися со скоростью $1,5 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ и более;

– с постоянным поиском объектов различения на поверхности $0,1 \text{ м}^2$ и менее;

– когда более половины работающих старше 40 лет.

Отраслевые нормы – это расписание значений минимальной освещенности рабочих поверхностей основных технологических операций производственных процессов, характерных для рассматриваемого помещения. Пользование ими в практических расчетах упрощает выбор нормируемой освещенности и приводит к единству принимаемых решений. Однако следует отметить, что отраслевые нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений [14], используемые в республике, давно не пересматривались и их следует привести в соответствие с современными требованиями [10].

При эксплуатации осветительной установки освещенность на рабочих местах уменьшается. Основная причина снижения освещенности – уменьшение светового потока источников света в процессе эксплуатации вследствие старения, как источников света, так и рассеивателей и отражателей светильников, загрязнения источников света, осветительной арматуры, стен, потолка и рабочей поверхности освещаемого помещения.

Поскольку нормированные значения освещенности должны быть обеспечены в течение всего периода эксплуатации осветительной установки, уменьшение освещенности компенсируется в светотехнических расчетах введением коэффициента запаса K_3 , значение которого определяется наличием пыли, дыма и копоти в рабочей зоне помещения, конструкцией светильников, типом источников света и периодичностью чисток светильников. Значения коэффициентов запаса K_3 в соответствии с рекомендациями [10] для различных эксплуатационных групп светильников приведены в таблице 2.2.

Значения коэффициентов запаса K_3 приводятся и в отраслевых нормах искусственного освещения. Так, для сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений отраслевые нормы [14] рекомендуют коэффициент запаса K_3 для ламп накаливания – 1,15, а для газоразрядных ламп – 1,3. При этом чистка светильников должна производиться не реже 1 раза в 3 месяца. Как видим, для большинства сельскохозяйственных помещений, зданий и сооружений, отличающихся наличием значительного количества пыли в воздухе, а также паров и газов, способных ускорить коррозию электротехнического и светотехнического оборудования, они явно занижены в сравнении с ТКП 45-2.04-153-2009 [10].

Таблица 2.2 – Рекомендуемые значения коэффициента запаса K_z при указанном количестве чисток светильников во время эксплуатации*

Помещения и территории	Коэффициент запаса K_z **	Количество чисток светильников в год
1. Производственные помещения с воздушной средой, содержащие в рабочей зоне:		
а) пыли, дыма, копоти с концентрацией:		
свыше $5 \text{ мг} \cdot \text{м}^3$	2,0; 1,7; 1,6	18; 6; 4
от 1 до $5 \text{ мг} \cdot \text{м}^3$ ***	1,8; 1,6; 1,6	6; 4; 2
менее $1 \text{ мг} \cdot \text{м}^3$ ****	1,5; 1,4; 1,4	4; 2; 1
б) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы большой коррозионной способности ****	1,8; 1,6; 1,6	6; 4; 2
2. Производственные помещения с особым режимом по чистоте при обслуживании светильников:		
а) с технического этажа	1,3	4
б) снизу из помещения	1,4	2
3. Помещения общественных и жилых зданий:		
а) пыльные, жаркие и сырые	1,7; 1,6; 1,6	2
б) с нормальными условиями среды	1,4	2; 1; 1
4. Территории с воздушной средой, содержащей:		
а) большое количество пыли (более $1 \text{ мг} \cdot \text{м}^3$)	1,5	4
б) малое количество пыли (менее $1 \text{ мг} \cdot \text{м}^3$)	1,5	2
5. Населенные пункты	1,6–1,7; 1,5; 1,5	2; 2; 1

* Значения приведены соответственно для 1–4, 5–6 и 7 эксплуатационных групп светильников.

** Значения K_z приведены для газоразрядных светильников. При применении ламп накаливания их следует умножать на 0,85.

*** Значения K_z следует снижать при односменной работе на 0,2 и при двухсменной работе на 0,15.

**** Значения K_z следует снижать при односменной работе на 0,1.

2.4 Выбор типа светильников

Важным вопросом, решаемым при устройстве осветительной установки и определяющим ее экономичность, качество освещения, удобство эксплуатации, соблюдение эстетических требований к оформлению интерьера помещения, является выбор светильников и их размещение в освещаемом помещении. Тип, следовательно, и устройство светильника в значительной мере определяют качество освещения и в первую очередь равномерность свечения рабочей поверхности.

При выборе светильника учитывают его назначение и эксплуатационную группу, способ монтажа и вид крепления, принятый источник света, характер

окружающей среды, светораспределение, требования к ограничению слепящего действия, экономическую целесообразность. В общих случаях наиболее целесообразный тип светильника следует определять на основе полного технико-экономического сопоставления возможных вариантов.

Приступая к выбору светильников, необходимо иметь четкое представление о категории помещения, в котором предполагается их эксплуатировать. Примерное разделение некоторых сельскохозяйственных помещений по категориям в зависимости от условий окружающей среды приведено в приложении Б 4

При выборе светильников необходимо сопоставить степень их защиты и характер окружающей среды, в которой они будут эксплуатироваться. В таблице 2.3 для различных категорий помещений и наружных осветительных установок приведены рекомендации по минимально допустимой степени защиты и выводы о целесообразности использования светильников. Отметим также, 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 употреблять амальгамные люминесцентные лампы. В пыльных помещениях целесообразно применять в светильниках лампы с внутренним отражающим слоем и не использовать светильники с экранирующими решетками, сетками и подобными им элементами, способствующими скапливанию пыли.

Допустимые степени защиты светильников для взрывоопасных и пожароопасных помещений и зон приведены в таблицах 4.4...4.6 [16]. Необходимые уровни взрывобезопасности в основном обеспечиваются применением специальных взрывозащищенных светильников, например, типов ЛСП03Ех, ЛПП05Ех, РСР11Ех, РСР18Ех, РСР21Ех, ГСП11Ех, ГВП142Ех, ЖСП11Ех, ЖВП142Ех, ЖПП142Ех, ЖСП21Ех, НСП18Ех, НСП21Ех, Н4БН, Н4Т2Н, В4А, В3Г и др.

Для освещения низких вспомогательных помещений, как правило, применяют светильники НПП03, НПП05, РПП01, ГПП01, ЖПП01, ЖСП20, ЛСП18, ЛСП23 и др.; в производственных помещениях: с нормальными условиями окружающей среды – РСР05, РСР08, РСР13, ЛСП02, ЛСП13 и др., с повышенным содержанием пыли и повышенной относительной влажностью – НСП02 и НСП03 и др., в пыльных и влажных помещениях – РСР12 и РСР14 и др., с не токопроводящей и негорючей пылью при запыленности до $10 \text{ мг} \cdot \text{м}^3$ – НСП21 и НСП22 и др., с тяжелыми условиями окружающей среды – ЛСП18, НСП17, РСР21 и др. (приложение Б9).

Экономическую целесообразность принимаемого решения следует учитывать не только при выборе светильников, но и на любой стадии проектирования осветительной установки путем сопоставления технико-экономических показателей

сравниваемых равноценных по светотехническому эффекту вариантов. Основной составляющей затрат на сооружение и эксплуатацию осветительной установки является: стоимость электроэнергии, зависящая от установленной мощности источников; капитальные вложения, включающие стоимость светильников, их монтажа и одного комплекта ламп; затраты на обслуживание осветительной установки. Поскольку стоимость электроэнергии обычно преобладает в общей сумме затрат, то в практике проектирования на стадии выбора зачастую ограничиваются только сопоставлением установленной мощности осветительной установки и капитальных затрат на приобретение светильников. При этом не следует делать преждевременных выводов о более или менее экономичных светильниках вообще, а следует говорить только о предпочтительных для данных конкретных условий.

Таблица 2.3 – Минимально допустимые степени защиты светильников в непожаро- и невзрывоопасных помещениях с разными условиями среды и в наружных установках

Степень защиты светильников	Тип источника света	Характеристика помещений							
		с нормальной средой	влажные	сырые	особо сырые	с химически активной средой	жаркие	пыльные	наружные установки
IP20	ЛЛ	+	×	-	-	-	+	× ⁵	-
	ЛН, ГЛВД	+	×	× ¹	-	-	+	× ⁵	-
IP23	ЛЛ, ЛН, ГЛВД	(-)	+	× ²	× ²	× ^{2,8}	×	× ⁵	+
2'0	ЛЛ	+	×	(-)	-	-	×	-	-
	ЛН, ГЛВД	+	×	(-)	-	-	× ⁷	-	-
5'0	ЛН, ГЛВД	(-)	(-)	× ¹	-	×	+	+ ⁶	- ⁹
5'3	ЛН, ГЛВД	(-)	(-)	× ²	× ²	× ²	×	+ ⁶	×
5'4	ЛЛ	(-)	(-)	+	+	+	+	+	×
IP51	ЛН	(-)	(-)	× ⁴	× ⁴	× ⁴	× ⁷	+	× ^{7,9}
IP53	ЛЛ	(-)	(-)	+	+	+	×	+	+
	ЛН, ГЛВД	(-)	(-)	+ ²	+ ²	+ ²	× ⁷	+	× ⁹
IP54	ЛН	(-)	(-)	+	+	+ ³	× ⁷	+	+
	ГЛВД	(-)	(-)	+	+	+	×	+	+

Условное обозначение вывода о целесообразности использования светильников: + – рекомендуется; × – допускается; - – запрещается; (-) – применение возможно, но нецелесообразно. Типы источников света: ЛЛ – люминесцентные лампы; ЛН – лампы накаливания; ГЛВД – газоразрядные лампы высокого давления.

Примечания, принятые в таблице:

¹ Допускается при наличии фарфорового патрона и отсутствии капель воды, падающих на светильник.

² При наличии брызг воды (растворов), падающих под углом более 60° к вертикали, установка светильников с ГЛВД и ЛН со степенями защиты IP23, 5'0 и 5'3 запрещается.

³ В условиях частных заливов водой (растворами) рекомендуются светильники с боковым вводом проводов.

⁴ При наличии брызг воды (растворов), падающих под углом более 15° к вертикали, использование светильников со степенью защиты *IP51* (с нетермостойким стеклом) допускается при условии установки в них ламп меньших мощностей, чем номинальные для данных светильников.

⁵ При ограниченном количестве пыли в зоне установки рекомендуются светильники со степенью защиты *IP20*, *IP23*.

⁶ Светильники со степенью защиты 5'X предпочтительнее светильников со степенью защиты *IP5X* для случаев: малого количества светлой пыли; расположения светильников в местах, не удобных для обслуживания; жарких помещений. При гидроудалении пыли степень защиты должна быть не ниже *IP55* или 5'5.

⁷ Рекомендуется установка в светильник со степенью защиты *IP5X*, *IP6X*, 2'X ламп меньшей мощности, чем номинальная для данного светильника.

⁸ Только при условии выполнения деталей светильника (контактов, патронов, цоколей ламп) из материалов, не подверженных воздействию данной химической среды.

От правильного выбора светильника зависят экономичность, работоспособность, безопасность и надежность действия осветительной установки. Это творческий процесс, и он требует от проектировщика особых навыков, определенных знаний и опыта.

2.5 Расчет размещения светильников в освещаемом пространстве

Принятая система общего освещения определяет и способ размещения светильников: равномерное или локализованное [10, 11, 12, 13, 18]. При равномерном размещении светильники с круглосимметричным светораспределением (лампами накаливания, ДРЛ, ДРИ и ДНаТ, компактными люминесцентными лампами (КЛЛ), светодиодными) распределяют по углам прямоугольника (в идеале – квадрата) или вершинам ромба с учетом доступа к ним для обслуживания во время эксплуатации (рисунок 2.1). При размещении светильников по углам прямоугольника должно быть соблюдено условие – отношение большей стороны прямоугольника к меньшей $\leq 1,5$, а при размещении по вершинам ромба – острый угол ромба близок к 60° .

В любом варианте размещения (по углам прямоугольника или квадрата, вершинам ромба) расстояния между светильниками в ряду L_A и между рядами светильников L_B могут быть определены по формуле:

$$L_{A,B} = \lambda_C \cdot H_p, \quad (2.1)$$

где λ_c – светотехнически наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками (табл. 2.4);

H_p – расчетная высота установки светильников, м.

Таблица 2.4 – Рекомендуемые значения λ_c и λ_ε для светильников с типовыми кривыми силы света

Тип КСС	λ_c	λ_ε
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
Равномерная (М)	1,8...2,6	2,6...3,4
Полуширокая (Л)	1,4...2,0	1,8...2,3

Светотехнически наивыгоднейшее относительное расстояние λ_c определяет отношение расстояния между светильниками к расчетной высоте их установки. Оно обеспечивает такое размещение светильников, при котором распределение освещенности на рабочей поверхности наиболее равномерное. Увеличение λ_c сверх рекомендуемого значения ухудшает равномерность освещения рабочих поверхностей, но уменьшает установленную мощность источников света.

При $\lambda_c = \lambda_\varepsilon$ (λ_ε – энергетически наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками) мощность источников света осветительной установки минимальная, а ее энергетическая эффективность максимальная. Увеличение относительного расстояния между светильниками сверх λ_ε не только ухудшает равномерность распределения освещенности, но и повышает мощность источников света и осветительной установки.

Для светильников с детализированными КСС светотехнически наивыгоднейшее расстояние λ_c рекомендуется принимать равным: К-3 – 0,7; К-2 – 0,85; К-1 – 0,95; Г-3 – 1,05; Г-2 – 1,1; С – 1,2; Г-1 – 1,25; Д-3 – 1,35; Д-2 – 1,45; Д-1 – 1,55; М – 1,8; Ш-1 – 2,25; Ш-2 – 2,65; Ш-3 – 2,7 [22]. При этом допустимое значение отклонения освещенности рабочей поверхности не будет превышать +20...-10 % нормируемого значения.

Анализируя значения λ_c и λ_ε , приходим к выводу, что их допустимый диапазон изменения довольно большой, что позволяет при размещении светильников существенно изменять расстояние между ними, не изменяя качественных параметров осветительной установки.

Расчетную высоту установки светильников определяют по формуле:

$$H_p = H_0 - h_c - h_p, \quad (2.2)$$

где H_0 – высота помещения, м (или расстояние от точки подвеса светильника до пола);

h_c – высота свеса светильников (расстояние от их светового центра до перекрытия или точки подвеса), м;

h_p – высота расчетной (на которой нормируется освещение) поверхности над полом, м (рисунок 2.1 а).

При определении расчетной высоты установки светильников H_p следует обратить внимание на обеспечение доступа к ним для обслуживания [7, 19] (лестницы, технологические площадки, краны и др.) и способы монтажа (свес, трос, короб и др.). Поскольку высота помещения H_0 и расчетной поверхности h_p – исходные параметры, то расчетная высота установки светильников H_p может изменяться только за счет высоты свеса светильников h_p или расстояния от точки подвеса светильника до пола.

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных (с точки зрения опасности поражения электрическим током) высота установки светильников над полом, (за исключением светильников с люминесцентными лампами), должна быть не менее 2,5 м. В отдельных случаях допускается высота установки светильников менее 2,5 м, но с условием, что конструкция светильников исключает возможность доступа к источнику света без специального инструмента, и ввод электропроводки осуществляется в трубах, металлорукавах или оболочках кабелей и защищенных проводов.

Указанное требование не распространяется на электропомещения, а также осветительные установки, обслуживаемые с кранов или площадок квалифицированным персоналом. Если указанное требование не выполняется и светильники установлены в помещениях с повышенной опасностью или особо опасных на высоте менее 2,5 м, то значение подводимого к ним напряжения не должно превышать 42 В. Светильники с люминесцентными лампами на напряжение 230 В допускается устанавливать на высоте менее 2,5 м в любых помещениях при исключении возможностей соприкосновения с их токоведущими частями.

При равномерном размещении светильников по углам прямоугольника расстояние от стены до ближайшего ряда (проекции центра на рабочей поверхности) светильников l_B или до ближайшего светильника (проекции центра на рабочей поверхности) в ряду l_A первоначально принимают в пределах $(0,3 \dots 0,5) L_{A,B}$ (при наличии рабочих поверхностей у стен $l_{A,B} \approx 0,3L_{A,B}$, а при отсутствии – $l_{A,B} \approx 0,5L_{A,B}$).

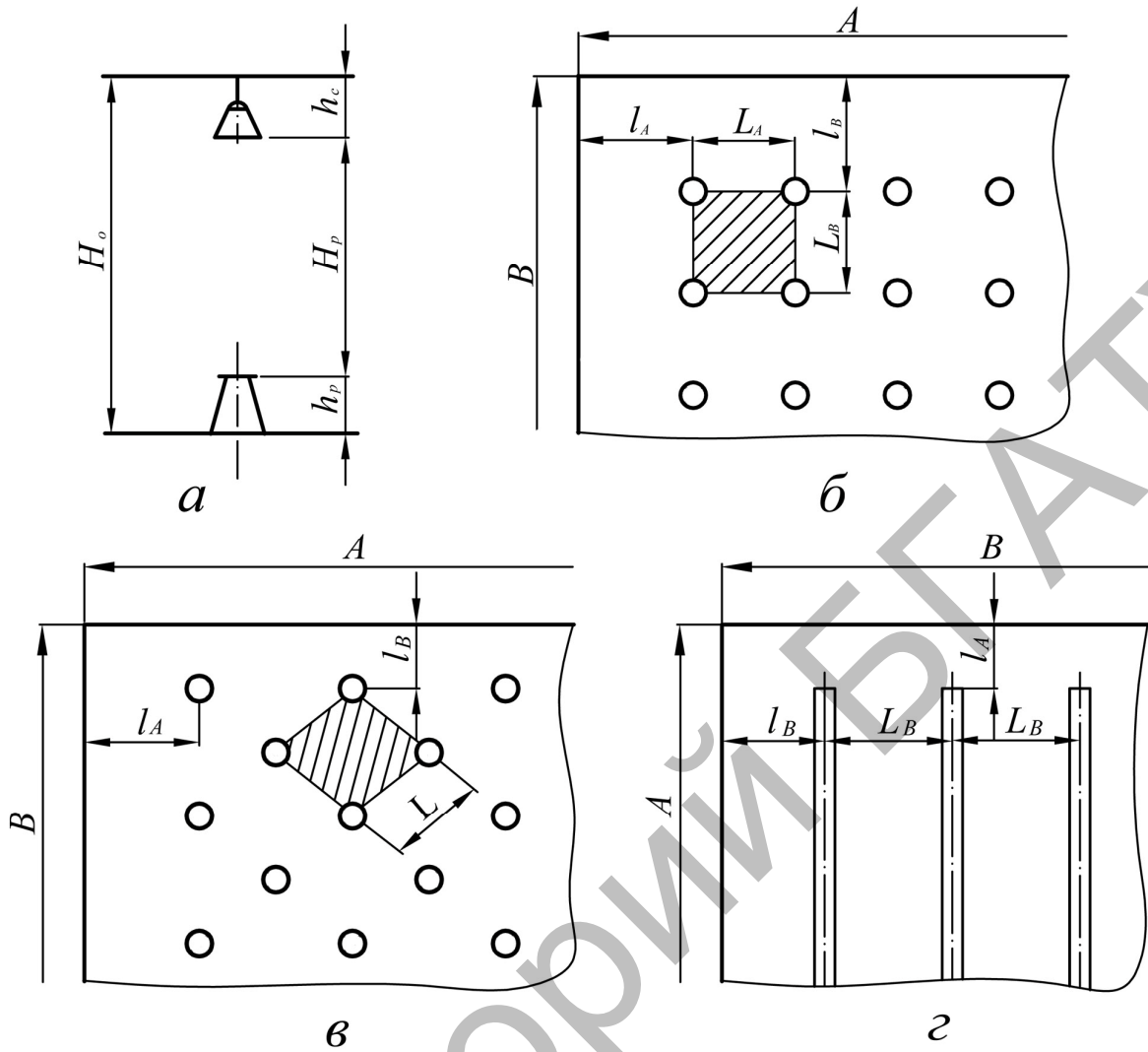


Рисунок 2.1 – Варианты размещения светильников: а – в разрезе; б, в, г – в плане помещения: б – по углам прямоугольников; в – по вершинам ромба; г – в линию (для светильников с люминесцентными лампами)

Тогда по известным значениям $l_{A,B}$ и $L_{A,B}$, длине A и ширине B помещения можно определить:

– число рядов светильников в помещении N_2 :

$$N_2 = \frac{B - 2l_{A,B}}{L_{A,B}} + 1; \quad (2.3)$$

– число светильников в одном ряду N_1 :

$$N_1 = \frac{A - 2l_{A,B}}{L_{A,B}} + 1; \quad (2.4)$$

и, после округления N_1 и N_2 до ближайшего целого, их общее количество в помещении N_Σ :

$$N_{\Sigma} = N_1 \cdot N_2 \quad (2.5)$$

Если расчет расстояния между светильниками в ряду и их рядами производился с учетом светотехнически наивыгоднейшего относительного расстояния, то, как правило, полученные значения N_1 и N_2 округляют до целого числа в сторону наименьшего значения. В случае же расчета по энергетически наивыгоднейшему относительному расстоянию N_1 и N_2 округляют до целого в сторону большего значения.

После определения количества светильников в помещении их размещают на плане помещения и по преобразованным формулам 2.3 и 2.4. При известных значениях N_1 и N_2 определяют действительные расстояния между рядами светильников L_B и светильниками в ряду L_A , а далее расстояния от стены до ближайшего их ряда l_B и ближайшего светильника в ряду l_A .

Отметим, что значения L_A и L_B могут быть получены и по формулам:

$$L_A = \frac{A - 2l_A}{N_1 - 1} \quad \text{и} \quad L_B = \frac{B - 2l_B}{N_2 - 1} \quad (2.6)$$

Определять действительные расстояния между светильниками следует с учетом разумных округлений так, чтобы полученные значения удобно было использовать во время монтажа осветительной установки. При этом необходимо учитывать возможность беспрепятственного доступа к ним для обслуживания и смены вышедших из строя ламп.

Полученные значения L_A и L_B необходимо проверить на выполнение условия $1 \leq L_A / L_B \leq 1,5$ при $L_A > L_B$ или $1 \leq L_B / L_A \leq 1,5$ при $L_B > L_A$. Если условие не выполняется, то следует изменить значения l_A , l_B , L_A и L_B , учитывая производимые округления при расчетах.

Следует отметить, что при проектировании осветительных установок со светильниками с люминесцентными лампами первоначально намечают только число рядов светильников N_2 , а число светильников в ряду N_1 и в помещении N_{Σ} определяют после светотехнического расчета. При этом светотехнические λ_C и энергетические λ_{Σ} наивыгоднейшие относительные расстояния определяют по поперечной кривой силы света светильника.

При локализованном размещении места расположения светильников выбирают в каждом конкретном случае индивидуально для каждого светильника, в зависимости от требований к освещенности отдельных зон помещения. При этом светильники устанавливают с учетом оптимального освещения рабочих мест, предотвращения их затенения громоздкими предметами и обеспечения требуемых уровней освещенности в технологических проходах, учитывая, что освещенность

проходов должна составлять не менее 25 % от нормируемой освещенности, создаваемой светильниками общего освещения на рабочих местах, но не менее 75 лк при газоразрядных лампах и не менее 30 лк при лампах накаливания.

2.6 Расчет мощности источников или определение количества светильников, устанавливаемых в освещаемых помещениях

Светотехнический расчет осветительной установки со светильниками круглосимметричного светораспределения ставит своей целью определение установленной мощности источников, при которой гарантируется обеспечение заданных условий видения окружающих предметов при минимальных затратах на сооружение и эксплуатацию установки. Для осветительной установки со светильниками с люминесцентными лампами, установленными в линию с расстоянием между светильниками менее половины расчетной высоты подвеса, определяется количество светильников в одном ряду и их общего количества в помещении. Иногда возникает необходимость в проверочном расчете – определении освещенности на рабочих поверхностях при известной установленной мощности источников.

Светотехнические расчеты осветительных установок в значительной мере унифицированы и обеспечены необходимыми справочными материалами. В практике проектирования общего электрического освещения помещений наиболее распространены следующие методы расчета: **точечный**, подразделяемый, в зависимости от вида светораспределения светильников, на *методы пространственных изолюкс* (круглосимметричного светораспределения с лампами накаливания, светодиодными, КЛЛ, ДРЛ, ДРИ и ДНаТ) и *линейных изолюкс* (люминесцентные и светодиодные трубчатые лампы); **коэффициента использования светового потока**; **удельной мощности**.

2.6.1 Точечный метод расчета

В основу **точечного метода расчета** положены формулы для определения освещенности точки A поверхности при известных значениях силы света светильников в направлении заданной точки и расстояний от точки до светильников:

$$E_A = \sum_{i=1}^n \frac{I_{\alpha_i} \cdot \cos \beta_i}{l_i^2} \quad \text{или} \quad E_A = \sum_{i=1}^n \frac{I_{\alpha_i} \cdot \cos^3 \alpha_i}{H_{p_i}^2}, \quad (2.7)$$

где I_{α_i} – значение силы света от i -го светильника в направлении освещаемой точки, определяемое по кривой пространственного распределения силы света светильника (КСС), кд;

β_i – угол между нормалью к освещаемой поверхности, на которой расположена точка A , и направлением силы света, град;

l_i – расстояние от источника света до освещаемой точки, м;

α_i – угол между осью симметрии светильника и линией, соединяющей его световой центр с освещаемой точкой, град;

H_{p_i} – расчетная высота подвеса светильника над плоскостью с освещаемой точкой, м (рисунок 2.2).

Точечный метод применяют при расчете общего равномерного и локализованного, местного, вертикальных и наклоненных к горизонту плоскостей, наружного освещения. Он позволяет определить световой поток источников, необходимый для создания требуемой освещенности в любой точке произвольно расположенной плоскости при известном размещении светильников и условии, что отраженный от стен, потолка и рабочей поверхности световой поток не создаст существенной освещенности в рассматриваемой точке.

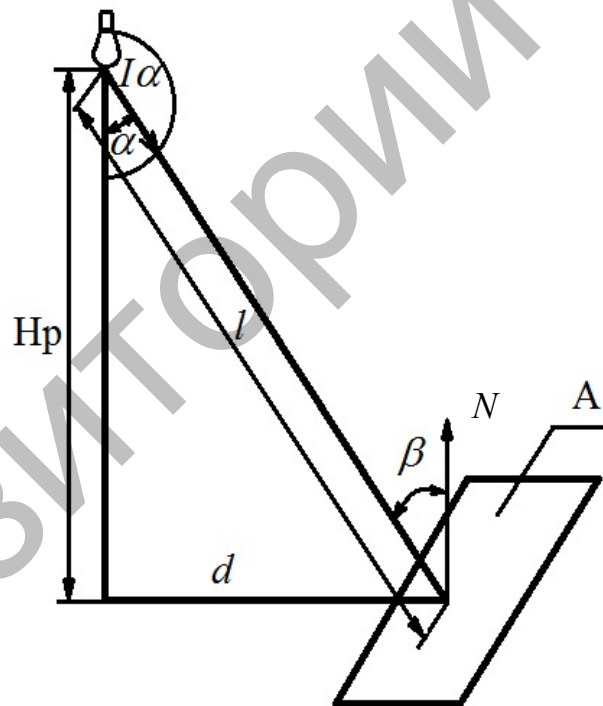


Рисунок 2.2 – Определение освещенности в точке A при известном распределении силы излучения источника: d – расстояние между точкой A и точкой проекции светового центра светильника на горизонтальную

При определении освещенности точки поверхности можно воспользоваться реальным значением силы света светильника в заданном направлении или определить ее по типовой КСС, характерной для рассматриваемого светильника

(последнее дает менее точные расчеты, так как реальное распределение силы света светильника в допустимых пределах несколько отличается от типового). При использовании типовой КСС следует помнить, что она приведена в предположении того, что световой поток условной лампы, установленной в светильник, равен 1000 лм. Следовательно, при определении освещенности точки поверхности по типовой КСС, мы получим не действительную освещенность E_A , а условную e_A . Действительная освещенность E_A и условная освещенность e_A точки A связаны соотношением:

$$E_A = e_A \cdot \Phi_{\text{л}} / 1000, \quad (2.8)$$

где $\Phi_{\text{л}}$ – фактический световой поток установленной в светильник лампы, лм.

Расчет точечным методом при известных значениях КСС светильников с круглосимметричным светораспределением осуществляют в следующей последовательности [11, 12, 13, 17, 18]:

– при известных параметрах размещения светильников в помещении и точке на рабочей поверхности A , в которой нормируется освещенность, для каждого светильника, освещающего точку, определяют тангенс угла падения светового луча на расчетную точку $\text{tg}\alpha$:

$$\text{tg } \alpha = d / H_p \quad (2.9)$$

где H_p – расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м;

d – кратчайшее расстояние между точкой A и точкой проекции светового центра светильника на горизонтальную плоскость, на которой расположена точка A (рисунок 2.2);

– по найденному значению $\text{tg}\alpha$ определяют угол α , $\cos\alpha$ и $\cos^3\alpha$;

– по типовой КСС светильника с условной лампой со световым потоком в 1000 лм для найденного угла определяется сила света I_α и рассчитывается расчетная освещенность E_A (2.7);

– далее определяется световой поток источников Φ_p , обеспечивающих требуемую освещенность E_{min} :

$$\Phi_p = \frac{1000 \cdot E_{\text{min}} \cdot K_3}{\eta_{\cup} \cdot \mu \cdot \Sigma e}; \quad (2.10)$$

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

K_3 – коэффициент запаса;

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

$\eta_{\text{с}}$ – коэффициент полезного действия (КПД) светильника в нижнюю полу-сферу в относительных единицах (приложение Б9);

$\sum e$ – сумма условных освещенностей, создаваемых каждым из близлежащих светильников осветительной установки;

– по значению $\Phi_{\text{р}}$ принимается лампа (приложение 10) стандартной мощности и светового потока $\Phi_{\text{л}}$, значение которого отличается от $\Phi_{\text{р}}$ не более чем на – 10...+20 %, то есть

$$0,9\Phi_{\text{р}} \leq \Phi_{\text{л}} \leq 1,2\Phi_{\text{р}}; \quad (2.11)$$

– после выбора лампы рассчитывают суммарную установленную мощность осветительной установки.

Для вычисления освещенности $E_{\text{А}}$ по формулам 2.7 приходится постоянно, исходя из геометрических соображений, отыскивать кратчайшее расстояние d между точкой A и точкой проекции светового центра светильника на горизонтальную плоскость, на которой расположена точка A , угол β (или α) и расстояние l , что требует дополнительных расчетов.

2.6.2 Метод пространственных изолюкс

С целью упрощения расчетов для светильников с круглосимметричным светораспределением разработаны справочные пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности, создаваемой светильниками с типовыми КСС (приложение Б11). По значениям пространственных изолюкс условной горизонтальной освещенности при известных $H_{\text{р}}$ и d находится точка, определяющая значение условной освещенности $e_{\text{А}}$. Поскольку эта точка на графике лежит чаще всего между изолюксами условной горизонтальной освещенности, а не на изолюксе, то значение условной освещенности $e_{\text{А}}$, как правило, определяется путем линейного интерполирования. Если же значения d и $H_{\text{р}}$ выходят за пределы координат кривых, то можно обе эти координаты увеличить (уменьшить) в n раз так, чтобы точка оказалась в пределах графика, а определенное по графику значение $e_{\text{А}}$ увеличить (уменьшить) в n^2 раз. Значение d определяют обмером по масштабному плану осветительной установки с нанесенными на него местами расположения светильников. Если контрольная точка A на горизонтальной поверхности освещается одновременно несколькими светильниками, то ее освещенность будет равна сумме освещенностей $\sum e$, создаваемых каждым светильником в отдельности.

Из-за использования кривых пространственных изолюкс условной горизонтальной освещенности точечный метод расчета в применении к осветительным установкам со светильниками с круглосимметричным светораспределением называют *методом пространственных изолюкс*.

Расчет осветительной установки методом пространственных изолукс основан на определении требуемого светового потока установленного в светильники источника Φ_p , обеспечивающего нормируемую освещенность в рассматриваемой точке (2.10). При невозможности выбора лампы с указанным допуском (2.11) корректируется расположение светильников и осуществляется перерасчет Φ_p для условия изменившегося размещения светильников.

При выборе ламп накаливания необходимо стремиться, чтобы их мощность по возможности совпадала с допустимой номинальной для данного светильника. Например, если принят светильник типа НСП21, а в результате светотехнического расчета получили мощность лампы, равную 100 Вт, то в процессе уточнения типа желательно принять светильник НСП21-100..., а не НСП21-200... В противном случае можно получить отличающиеся от расчетных значения освещенности из-за изменения КПД и КСС светильника при установке ламп меньшей мощности. В то же время нельзя устанавливать в светильники лампы накаливания большей мощности (хотя это иногда возможно), так как это может привести к перегреву лампы и элементов светильника во время эксплуатации, что повлечет их преждевременный выход из строя. Для газоразрядных ламп высокого давления (ДРЛ, ДРИ и ДНаТ) вообще нельзя принимать мощность лампы, отличающуюся от номинальной для данного светильника, так как установленная в светильник пускорегулирующая аппаратура не обеспечит требуемые эксплуатационные режимы работы лампы.

При использовании точечного метода недостаточно ясным и обоснованным элементом расчета является выбор контрольных точек, в которых следует рассчитывать условную освещенность. ТКП 45-2.04-153-2009 и отраслевые нормы искусственного освещения требуют, чтобы освещенность в любой точке рабочей поверхности была не ниже допустимого минимального значения. Но расчет освещенности во всех точках рабочей поверхности, а потом и выбор точки с минимальным значением, потребуют значительных трудозатрат, даже при использовании компьютера с соответствующим программным обеспечением. Поэтому на практике, как правило, в качестве расчетных выбирают точки освещаемой поверхности, приведенные на исунке 2.3 для различных вариантов размещения светильников.

В практике проектирования не принято выискивать точки абсолютного минимума у стен или в углах, так как если в подобных точках есть рабочие поверхности, то задача доведения в них освещенности до нормы может быть решена увеличением мощности источника в ближайших светильниках или установкой дополнительных светильников.

Также не просто определять, какие светильники следует учитывать при определении $\sum e$. Поэтому при расчетах $\sum e$ учитывают только освещенность, создаваемую светильниками (группами светильников), отстоящими от расчетной точки

по масштабному плану осветительной установки на расстоянии трех наименьших значений d из ряда расстояний расположения светильников от контрольной точки ($d_1, d_2, d_3, d_4, \dots$). На рисунке 2.3 контрольные точки соединены линиями с теми светильниками, от которых обычно определяются значения Σe . При определении Σe не должны учитываться светильники, реально не создающие освещенности в контрольной точке из-за ее затенения оборудованием или самим рабочим при его нормальном фиксированном положении у рабочего места.

Если нормы искусственного освещения устанавливают значение минимальной освещенности на наклонной (или вертикальной) поверхности, то ее определяют через освещенность горизонтальной поверхности в рассматриваемой точке.

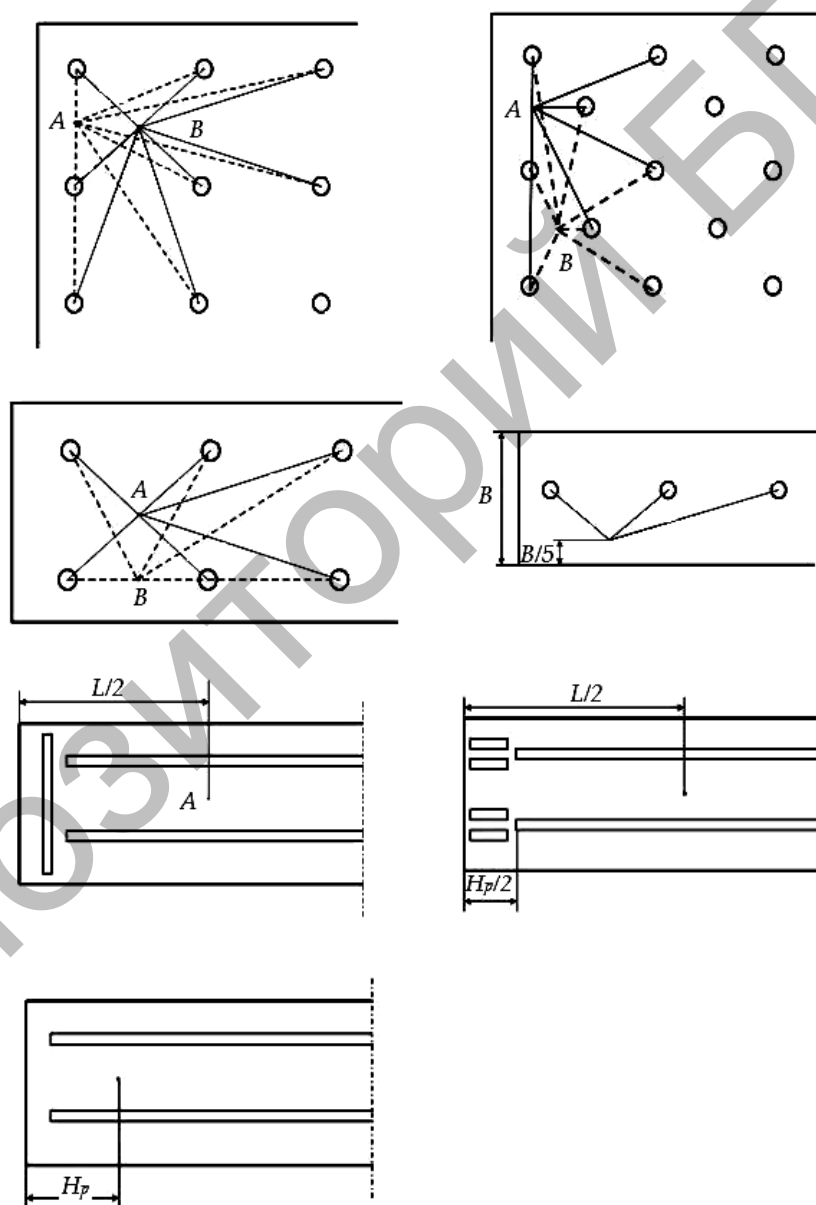


Рисунок 2.3 – К выбору расчетных точек для различных вариантов размещения светильников с лампами накаливания (а также светодиодными, КЛЛ, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ) и люминесцентными лампами

Для расчета освещенности в точке C на наклонной поверхности E_H по значению ее освещенности на горизонтальной поверхности E_G используют формулу:

$$E_H = E_G \left(\cos \Theta \pm \frac{p}{H_p} \sin \Theta \right), \quad (2.12)$$

где p – кратчайшее расстояние от проекции оси симметрии светильника на горизонтальную плоскость, проходящую через точку расчета, до следа пересечения вертикальной и горизонтальной плоскостей (рисунок 2.4);

Θ – угол наклона расчетной плоскости по отношению к плоскости, перпендикулярной к оси симметрии светильника (горизонтальная плоскость).

Знак «минус» в формуле (2.12) ставят при условии $\Theta > \pi/2 + \alpha$. Если расчетная плоскость вертикальна, то $E_H = E_G p / H_p$ или, в частном случае, когда она перпендикулярна проекции направления силы света на горизонтальную поверхность, $E_H = E_G d / H_p$.

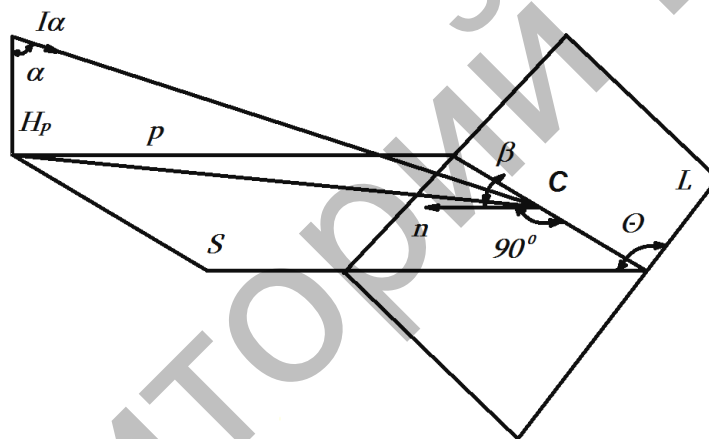


Рисунок 2.4 – К определению освещенности точки наклонной поверхности

Метод пространственных изолюкс является самым точным методом расчета осветительных установок со светильниками круглосимметричного светораспределения. При его применении погрешность расчетов минимальная, поэтому он может быть использован для проверочных расчетов при известном расположении светильников в освещаемом помещении и установленной в них мощности источников. Проверочный расчет производят по формуле (2.10), преобразованной под определение истинной освещенности расчетной точки:

$$E_A = \frac{n_c \Phi_{л} \eta_{\cup} \mu \Sigma e}{1000 K_3} \quad (2.13)$$

где n_c – число ламп в светильнике, шт.

Точечный метод расчета относительно трудоемок, поэтому и применяется не часто (в основном для ответственных и проверочных расчетов, а также тогда, когда другие методы применить невозможно, например, в случае локализованного освещения и освещения наклонных поверхностей).

Расчет осветительной установки с круглосимметричными излучателями точечным методом производится в следующей последовательности:

- при известном размещении светильников на плане помещения намечают контрольные точки и вычисляют в них условную освещенность (2.7);
- по формуле (2.10) рассчитывают требуемое значение светового потока источника, и по расчетному значению светового потока с учетом требований (2.11) выбирают ближайшую стандартную лампу (приложение Б10) и определяют ее мощность;
- подсчитывают суммарную мощность ламп в осветительной установке.

2.6.3 Метод линейных изолюкс

Точечный метод применительно к установкам с люминесцентными лампами называют *методом линейных изолюкс*. Он имеет некоторые отличительные особенности в сопоставлении с методом пространственных изолюкс.

Во-первых, по методу линейных изолюкс производят расчет только осветительных установок, выполненных светильниками (или светильниками, состыкованными в светящуюся линию с расстоянием между ними менее половины расчетной высоты подвеса H_p), длина которых превышает половину расчетной высоты подвеса. Если длина светильников с люминесцентными лампами не превышает половину расчетной высоты подвеса H_p , то их можно принять за точечные и расчет осветительной установки производить не методом линейных изолюкс, а другими методами, например, коэффициента использования светового потока или удельной мощности.

Во-вторых, при расчете освещения от люминесцентных ламп известными величинами являются мощность, число и световой поток ламп в светильнике, а также число рядов светильников. Неизвестные величины, подлежащие определению, – число светильников в освещаемом помещении и в одном ряду.

Излучатели в методе линейных изолюкс рассматриваются как светящиеся линии с линейной плотностью светового потока источников Φ' , $\text{лм} \cdot \text{м}^{-1}$. Линейная плотность светового потока Φ' определяется делением суммарного светового потока ламп в линии Φ_Σ на длину линии L . Линии с равномерно распределенными по длине разрывами l_p между светильниками рассматриваются как непрерывные при соблюдении условия $l_p < 0,5H_p$. В этом случае под L понимается габаритная длина линии, а линейная плотность светового потока определяется как

$$\Phi' = \frac{\Phi_{\Sigma}}{\sum l_p + \sum l_c}, \quad (2.14)$$

где Φ_{Σ} – суммарный световой поток ламп в сплошном элементе светящейся линии длиной $\sum l_c$, лм;

$\sum l_p$ – суммарная длина разрывов в светящейся линии, м;

$\sum l_c$ – суммарная длина светильников в светящейся линии, м.

При $l_p > 0,5H_p$ необходимо для каждого сплошного участка линии отдельно определять Φ' и создаваемую этим участком освещенность в контрольной точке рабочей поверхности.

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 A до проекции светящейся линии на горизонтальную поверхность с рассматриваемой точкой A .

Для облегчения расчетов по методу линейных изолюкс получены справочные кривые изолюкс (приложение Б12), позволяющие при известных значениях H_p , L и p определить условную освещенность e в контрольной точке рабочей поверхности с учетом допущений о том, что рассматриваемая точка расположена против конца светящейся линии, условная линейная плотность светового потока которой $\Phi' = 1000 \text{ лм} \cdot \text{м}^{-1}$, а $H_p = 1 \text{ м}$. Освещенность других точек определяется путем разделения светящейся линии на части или дополнения их воображаемыми отрезками, освещенность из которых затем суммируется или вычитается (рисунок 2.5).

При расчете по кривым линейных изолюкс по плану размещения рядов светильников в помещении обмеряют размеры p и L , определяют отношение $p' = p/H_p$ и $L' = L/H_p$ и находят значение условной освещенности e при координатах p' и L' путем интерполирования между ближайшими линейными изолюксами. Линии, для которых $L' > 4$, при расчетах практически рассматриваются как неограниченно длинные, и значение условной освещенности находят для $L' = 4$.

Суммирование значений e от ближайших рядов или их частей, освещающих точку, дает $\sum e$. Необходимая линейная плотность светового потока определяется как:

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot E_{\min} \cdot K_3 \cdot H_p}{\mu \cdot \sum e}. \quad (2.15)$$

По известному значению Φ' осуществляется компоновка линии. Для этого вначале определяется необходимый световой поток ламп в линии как произведение $\Phi' \cdot L$, а затем – количество светильников в ряду N_1 :

$$N_1 = \frac{\Phi' \cdot L}{n_C \cdot \Phi_L}. \quad (2.16)$$

Значение N_1 округляют до целого и определяют действительные расстояния между светильниками l_p (с учетом протяженности ряда, N_1 и l_C) и суммарное количество светильников в помещении N_Σ (2.5).

Действительное расстояние между светильниками в ряду l_p равно:

$$l_p = \frac{A - N_1 \cdot l_C - 2 \cdot l_A}{N_1 - 1}, \quad (2.17)$$

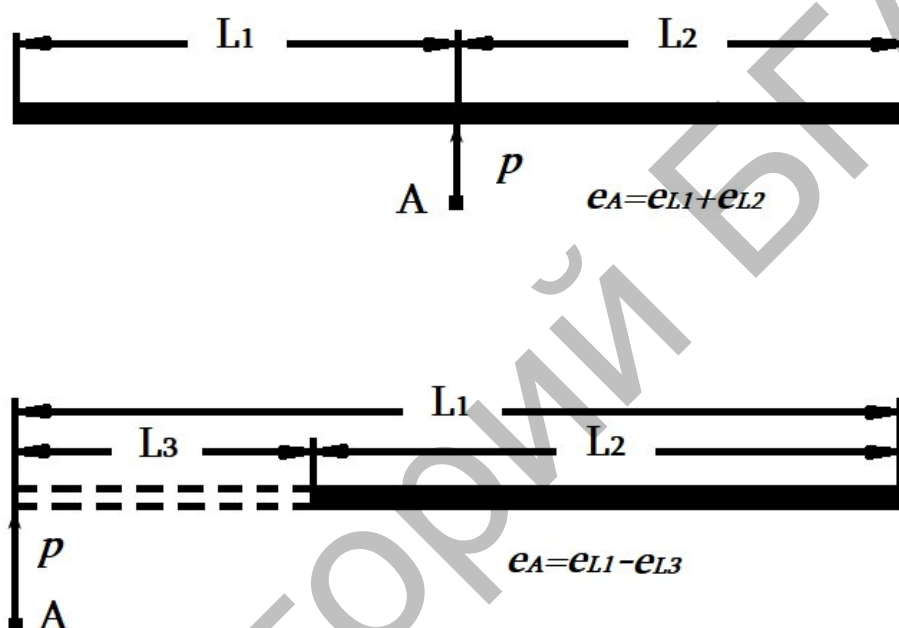


Рисунок 2.5 – К определению условной освещенности в точке, не лежащей против конца

а расстояние между их световыми центрами в ряду L_A :

$$L_A = \frac{A - 2 \cdot l_A}{N_1 - 1}. \quad (2.18)$$

В формулах 2.17 и 2.18: A – длина помещения, м; N_1 – количество светильников в ряду, шт; l_C – длина светильника, м; l_A – расстояние от крайнего светильника в ряду до стены, м.

При выборе контрольных точек следует учесть, что в случае большой длины светящейся линии, начиная примерно от $2H_p$, сильно сказывается уменьшение освещенности у их концов (приблизительно вдвое по сравнению с освещенностью центральных участков). Для компенсации уменьшения освещенности достаточно

продлить линию H_p за пределы освещаемой поверхности или на расстояние $0,5H_p$, или в конце светящейся линии обеспечить двойное значение Φ' (удвоить расчетное количество ламп в светильниках или светильников), или дополнить 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 2.3).

При общем освещении больших помещений часто указанных компенсаций не предусматривается в предположении, что непосредственно у торцевых стен работы не производятся. В этом случае ряды светильников доводятся до торцевых стен и контрольные точки выбираются на расстоянии примерно H_p от конца ряда (рисунок 2.5).

Метод линейных изолукс также применяют для проверочных расчетов при определении фактической освещенности рабочей поверхности и сравнении ее с нормированным значением. При проверочных расчетах формула (2.15) преобразуется в виде:

$$E = \frac{N_1 \cdot n_c \cdot \Phi_L \cdot \mu \cdot \sum e}{1000 \cdot K_3 \cdot H_p \cdot L}. \quad (2.19)$$

2.6.4 Метод коэффициента использования светового потока

Метод коэффициента использования светового потока осветительной установки применяют при расчете общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей в помещении при отсутствии крупных затеняющих предметов и с учетом отраженных от стен и потолка световых потоков. Этим методом можно рассчитать осветительную установку со светильниками с любыми лампами. Метод не пригоден для расчета локализованного и местного освещения, освещения наклонных поверхностей и в случае, когда отдельные участки освещаемой площади рабочих поверхностей затеняются установленным в помещении производственным оборудованием.

При расчете осветительной установки указанным методом учитывается только та часть светового потока источников, которая достигает рабочей поверхности. Основная расчетная формула метода для светильников с круглосимметричным светораспределением:

$$\Phi_p = \frac{E_{\min} \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{n_c \cdot N_{\Sigma} \cdot \eta}, \quad (2.20)$$

где Φ_p – расчетный световой поток лампы осветительной установки, лм;

E_{\min} – нормируемая освещенность, лк;

K_3 – коэффициент запаса;

S – площадь освещаемого помещения, м^2 ;

z – коэффициент минимальной освещенности (отношение средней освещенности к минимальной); n_C – число ламп в светильнике, шт.;

N_Σ – общее число светильников в помещении, шт.;

η – коэффициент использования светового потока в относительных единицах.

Формулу 2.20 применяют при расчете осветительной установки со светильниками с круглосимметричным светораспределением (лампами накаливания, люминесцентными КЛЛ, ДРИ, ДНаТ и ДРЛ, светодиодными), когда в результате размещения светильников в освещаемом пространстве известно их число, но не известна мощность установленных в них источников. Поэтому, определив расчетный световой поток Φ_p и сопоставив его с нормированными значениями световых потоков выпускаемых промышленностью ламп, находим тип и мощность лампы. При этом необходимо учесть, что световой поток выбранной лампы должен отличаться от расчетного не более $-10...+20\%$, то есть соответствовать условию (2.11). Если невозможно выбрать лампу, отвечающую этому условию, то изменяют число светильников в освещаемом помещении с таким расчетом, чтобы расстояние между ними незначительно отличалось от светотехнически наивыгоднейшего $\lambda_C \cdot H_p$.

Неизвестными величинами в формуле (2.20) являются коэффициент использования светового потока η и коэффициент минимальной освещенности z . Значение коэффициента использования светового потока η определяют по справочным таблицам (приложение Б13).

В справочных таблицах коэффициент использования светового потока приводится в зависимости от характера светораспределения светильников (класса светораспределения и формы КСС), коэффициентов отражения потолка $\rho_{\text{П}}$, стен $\rho_{\text{С}}$ и рабочей поверхности $\rho_{\text{Р}}$ (таблица 2.5), площади и формы освещаемого помещения, расчетной высоты подвеса светильников.

Площадь и форма освещаемого помещения, а также расчетная высота подвеса светильников H_p учитываются индексом помещения i , который определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}, \quad (2.21)$$

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

H_p – расчетная высота подвеса светильников, м.

В справочных таблицах приложения Б13 коэффициент использования светового потока η приведен для любых светильников, которые имеют одну и ту же КСС. Для приведения его к расчетному значению следует воспользоваться формулой:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_{\cup} + K_{п.р.} \text{ (или } K'_{п.р.}) \cdot \eta_{\cap}, \quad (2.22)$$

где η_1 – коэффициент использования светового потока осветительной установки, направленного в нижнюю полусферу, отн. ед.;

η_{\cup} и η_{\cap} – КПД светильника соответственно в нижнюю и верхнюю полусферы, отн. ед.;

$K_{п.р.}$ и $K'_{п.р.}$ – усредненные зональные множители для светового потока осветительной установки, направленного в верхнюю полусферу, соответственно, для потолочных и подвесных светильников.

Вклад КПД светильника в верхнюю полусферу (вторая составляющая формулы 2.22) на значение коэффициента использования светового потока η несущественно влияет на результат, поэтому его значение не всегда учитывают.

Принимая значение коэффициентов отражения (таблица 2.5), следует учесть, что в справочных таблицах для определения коэффициента использования светового потока η (приложение Б13) коэффициенты отражения от потолка ρ_{Π} , стен $\rho_{\text{С}}$ и рабочей поверхности $\rho_{\text{Р}}$ приводятся только в определенных сочетаниях, например, в виде: $\rho_{\Pi} = 70, \rho_{\text{С}} = 50, \rho_{\text{Р}} = 10$; $\rho_{\Pi} = 50, \rho_{\text{С}} = 30, \rho_{\text{Р}} = 10$; $\rho_{\Pi} = 30, \rho_{\text{С}} = 10, \rho_{\text{Р}} = 10$ или др

Таблица 2.5 – Рекомендуемые значения коэффициентов отражения в зависимости от параметров светоотражающей поверхности.

Отражающая поверхность	Коэффициент отражения, %
Побеленный потолок и стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Побеленные стены при не завешенных окнах и потолок в серых помещениях; чистый бетонный и светлый деревянный потолок	50
Бетонный потолок в грязных помещениях; деревянный потолок; бетонные стены с окнами; стены, оклеенные светлыми обоями	30
Стены и потолок в помещениях с большим количеством темной пыли; сплошное остекление без штор; красный кирпич не оштукатуренный; стены с темными обоями	10

Укажем так же, что в справочной литературе существуют таблицы и со значениями коэффициентов использования светового потока η для конкретных светильников или групп светильников. Они приводятся, как правило, с учетом КПД светильника в верхнюю и нижнюю полусферы и в расчет по формуле (2.20) принимаются без каких-либо пересчетов.

Анализ приведенных в таблицах значений коэффициента использования светового потока позволяет сделать заключение – η возрастает при: повышении КПД светильника, особенно в нижнюю полусферу; увеличении площади

освещаемого помещения; увеличении коэффициентов отражения поверхностей стен, потолка и рабочей поверхности; приближении формы помещения к квадрату; сужении формы КСС; уменьшении расчетной высоты подвеса светильников.

Коэффициент минимальной освещенности z вводится для того, чтобы обеспечивать освещенность в любой точке рабочей поверхности не ниже нормируемой. При расчете освещения от светильников с лампами накаливания, светодиодными, КЛЛ, ДРЛ, ДРИ и ДНаТ z принимают равным 1,15, с люминесцентными лампами $z = 1,1$, а для всех светильников отраженного света $z = 1,0$.

Порядок расчета осветительной установки, выполненной светильниками с круглосимметричным светораспределением, по методу коэффициента использования светового потока следующий:

- 1) проверяют применимость метода;
- 2) определяют коэффициенты отражения потолка $\rho_{\text{П}}$, стен $\rho_{\text{С}}$ и рабочей поверхности $\rho_{\text{Р}}$ и индекс помещения i ;
- 3) определяют коэффициент использования светового потока η и вычисляют требуемый световой поток источника света (2.20);
- 4) подбирают по таблице выпускаемых промышленностью ламп ближайшую по световому потоку с учетом ограничений (2.11);
- 5) подсчитывают суммарную установленную мощность осветительной установки.

При расчете осветительных установок с линейными источниками излучения (люминесцентными лампами) после выбора светильника и типа источника света известными величинами являются мощность, количество и световой поток ламп, а после предварительного размещения светильников – число рядов светильников. Поэтому пп. 3 и 4 порядка расчета видоизменяются:

- 3) определяют коэффициент использования светового потока η и вычисляют число светильников в освещаемом помещении (2.23);
- 4) определяют число светильников в одном ряду N_1 и расстояние между их световыми центрами (2.17, 2.18).

Количество светильников в помещении N_{Σ} определяют по несколько видоизмененной формуле (2.20):

$$N_{\Sigma} = \frac{E_{\min} \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{n_c \cdot \Phi_{\text{Л}} \cdot \eta}, \quad (2.23)$$

где $\Phi_{\text{Л}}$ – световой поток лампы принятого типа и мощности, лм.

Далее количество светильников в помещении N_{Σ} округляют, как правило, в сторону увеличения, а его значение должно быть кратным количеству рядов N_2 . После чего определяют число светильников в ряду N_1

$$N_1 = \frac{N_{\Sigma}}{N_2}, \quad (2.24)$$

где: N_2 – число рядов светильников в помещении.

Затем определяют расстояния (м): между светильниками в ряду l_p (2.17); между световыми центрами светильников в ряду L_A (2.18) и от крайнего светильника в ряду до стены l_A и проверяют выполнение условия $1 \leq L_A / L_B \leq 1,5$ при $L_A > L_B$ или $1 \leq L_B / L_A \leq 1,5$ при $L_B > L_A$. Если условие не выполняется, то изменяют значения l_A , l_B или L_B и производят перерасчет осветительной установки при изменившихся исходных данных.

2.6.5 Метод удельной мощности

Метод удельной мощности применяют 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. п. Следует отметить, что данный метод является приближенным и применяется довольно редко. К сожалению, из-за отсутствия необходимой справочной информации о значениях удельной мощности этим методом на сегодняшний день невозможно произвести расчет осветительных установок со светодиодными лампами. Для расчета таких установок приходится пользоваться иными изложенными выше методами.

В основу этого метода положены результаты многочисленных расчетов средних значений мощности источников, приходящихся на 1 м^2 освещаемой поверхности. На основе подобных результатов составлены справочные таблицы (приложения Б14, Б15 и Б16), позволяющие при соответствии всех параметров осветительной установки паспортным данным таблиц определить необходимую удельную мощность источников ($p_{уд}$), которая обеспечивает требуемые условия освещения.

К паспортным данным таблиц удельной мощности при лампах накаливания относятся: тип светильников; нормируемая освещенность; коэффициент запаса (при его значениях, отличных от указанных в таблицах, допускается пропорциональный пересчет значений удельной мощности); коэффициенты отражения поверхностей помещения (таблицы рассчитаны для коэффициентов отражения потолка $\rho_{п} = 50 \%$, стен $\rho_{с} = 30 \%$ и рабочей поверхности $\rho_{р} = 10 \%$ (допускается при более светлых поверхностях уменьшать, а при более темных – увеличивать $p_{уд}$ на 10%); напряжение питания источников света (для ламп накаливания – 230 В).

Для газоразрядных ламп высокого и низкого давления сохраняет силу все вышесказанное, но со следующими отличиями: таблицы приводятся только для освещенности 100 лк, так как в данном случае имеет место прямая пропорциональность между E_{\min} и $p_{уд}$; таблицы составлены без учета напряжения сети, к которому подключают источники.

Порядок расчета по методу удельной мощности будет такой:

1. По расчетной высоте подвеса H_p и площади освещаемого помещения S для выбранного типа светильника по справочной таблице определяют табличное значение удельной мощности источника $p'_{уд}$, которое затем корректируют для приведения в соответствие всех параметров осветительной установки паспортным данным таблиц.

После корректировки получается расчетное значение удельной мощности источников $p_{уд}$. Таким образом, при расчете осветительной установки с лампами накаливания имеем:

$$p_{уд} = p'_{уд} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.25)$$

где K_1 – коэффициент приведения коэффициента запаса к табличному значению;

K_2 – коэффициент приведения коэффициентов отражения поверхностей помещения к табличному значению;

K_3 – коэффициент приведения напряжения питания источников к табличному значению.

Формула для корректировки расчетного значения удельной мощности газоразрядных источников высокого и низкого давления может быть представлена в виде:

$$p_{уд} = p'_{уд} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot E_{\min} / 100. \quad (2.26)$$

Для удлиненных помещений ($A > 2,5B$) табличное значение удельной мощности $p'_{уд}$ находят для условной площади $2B^2$.

2. Расчетную единичную мощность источника P_p (за исключением люминесцентных ламп) определяют по формуле:

$$P_p = (p_{уд} \cdot S) / (N_{\Sigma} \cdot n_c), \quad (2.27)$$

где n_c – число ламп в светильнике, шт.;

N_{Σ} – общее число светильников в помещении, шт.

3. По расчетной мощности лампы P_p с учетом шкалы мощностей выпускаемых промышленностью источников света выбирают подходящую лампу, исходя из требования:

$$0,9P_p \leq P_{л} \leq 1,2P_p. \quad (2.28)$$

Следует помнить, что при необходимости замены ламп накаливания на более экономичные, например, светодиодные лампы или КЛЛ, то табличное значение $p'_{уд}$ необходимо определять для иного значения нормируемой минимальной освещенности рабочей поверхности E_{min} в соответствии с требованиями, приведенными выше (§2.3), так как значения E_{min} при освещении лампами накаливания и газоразрядными люминесцентными лампами отличаются. Светодиодные лампы, учитывая их значение светоотдачи и цветности излучения, при определении E_{min} отнесем к классу газоразрядных люминесцентных ламп.

При расчете осветительной установки, выполненной светильниками с люминесцентными лампами, методом удельной мощности вычисляют не требуемую мощность лампы, а общее число светильников в помещении N_{Σ} :

$$N_{\Sigma} = (p_{уд} \cdot S) / (P_{л} \cdot n_{с}). \quad (2.29)$$

После чего N_{Σ} округляют, как правило, в сторону увеличения с учетом кратности количеству рядов N_2 . и определяют число светильников в ряду N_1 (2.24) и расстояние между ними L_A (2.18).

Проверяют выполнение условия $1 \leq L_A / L_B \leq 1,5$ при $L_A > L_B$ или $1 \leq L_B / L_A \leq 1,5$ при $L_B > L_A$. Если условие не выполняется, то изменяют значения L_A , L_B или L_B и производят перерасчет осветительной установки при изменившихся исходных данных.

2.6.6 Светотехническая ведомость осветительной установки

По завершении светотехнических расчетов *всех* помещений здания (помещений, указанных в задании требуемыми методами и остальных помещений любыми допустимыми методами) составляется светотехническая ведомость, и заполняются ранее не указанные параметры размещения светильников в проектируемых осветительных установках помещений например, значения N_1 , L_A и l_A .

Светотехническая ведомость подводит итог всем произведенным расчетам и в полной мере, с параметрами размещения светильников (таблица 2.5 (приложение А)) позволяет судить об осветительных установках здания.

3. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Для изготовления электрической сети светотехнической установки применяют изолированные электропровода, небронированные силовые кабели и электроустановочные изделия – групповые щитки, выключатели и переключатели, штепсельные соединения в виде вилок и розеток, блоки из комбинаций выключателей и розеток,

светорегуляторы и другое электротехническое оборудование. Следовательно, при проектировании электрической сети все электротехническое оборудование должно быть предусмотрено и определены места его установки.

Правильно спроектированные электрические сети светотехнических установок должны обеспечивать оптимальную их работу при минимальных затратах финансовых, материально-технических и трудовых ресурсов.

При разработке проекта электрической сети светотехнической установки рекомендуется придерживаться следующей последовательности рассмотрения основных вопросов: выбор напряжения и схемы питания электрической сети; определение мест расположения групповых щитков и трассы сети; выбор марки проводов и способов их прокладки; составление принципиальной схемы сети; расчет и проверка сечения проводников; выбор защиты сети от аварийных режимов; составление сметы и спецификации; разработка (при необходимости) специальных мероприятий по охране труда и технике безопасности, организации эксплуатации, экономии электрической энергии.

3.1 Выбор напряжения и схемы питания электрической сети

Питание источников оптического излучения в сельскохозяйственном производстве осуществляется от системы TN трехфазного тока с глухозаземленной нейтралью (в исполнении $TN-S$ или $TN-C-S$) напряжением 400/230 В. При этом источники подключаются к фазному и нулевому или фазным проводам сети в зависимости от их номинального напряжения. Тем не менее при выборе того или иного значения питающего осветительные приборы напряжения следует исходить из степени опасности поражения людей и животных электрическим током в рассматриваемом помещении (зоне).

В помещениях без повышенной опасности напряжение 230 В допускается для всех светильников общего назначения независимо от высоты их установки. Газоразрядные лампы высокого давления (ДРЛ, ДРИ, ДНаТ и им подобные), рассчитанные на напряжение 400 В допускается подключать на линейное напряжение системы 400/230 В.

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при установке светильников с лампами накаливания на высоте более 2,5 м над полом допускается применять напряжение 230 В. При высоте установки светильников менее 2,5 м должны применяться светильники, конструкция которых исключает возможность доступа к лампе без специальных приспособлений. В противном случае напряжение питания источников должно быть не выше 50 В. Разрешается установка светильников с люминесцентными лампами на высоте менее 2,5 м при условии, что их контактные части будут недоступны для случайных прикосновений.

Стационарные светильники местного освещения с лампами накаливания в помещениях без повышенной опасности должны питаться от электрической сети напряжением 230 В, а в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных – не выше 50 В. Для питания переносных светильников в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных также должно применяться напряжение не выше 50 В. В случаях, когда опасность поражения электрическим током усугубляется теснотой, неудобным положением работающего, соприкосновением с большими металлическими хорошо заземленными поверхностями, питание переносных светильников должно осуществляться напряжением не выше 12 В. Для подключения светильников на пониженное напряжение, например, 36 или 12 В, должны быть предусмотрены понижающие трансформаторы.

Электрические сети осветительных установок, прокладываемые от источников питания до потребителей, состоят из питающих, распределительных и групповых линий.

Питающие и распределительные электрические сети обычно выполняют в трехфазном исполнении – четырехпроводными для систем в исполнении *TN-C* и *TN-C-S* или пятипроводными для системы в исполнении *TN-S*, а групповые в зависимости от нагрузки и длины: в однофазном исполнении – двух- и трехпроводными, двухфазном – трех- и четырехпроводными, трехфазном – четырех- и пятипроводными, соответственно для систем *TN-C* и *TN-S* или *TN-C-S*. Трехфазное (реже двухфазное) исполнение групповой сети внутреннего освещения применяют при большой длине и установленной мощности осветительного оборудования, стремлении сократить общую протяженность проводов и кабелей, уменьшить расход цветного металла на ее сооружение и выполнить нормативные требования по величине коэффициента пульсации освещенности.

При наличии в осветительной установке светильников аварийного освещения необходимо предусматривать независимый источник питания или их автоматическое включение при исчезновении напряжения в сети рабочего освещения. При этом допускается сети рабочего и аварийного освещения подключать к разным трансформаторам двухтрансформаторных подстанций при питании трансформаторов от разных независимых источников. Светильники эвакуационного освещения в производственных зданиях с естественным освещением, в жилых и общественных зданиях, независимо от наличия в них естественного освещения, должны быть присоединены к сети, не зависящей от сети рабочего освещения, начиная от подстанции (вводного устройства, вводно-распределительного устройства или главного распределительного щита), или при наличии только одного ввода (в здание или зону работы на открытом пространстве), начиная от этого ввода.

Рабочее освещение рекомендуется питать по самостоятельным линиям от вводного устройства (ВУ), вводно-распределительного устройства (ВРУ) или главного распределительного щита (ГРЩ), которые могут быть проложены общими с трассами питания силовых электроприемников. При этом рабочее и аварийное (безопасности и эвакуационное) освещение допускается питать от общих линий с электросиловыми установками или от силовых распределительных пунктов (кроме производственных зданий и помещений без естественного освещения). При питании осветительной сети от силовых распределительных пунктов, к которым присоединены непосредственно силовые электроприемники, осветительная сеть должна подключаться к вводным зажимам этих пунктов.

Линии питающей сети рабочего и аварийного (безопасности и эвакуационное) освещения должны иметь в распределительных устройствах, от которых эти линии отходят, самостоятельные аппараты защиты и управления для каждой линии. Допускается устанавливать общий аппарат управления для нескольких линий одного вида освещения или установок, отходящих от распределительного устройства.

Распределительную сеть, как правило, выполняют магистральными, радиальными или радиально-магистральными кабельными линиями. При радиальной схеме питания к каждому групповому щитку и пункту питания наружного освещения от ВУ (ВРУ, ГРЩ) подводится самостоятельная линия, не имеющая ответвлений на всем протяжении. При магистральной схеме одна линия предназначена для питания нескольких групповых щитков (в том числе и посредством ответвлений), размещенных в помещении последовательно один за другим. Радиально-магистральная схема питания сочетает в себе элементы как радиальной, так и магистральной.

Радиальные сети отличаются меньшим сечением проводников, но имеют большую протяженность. Их целесообразно предусматривать лишь при относительно большой установленной мощности электроприемников (200 и более Вт). Применение чисто магистральной сети также не всегда является целесообразным. В целях сокращения общей протяженности сети магистральные линии могут совмещаться и заменяться одной радиальной с установкой распределительного пункта в месте дальнейшего разветвления, от которого могут отходить как магистральные, так и радиальные линии. При планировке электрической сети светотехнической установки возможны различные варианты ее выполнения, например, даже в пределах одной радиально-магистральной схемы. Поэтому, когда преимущества любого из рассматриваемых вариантов не очевидны, необходимо прибегать к сопоставлению их технико-экономических показателей.

Каждую групповую линию по всей длине выполняют с одинаковым числом проводников одного и того же сечения. Они должны быть защищены установленными

в начале линии на всех фазных проводниках предохранителями или автоматическими выключателями. Установка аппаратов защиты в нулевых защитных проводниках запрещается.

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, в одном коробе, лотке при условии, что приняты меры, исключающие возможность их повреждения при неисправности проводов рабочего освещения. Отдельными групповыми линиями осуществляется питание светильников дежурного освещения.

При устройстве электрической сети светотехнической установки важным условием обеспечения безопасности является исключение возможности обрыва нулевого провода, последствием чего может стать поражение электрическим током людей и животных при попадании в аварийном режиме напряжения на корпус токопроводящего оборудования. Поэтому ТКП [7] устанавливают жесткие требования к устройству и минимально допустимому сечению нулевых рабочего и защитного проводников.

Рабочие нулевые проводники групповых линий должны прокладываться при применении металлических труб совместно с фазными проводниками в одной трубе, а при прокладке кабелями или многожильными проводами должны быть заключены в общую оболочку с фазными проводами. При этом нулевые рабочие проводники должны иметь изоляцию, равноценную изоляции фазных проводников.

В однофазных (двухпроводных) сетях площади сечения нулевого рабочего (N) и фазного проводников должны быть равны. Сечение нулевого рабочего проводника в трехфазных (четырепроводных) сетях с лампами люминесцентными, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ при одновременном отключении всех фазных проводов линии должно выбираться:

- для участков сети, по которым протекает ток от ламп с компенсированным ПРА, – равным сечению фазного проводника независимо от его значения;
- для участков сети, по которым протекает ток от ламп с некомпенсированным ПРА, – равным сечению фазного проводника, если оно меньше или равно 16 мм^2 для медных и 25 мм^2 для алюминиевых проводов.

При защите трехфазных участков сети предохранителями или автоматическими выключателями сечения нулевого рабочего и фазного проводов должны быть одинаковыми.

В качестве нулевого защитного (PE) проводника могут использоваться:

- специально предусмотренные проводники (отдельные жилы многожильных кабелей; провода в общей оболочке с фазными проводами; стационарно проложенные изолированные и неизолированные проводники);

- открытые проводящие части электроустановок (алюминиевые оболочки кабелей; стальные трубы электропроводки, металлические конструкции шинопроводов и комплектных устройств заводского изготовления);
- некоторые сторонние проводящие части (металлические строительные конструкции зданий и сооружений; арматура железобетонных строительных конструкций; металлические конструкции производственного назначения).

Использование открытых и сторонних проводящих частей в качестве *PE*-проводника допускается, если они отвечают требованиям к проводимости и непрерывности электрической цепи; невозможности их демонтажа без специально принятых мер по сохранению проводимости и непрерывности электрической цепи. В качестве *PE*-проводника не допускается использовать несущие тросы при тросовой электропроводке, металлорукава, свинцовые оболочки проводов и кабелей, трубопроводы (газоснабжения и других взрывоопасных веществ и смесей), трубы канализации и центрального отопления.

Наименьшая площадь сечения нулевых защитных (*PE*) проводников при сечении фазных проводников не более 16 мм^2 должна быть равна сечению фазного проводника. Если нулевые защитные проводники изготовлены из материала, отличающегося от материала изготовления фазных проводников, то их сечение должно быть эквивалентно по проводимости фазным проводникам указанного сечения. Во всех случаях сечение нулевого защитного проводника, не входящего в состав кабеля или проложенного не в общей оболочке (трубе, коробе, лотке) с фазными проводниками, должно быть не менее при алюминиевой жиле – 16 мм^2 и при медной жиле – $2,5 \text{ мм}^2$ при наличии и 4 мм^2 при отсутствии механической защиты.

В многофазных стационарных электрических сетях функции нулевого рабочего (*N*) и защитного (*PE*) проводников могут быть совмещены в одном (*PEN*) проводнике при условии, что площадь его сечения не менее 10 мм^2 в исполнении из меди и не менее 16 мм^2 – из алюминия.

Не допускается совмещать функции нулевого рабочего и защитного проводников в цепях однофазного исполнения, за исключением ответвлений от воздушных линий напряжением до 1 кВ к однофазным потребителям электроэнергии. Не допускается использовать сторонние проводящие части в качестве единственного *PEN*-проводника.

3.2 Определение количества и мест расположения групповых щитков, выбор их типа и компоновка трассы сети

Групповые линии электрической сети подключают к осветительным групповым щиткам, в которых размещаются аппараты защиты от токов короткого замыкания и перегрева, коммутации, управления и автоматического отключения при утечке тока на защитное заземление. Для уменьшения протяженности и сечения проводников групповой сети осветительные щитки устанавливают в помещениях с благоприятными условиями среды, по возможности в центре осветительной нагрузки, в местах, удобных для обслуживания: проходах, коридорах, на лестничных клетках. Не рекомендуется их устанавливать в запираемых и во взрыво- и пожароопасных помещениях. Если управление светотехнической установкой осуществляется со щитков, то их размещают таким образом, чтобы с места их установки были видны отключаемые ряды светильников.

При компоновке внутренних электрических сетей светильники разбивают на группы, намечают места установки осветительных щитков, светильников, выключателей и розеток. При этом электрическую нагрузку стремятся распределить так, чтобы по возможности равномерно загрузить фазы питающей сети.

Групповая линия, как правило, должна содержать на фазу не более 20 ламп накаливания, ДРЛ, ДРИ или ДНаТ, включая в это число также штепсельные розетки. Для групповых линий, питающих светильники с люминесцентными лампами мощностью до 80 Вт, на фазу рекомендуется присоединять до 60 ламп. При мощности люминесцентных ламп до 40 Вт допускается к групповой линии присоединять до 75 ламп и при мощности до 20 Вт – до 100 ламп. В производственных, общественных и жилых зданиях на однофазные группы освещения лестниц, этажных коридоров, холлов, технических подполий и чердаков допускается присоединять до 60 ламп накаливания мощностью до 60 Вт.

Каждую групповую линию по всей длине выполняют с одинаковым числом проводников одного и того же сечения. Они должны быть защищены установленными в начале линии на всех фазных проводниках предохранителями или автоматическими выключателями. Установка аппаратов защиты в нулевых защитных проводниках запрещается.

Однофазные групповые линии целесообразно применять для небольших и средних помещений при установке светильников с лампами накаливания мощностью до 200 Вт или светильников с люминесцентными лампами. Применение трехфазных групповых линий экономично в больших помещениях (птичниках, коровниках и т. п.), освещаемых как лампами накаливания, так и газоразрядными лампами.

При разбивке электрической сети на группы большое значение имеет выбор трассы сети, которая должна быть не только короткой, но и наиболее удобной для монтажа и обслуживания. Прокладка сети по геометрически кратчайшим трассам практически невозможна или нецелесообразна по причинам конструктивного и технологического характера. При выборе трассы прокладки сети следует учитывать конструктивные, эксплуатационные и эстетические требования. Трасса электрической сети, особенно при открытой проводке, должна проходить параллельно или перпендикулярно к плоскостям, углам стен и потолка помещения. Только при скрытой проводке на горизонтальных плоскостях допускается применять прямолинейную трассировку между фиксированными точками сети.

При напряжении выше 50 В в помещениях без повышенной опасности открытую проводку выполняют на высоте не менее 2 м, а в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных – 2,5 м от пола. При напряжении до 50 В в любых помещениях открытую электропроводку рекомендуется выполнять на высоте не менее 2 м. При пересечении трасс открытых электропроводок с трубопроводами расстояние между ними в свету должно быть не менее 50 мм, а с трубопроводами, содержащими горючие или легковоспламеняющиеся жидкости и газы, – не менее 100 мм. При параллельной их прокладке соответственно 100 и 400 мм.

Трасса электрической сети и способ ее прокладки должны соответствовать запланированным рядам размещения светильников, способом их установки и обеспечивать подключение светильников, осветительных щитков, выключателей, розеток и другого электротехнического оборудования.

Количество групповых осветительных щитков ($n_{щ}$) определяют исходя из размеров здания (длины A и ширины B) и рекомендуемой протяженности групповых линий (r): трехфазных напряжением 400/230 В – до 80 м, однофазных напряжением 230 В – до 35 м. Ориентировочное расчетное количество осветительных групповых щитков можно определить по формуле:

$$n_{щ} = \sqrt{A^2 + B^2} / (2r), \quad (3.1)$$

где $n_{щ}$ – расчетное количество групповых щитков, шт.; A , B – длина и ширина здания, м;

r – рекомендуемая протяженность групповой линии, м.

Для уменьшения протяженности и сечения проводов групповой сети осветительные щитки по возможности устанавливают в центре электрической нагрузки, координаты которого можно определить по формулам:

$$x_{ц} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i x_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \text{ и } y_{ц} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i y_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (3.2)$$

где $x_{ц}$, $y_{ц}$ – координаты центра электрических нагрузок в координатных осях x , y ;
 P_i – мощность i -й электрической нагрузки (с учетом потерь в ПРА), Вт (кВт);
 x_i , y_i – координаты i -й электрической нагрузки в координатных осях x , y .

Групповые осветительные щитки выбирают в зависимости от количества групповых линий, используемых аппаратов управления и защиты (учитывая и предназначенные для возможного резерва), величины расчетного тока групповой сети, исполнения по степени защиты от окружающей среды и категории размещения. В зависимости от условий среды в помещениях применяют групповые щитки незащищенные, защищенные и защищенные с уплотнением. Защищенные с уплотнением щитки предназначены для установки в производственных помещениях с тяжелыми условиями среды. При выборе групповых щитков предпочтение следует отдавать щиткам заводского изготовления и при отсутствии таковых выбирать пластиковые или металлические боксы с DIN-рейками и компоновать их необходимыми автоматическими выключателями и устройствами, например, типа УЗО.

Выбранные трассы питающих, распределительных и групповых линий, места установки групповых щитков, светильников, выключателей и розеток и др. электрооборудования наносят на план помещений проектируемого здания в соответствии с условными обозначениями, регламентированными [1, 3, 5, 6].

3.3 Выбор марки проводов (кабелей) и способа прокладки

Выбор марки проводов и кабелей для электрической сети осветительной установки производится с учетом: вида электропроводки (открытая и скрытая прокладка); способа прокладки (в трубах, коробах, лотках, рукавах, на тросе и т. д.); категории поверхности, на (в) которой осуществляется прокладка (сгораемая, трудносгораемая, несгораемая); категории помещения (зоны) по условиям окружающей среды (сухие, пыльные, влажные, сырые, особо сырые, особо сырые с химически активной или органической средой, пожаро- или взрывоопасные и т. д.); материала токопроводящих жил (медь, алюминий или др.); количества токопроводящих жил (одна, две, три, четыре или пять); площади сечения токопроводящих жил (1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25 и т. д. мм²); защитной изоляции и оболочки на токоподводящих жилах (поливинилхлоридной, полиэтиленовой, наиритовой, резиновой, и др.); номинального напряжения.

Выбор марки проводов и кабелей для электрической сети осветительной установки следует производить в соответствии с приведенными в приложении 17 рекомендациями, учитывая при этом требования к электрическим сетям пожаро-,

взрыво- и электробезопасности проектируемых помещений. При наличии нескольких условий, регламентирующих требования к электрической сети помещения, выбранные марки провода или кабеля должны удовлетворять всем указанным нормативным требованиям.

При выборе марок проводов и кабелей для электропроводок главное внимание уделяется их оболочкам и изоляции, которые должны соответствовать способу прокладки, условиям окружающей среды и номинальному напряжению сети. Так, в животноводческих и птицеводческих помещениях, где воздух содержит большую концентрацию аммиака и влаги, провода с резиновой изоляцией не используют.

Для выполнения внутренних электропроводок на сельскохозяйственных объектах широкое применение нашли провода и кабели с алюминиевыми жилами. Провода и кабели с медными жилами необходимо применять: во взрывоопасных помещениях классов В-I и В-Ia; в помещениях с химически активной средой, разрушающе действующей на алюминий; для зарядки светильников подвесных, на кранах и переносных; при прокладке по вибрирующим основаниям; для открытых проводок в чердачных помещениях.

Для присоединения передвижных и переносных осветительных установок применяют гибкие кабели с медными жилами в резиновой изоляции и резиновой оболочке, например, типов КГ, КРПГ.

Основные типы установочных проводов и кабелей представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные технические параметры установочных проводов и кабелей, применяемых для изготовления электрических сетей сельскохозяйственных осветительных установок

Марка провода (кабеля)	Характеристика изделия	Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Количество жил
1	2	3	4
ПВ (АПВ)	Провод с медной (алюминиевой) жилой и поливинилхлоридной изоляцией	0,5...95	1
ПР (АПР)	Провод с медной (алюминиевой) жилой и резиновой изоляцией в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	0,75...120	1
ПРВ (АПРВ)	Провод с медной (алюминиевой) жилой и резиновой изоляцией, в хлопчатобумажной оплетке, пропитанной противогнилостным составом, в оболочке из поливинилхлоридного пластика	1...6	1
ПРТО (АПРТО)	Многожильный провод с медной (алюминиевой) жилой и резиновой изоляцией, в хлопчатобумажной оплетке, пропитанной противогнилостным составом	0,75...120	1, 2, 3, 7, 10

Марка провода (кабеля)	Характеристика изделия	Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Количество жил
1	2	3	4
ПРН (АПРН)	Провод с медной (алюминиевой) жилой, резиновой изоляцией и резиновой (наиритовой) оболочкой	1,5...120	1
ПП (АПП)	Провод с медной (алюминиевой) жилой и полиэтиленовой изоляцией	1,5...120	1
ППВ (АППВ)	Провод с медной (алюминиевой) жилой и полиэтиленовой изоляцией, плоский	0,75...4	2, 3
ВВГ (АВВГ)	Кабель с медной (алюминиевой) жилой, поливинилхлоридной изоляцией жил, в поливинилхлоридной оболочке и без защитного покрова (голый)	1,5...50	1, 2, 3, 4, 5
ВРГ (АВРГ)	Кабель с медной (алюминиевой) жилой, поливинилхлоридной изоляцией жил, в резиновой оболочке и без защитного покрова (голый)	1,5...120	1, 2, 3, 4, 5
НРГ (АНРГ)	Кабель с медной (алюминиевой) жилой, в резиновой изоляции и герметической наиритовой оболочке, без защитного покрова (голый)	1,5...120	1, 2, 3, 4, 5
ПВГ (АПВГ)	Кабель с медной (алюминиевой) жилой, полиэтиленовой изоляцией и поливинилхлоридной оболочкой	1,5...50	1, 2, 3, 4, 5
ПвВГ (АПвВГ)	Кабель с медной (алюминиевой) жилой жилой и изоляцией из силанольносшитого полиэтилена и оболочкой из ПВХ пластика	1,5...50	1, 2, 3, 4, 5, 6
ПвВГ-П (АПвВГ-П)	Кабель с медной (алюминиевой) жилой и изоляцией из силанольносшитого полиэтилена и оболочкой из ПВХ пластика (плоский)	1,5...50	1, 2, 3, 4, 5, 6

Электропроводки подразделяются на два вида: открытые и скрытые. Открытая электропроводка предусматривает прокладку проводов и кабелей непосредственно по поверхностям стен, потолков, фермам и другим строительным элементам зданий и сооружений, внутри стальных или пластмассовых труб, в лотках, коробах, металлическом рукаве и т. д. Скрытая электропроводка предусматривает прокладку проводов и кабелей внутри конструктивных элементов зданий и сооружений (под штукатуркой, в стенах, полах, фундаментах, пустотах, перекрытиях), в том числе прокладываемых и в пластмассовых или стальных трубах, пластиковом или металлическом рукаве.

Наиболее совершенной является скрытая проводка. Провода, проложенные скрыто, не портят эстетического вида помещения, не подвергаются воздействию

внешней среды и не получают механических повреждений. Однако наиболее дешевой является открытая проводка.

При проектировании сельскохозяйственных объектов следует применять следующие способы прокладки электропроводок: на тросе; на лотках и в коробах; в пластмассовых и стальных трубах; в металлических, резино- и пластикотехнических гибких рукавах; в каналах строительных конструкций; по строительным основаниям и конструкциям. В высоких помещениях (производственных) часто бывает целесообразно осуществлять прокладку на тросе. При этом светильники можно располагать на сравнительно небольшой высоте, что облегчает доступ к ним, упрощает монтаж и дает экономию проводов за счет сокращения длины спусков к светильникам.

При выборе того или иного способа прокладки электропроводки необходимо учитывать условия среды, строительные особенности помещения, архитектурно-художественные требования и, наконец, технико-экономические показатели. Выбор способа прокладки сети по возможности должен соответствовать предусмотренному заводом-изготовителем способу установки светильников (на потолке, крюке, трубе и т. д.).

3.4 Расчет сечения проводов (кабелей), и расчет вставок коммутационно-защитной аппаратуры, выбор и расчет компенсирующих устройств

Сечения проводников электрической сети светотехнической установки определяют исходя из: допустимой максимальной температуры нагрева (длительно допустимого тока); допустимого падения напряжения (отклонения напряжения у наиболее удаленного источника); электромеханических нагрузок, которые могут иметь место вследствие токов короткого замыкания; механических нагрузок, которым могут подвергаться проводники (механической прочности); максимального полного сопротивления по отношению к рабочим характеристикам защиты от токов короткого замыкания (тока аппарата защиты); требований экономичности [7, 9, 24].

Электрические сети светотехнических установок сельскохозяйственных зданий и сооружений отличаются относительно большой протяженностью, небольшой установленной мощностью электрических нагрузок и, как правило, удаленностью от питающих их трансформаторных подстанций. Учитывая эти обстоятельства, с целью снижения трудоемкости расчетов определение сечения их проводников целесообразно начинать с выполнения требования к обеспечению допустимого отклонения напряжения у наиболее удаленного источника, то есть по допустимой потере напряжения. Поэтому до начала расчета требуется составить принципиальную схему питающей электрической сети и определить значения допустимых (располагаемых) потерь напряжения на ее участках.

Значение допустимых (располагаемых) потерь напряжения в сети $\Delta U_{\text{доп}}$ можно определить при известных параметрах как:

$$\Delta U_{\text{доп}} = \Delta U_{\text{xx}} - \Delta U_{\text{л}} - \Delta U_{\text{т}}, \quad (3.3)$$

где $\Delta U_{\text{доп}}$ – допустимая потеря напряжения в сети, %;

ΔU_{xx} – напряжение холостого хода на шинах низшего напряжения трансформатора, %;

$\Delta U_{\text{л}}$ – минимально допустимое напряжение у наиболее удаленных ламп, %;

$\Delta U_{\text{т}}$ – потеря напряжения в трансформаторе, к которому подключена осветительная установка, %.

Значение допустимых потерь напряжения в линии $\Delta U_{\text{л}}$ определяется суммой значений потерь (превышений) напряжений в питающей $\Delta U_{\text{п}}$, распределительной $\Delta U_{\text{р}}$ и групповой $\Delta U_{\text{г}}$ ее составляющих линиях, то есть $\Delta U_{\text{л}} = \Delta U_{\text{п}} + \Delta U_{\text{р}} + \Delta U_{\text{г}}$. Следовательно допустимые потери напряжения внутри помещения $\Delta U_{\text{пом}}$, в котором выбирается сечение проводников электрической сети осветительной установки, могут быть определены как $\Delta U_{\text{пом}} = \Delta U_{\text{р}} + \Delta U_{\text{г}}$ или

$$\Delta U_{\text{пом}} = \Delta U_{\text{xx}} - \Delta U_{\text{т}} - \Delta U_{\text{п}}. \quad (3.4)$$

При определении допустимого напряжения у наиболее удаленных ламп $\Delta U_{\text{л}}$ необходимо исходить из следующих требований [7, 25]:

– снижение напряжения по отношению к номинальному не должно у наиболее удаленных источников превышать 5 % для рабочего освещения промышленных, общественных и жилых зданий, наружных осветительных установок (считая от выводов низшего напряжения понижающих трансформаторов);

– напряжение у источников должно быть не более 105 % номинального.

Определяя допустимые потери напряжения в электрической сети светотехнической установки $\Delta U_{\text{пом}}$ при известной (существующей или проектируемой) схеме всей электрической сети от питающего трансформатора до всех подключенных к ней электрических нагрузок, значение входящих в формулу (3.4) параметров может быть вычислено по известным выражениям [13, 26], следовательно, и значение $\Delta U_{\text{пом}}$ в этом случае определяется расчетным путем. Так как при выборе сечения проводников электрической сети светотехнической установки при выполнении курсового проекта (работы) по дисциплине в задании не приводится принципиальная схема всей питающей электрической сети и неизвестными значениями являются U_{xx} , $\Delta U_{\text{т}}$ и $\Delta U_{\text{п}}$, то в расчетах рекомендуется принимать приближенное значение $\Delta U_{\text{пом}}$, равное 2,0...2,5 %.

При выборе сечения проводников по допустимой потере напряжения в расчетных формулах исходят из момента нагрузки всех распределительных и групповых линий электрической сети осветительной установки. Для определения

моментов нагрузки предварительно составляется принципиальная расчетная схема электрической сети, в которую включаются все входящие в сеть электроприемники, в частности, светильники и розетки (рисунок 3.1).

На принципиальной расчетной схеме указываются расстояния между узловыми точками сети l_{i-j} и установленная (расчетная) мощность потребителя (светильника, розетки) P_i . При этом P_i определяется с учетом потерь мощности в ПРА (для светильников с газоразрядными лампами) и коэффициента спроса нагрузки [13]:

$$P_i = K_C \cdot \sum_{i=1}^n K_{\text{ПРА}i} \cdot P_{\text{НОМ}i}, \quad (3.5)$$

где K_C – коэффициент спроса нагрузки: для групповых линий и распределительных линий, питающих отдельные групповые щитки, может быть принят равным 1,0; для розеток, питающихся от групповых линий – 1,0; для розеток при расчете распределительных линий – 0,2;

$K_{\text{ПРА}i}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в ПРА: для ламп накаливания и светодиодных ламп равен 1,0; для газоразрядных ламп с электромагнитными ПРА – 1,2 (с ЭПРА – 1,05...1,1);

$P_{\text{НОМ}i}$ – номинальная мощность i -й лампы (для розеток принимается равной 0,06), кВт; n – количество ламп в светильнике.

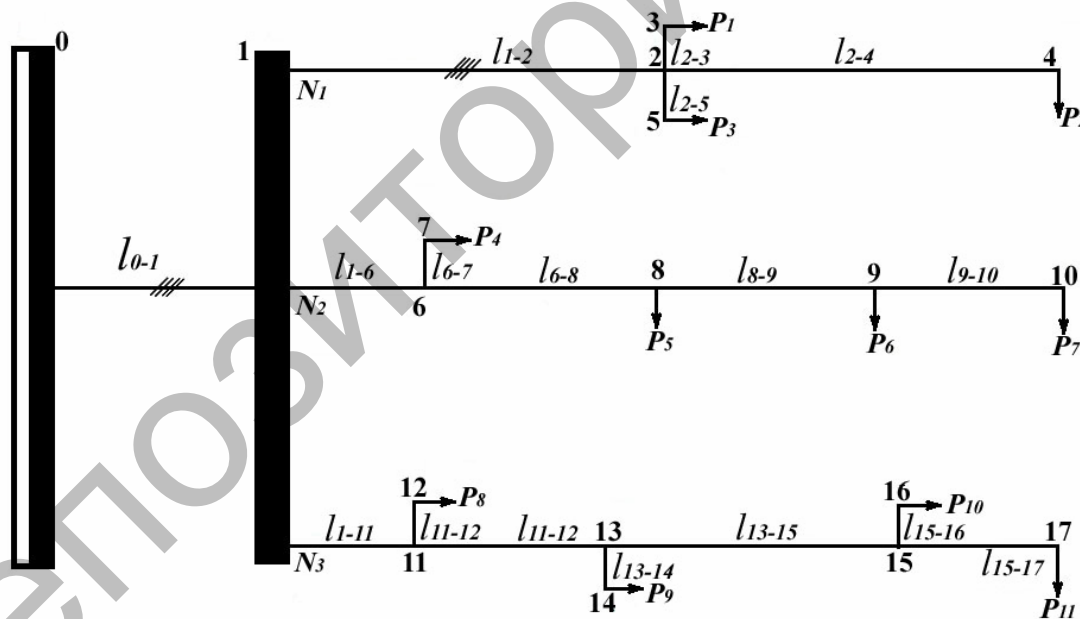


Рисунок 3.1 – Пример расчетной схемы электрической сети, на которой пятьюперечеркнутыми линиями указано количество проводов на участке (трехфазная сеть с отдельными рабочим и защитным заземлениями), а на участках однофазной сети с отдельными рабочим и защитным заземлениями перечеркивание может отсутствовать

Момент нагрузки i -го участка электрической сети M_i определяется при сосредоточенной нагрузке как произведение установленной (расчетной) мощности

потребителя P_i (кВт) на длину линии l_i , то есть $M_i = P_i \cdot l_i$ (кВт · м). Поэтому при составлении принципиальной расчетной схемы электрической сети не обязательно указывать на ней всех потребителей, а можно их объединять в группы при обязательном соблюдении условия равенства моментов нагрузки условной и реальной сетей. Например, при замене на принципиальной расчетной схеме реального участка сети на условный, должно быть соблюдено условие $M_y = M_p$, например, для схем, изображенных на рисунке 3.2.

$$M_y = P_1 \cdot l_{0-1} + P_2 \cdot (l_{0-1} + l_{1-2}) + P_3 \cdot (l_{0-1} + l_{1-2} + l_{2-3}) + \\ + P_4 \cdot (l_{0-1} + l_{1-2} + l_{2-3} + l_{3-4}) = M_p = P_5 \cdot l_{0-5}, \quad (3.6)$$

при $P_5 = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$.

Формула для расчета M_y может быть представлена и в виде:

$$M_y = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \cdot l_{0-1} + (P_2 + P_3 + P_4) \cdot l_{1-2} + (P_3 + P_4) \cdot l_{2-3} + P_4 \cdot l_{3-4}. \quad (3.7)$$

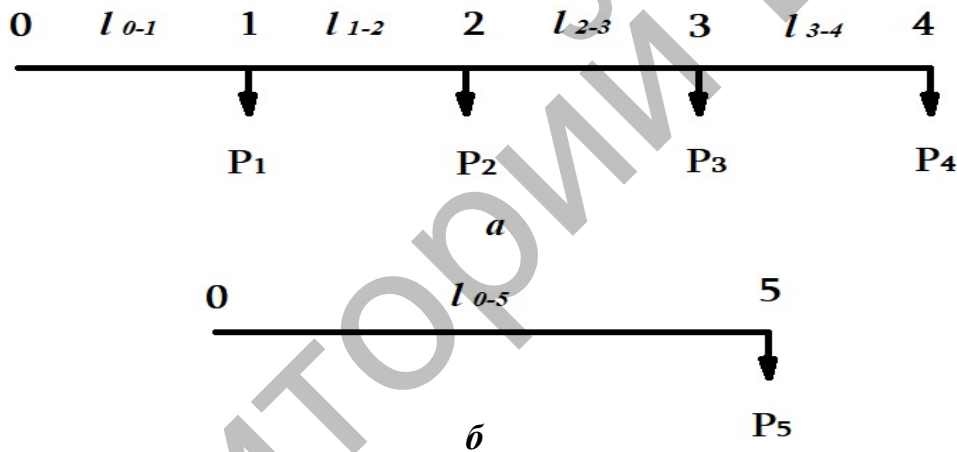


Рисунок 3.2 – К построению расчетной схемы путем замены

Таким образом, при замене на принципиальной расчетной схеме реального участка сети, состоящего из группы светильников с одинаковой установленной в них мощностью источников, присоединенных в групповой сети с равными интервалами, расчетным участком, рассредоточенная в линии нагрузка заменяется сосредоточенной, приложенной к середине участка.

Если групповая линия состоит из нескольких участков с одинаковым сечением проводников и различными нагрузками, то суммарный момент нагрузки равен сумме моментов нагрузок отдельных участков.

Составив расчетную схему, приступают к определению необходимого сечения проводников, исходя из допустимых потерь напряжения в электрической

сети, что обеспечивает минимум расхода проводникового материала на ее изготовление. Затем выбранные сечения проводов (кабелей) проверяют на их соответствие требованиям механической прочности, допустимому нагреву и току срабатывания защитного аппарата.

Сечение проводников S электрической сети по допустимой потере напряжения определяют по формуле:

$$S = \frac{\sum M + \sum \alpha \cdot m}{C \cdot \Delta U}, \quad (3.8)$$

где $\sum M = P_i \cdot l_i$ – сумма моментов нагрузки данного и всех последующих участков электрической сети с тем же числом проводников, что и на расчетном, кВт · м;

$\sum \alpha \cdot m$ – сумма моментов нагрузки всех ответвлений, имеющих иное число проводников, чем на рассчитываемом участке, кВт · м;

α – коэффициент приведения моментов нагрузки, определяемый числом проводников на рассчитываемом участке и в ответвлениях (таблица 3.2);

C – расчетный коэффициент, зависящий от номинального напряжения, системы сети и рода тока, а также материала проводника (таблица 3.3);

ΔU – расчетное значение допустимой потери напряжения сети протяженностью от начала рассчитываемого участка до наиболее удаленного электроприемника, %;

P_i – установленная (расчетная) мощность электропотребителей на i -м участке, кВт;

l_i – протяженность i -го участка, м.

Если воспользоваться приведенной на рисунке 3.1 расчетной схемой электрической сети осветительной установки, то, по выражению (3.8), сечение проводов на головном участке 0-1 определится как:

$$S_{0-1} = (P_1 + \dots + P_{11}) \cdot l_{0-1} + (P_1 + P_2 + P_3) \cdot l_{1-2} + \alpha_{2-4} \cdot [P_1 \cdot l_{2-3} + P_2 \cdot l_{2-4} + P_3 \cdot l_{2-5} + (P_4 + \dots + P_7) \cdot l_{1-6} + P_4 \cdot l_{6-7} + (P_5 + P_6 + P_7) \cdot l_{6-8} + (P_6 + P_7) \cdot l_{8-9} + P_7 \cdot l_{9-10} + (P_8 + \dots + P_{11}) \cdot l_{1-11} + P_8 \cdot l_{11-12} + (P_9 + P_{10} + P_{11}) \cdot l_{11-13} + (P_{10} + P_{11}) \cdot l_{13-15} + P_{10} \cdot l_{15-16} + P_{11} \cdot l_{15-17}] / (C_4 \cdot \Delta U). \quad (3.9)$$

Таблица 3.2 – Значения коэффициентов приведения моментов

Линия	Ответвление	Значение коэффициента
Трехфазная с нулевым рабочим проводником	Однофазное	1,83
	Двухфазное с нулевым рабочим проводником	1,37

Линия	Ответвление	Значение коэффициента
Двухфазная с нулевым рабочим проводником	Однофазное	1,33
Трехфазная без нулевого рабочего проводника	Двухфазное (двухпроводное)	1,15

Таблица 3.3 – Значения коэффициента С при расчете электрической сети по допустимой потере напряжения

Номинальное напряжение, В	Система сети и род тока	Значения коэффициента для проводников из:	
		меди	алюминия
400/230	Трехфазная с нулевым рабочим проводником	77	46
400/230	Двухфазная с нулевым рабочим проводником	34	20
230	Однофазная (двухпроводная)	12,8	7,7
36	То же	0,34	0,21
24	То же	0,153	0,092
12	То же	0,038	0,0234

Полученное по расчету сечение головного участка сети округляют до ближайшего большего стандартного и проверяют по механической прочности, нагреву и току защитного аппарата.

Проверка сечения проводов по механической прочности производится путем сравнения значения, принятого по результатам расчетов, с минимально допустимым для принятого способа прокладки и материала проводника (таблица 3.4).

По нагреву сечение проводов проверяют путем сопоставления значений тока, протекающего по проводам и нагревающего их, с длительно допустимыми для принятого сечения и марки (изоляции, материала токопроводящих жил) проводов и кабелей при принятом способе прокладки (таблица 3.5).

Проверка осуществляется на выполнение условия $I_p \leq I_{\text{доп}}$, где I_p – рабочий ток, протекающий в токопроводящей жиле при полной загрузке сети; $I_{\text{доп}}$ – длительно допустимый ток для заданного сечения и марки провода или кабеля при принятом способе прокладки.

Для прокладки проводов и кабелей в воздухе и случаях, когда его температура существенно отличается от 25 °С, при определении $I_{\text{доп}}$ его справочное, приведенное в таблицах 3.5...3.7 значение умножают на поправочный коэффициент, принимаемый по таблице 3.8 [7].

Для трехфазной сети с нулевым рабочим проводником или без него при равномерной нагрузке фаз рабочий ток I_p равен:

$$I_p = P / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \cos \varphi). \quad (3.10)$$

Для двухфазной сети с нулевым рабочим проводником при равномерной нагрузке фаз:

$$I_p = P / 2 \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi . \quad (3.11)$$

Для однофазной (двухпроводной) сети, а также каждой из фаз двух- и трехфазных сетей с нулевым рабочим проводником при любой, в том числе и неравномерной, нагрузке:

$$I_p = P / (U_{\phi} \cdot \cos \varphi) , \quad (3.12)$$

где P – расчетная мощность нагрузки (включая потери в ПРА газоразрядных ламп), Вт;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности (для ламп накаливания равен 1,0, люминесцентных ламп – 0,92 для светильников с двумя и более лампами и 0,9 для светильников с одной лампой, газоразрядных ламп высокого давления – 0,5), ($\cos \varphi$ для светильников с люминесцентными лампами, оснащенными ЭПРА (включая компактные люминесцентные лампы), равен 0,95...0,98).

U_L и U_{ϕ} – линейное и фазное напряжения, В.

При неравномерной нагрузке фаз активная нагрузка трехфазной линии принимается равной утроенному, а двухфазной – удвоенному значению наиболее загруженной фазы.

Таблица 3.4 – Минимально допустимые сечения токопроводящих жил проводов и кабелей в электропроводках [7]

Наименование проводников и способ прокладки	Сечение жил, мм ²	
	алюминиевых	медных
Незащищенные изолированные провода внутри помещений при прокладке:		
– непосредственно по основаниям, на роликах, клицах и тросах;	2,5	1
– на лотках, в коробах (кроме глухих) для жил, присоединяемых к винтовым зажимам	2	1
Незащищенные изолированные провода в наружных электропроводках:		
– по стенам, конструкциям или опорам на изоляторах	4	2,5
Незащищенные и защищенные изолированные провода и кабели в трубах, металлических рукавах и глухих коробах	2	1
Кабели и защищенные провода для стационарной электропроводки (без труб, рукавов и глухих коробов):		
– для жил, присоединяемых к винтовым зажимам	2	1
Защищенные и незащищенные провода и кабели, прокладываемые в замкнутых каналах или замоноличенно (в строительных конструкциях или под штукатуркой)	2	1

Таблица 3.5 – Длительно допустимый ток $I_{\text{доп}}$ для проводов с резиновой и поливиниловой изоляциями [7]

Сечение проводящей жилы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одножильных	трех одножильных	четырёх одножильных	одного двухжильного	одного трехжильного
с алюминиевыми жилами						
2,5	24	20	19	19	19	16
3	27	24	22	21	22	18
4	32	28	28	23	25	21
5	36	32	30	27	28	24
6	39	36	32	30	31	28
8	46	43	40	37	38	32
10	60	50	47	39	42	38
с медными жилами						
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
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50

Таблица 3.6 – Длительно допустимый ток $I_{\text{доп}}$ для кабелей напряжением до 1 кВ с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинил- хлоридной и резиновой оболочках, бронированных и небронированных [7]

Сечение проводящей жилы, мм ²	Ток для кабелей, А				
	одножильных	двухжильных		Трехжильных	
	при прокладке				
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
с алюминиевыми жилами					
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	36
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
с медными жилами					
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115

Таблица 3.7 – Длительно допустимый ток $I_{доп}$ для кабелей напряжением до 1 кВ из сшитого полиэтилена [7]

Сечение проводящей жилы, мм ²	Ток для кабелей, А			
	трехжильных		Четырехжильных	
	при прокладке			
	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
с алюминиевыми жилами				
2,5	24	32	23	29
4	34	42	31	39
6	43	50	40	46
10	58	67	54	62
16	78	87	72	81
25	102	113	95	105
с медными жилами				
1,5	24	32	23	29
2,5	32	42	30	39
4	43	54	40	50
6	57	66	53	61
10	77	87	71	81
16	101	113	94	105

3.4.1 Расчет и проверка сечения проводников электрической сети, защита сети от аварийных режимов

Электрическую сеть осветительных установок защищают от аварийных режимов (токов однофазного короткого замыкания) и, для ряда помещений, от токов перегрузки. Для защиты от токов однофазного короткого замыкания применяют плавкие предохранители и, что предпочтительно, автоматические выключатели, при защите от аварийных режимов и токов перегрузки – только автоматические выключатели. Аппараты защиты выбирают по номинальным значениям напряжения и тока, предельному значению отключающего тока, а автоматические выключатели – и по токам срабатывания теплового и электромагнитного выключателей.

Защита электрических сетей осветительных установок от токов короткого замыкания должна выполняться во всех случаях. Защита от токов перегрузки – в случаях исполнения сети:

- открыто проложенными проводниками с горючей наружной оболочкой или изоляцией;
- в пожароопасных зонах, жилых и общественных зданиях, торговых и служебно-бытовых помещениях промышленных предприятий, включая сети бытовых и переносных электроприемников;

– всех видов и назначений во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia, В-II и В-IIa.

Аппараты защиты групповой сети устанавливают в местах присоединения защищаемых проводов к распределительной линии (распределительные и групповые щиты). В нулевых проводах аппараты защиты устанавливать запрещено, за исключением взрывоопасных помещений класса В-I.

Чтобы избежать ложных срабатываний защитных аппаратов из-за пусковых токов осветительных установок, при их выборе необходимо соблюдать соотношения, приведенные в таблице 3.9.

После выбора вставок защитных аппаратов производят проверку сечения жил проводников на соответствие расчетному току вставки защитного аппарата:

$$I_{\text{доп}} \geq K_3 \cdot I_B, \quad (3.13)$$

где K_3 – коэффициент кратности длительно допустимого тока проводника к номинальному току или току срабатывания защитного аппарата.

Таблица 3.8 – Поправочные коэффициенты на длительно допустимый ток $I_{\text{доп}}$ проводов и кабелей в зависимости от температуры окружающей среды [7]

Проводники с изоляцией	Значения коэффициентов при расчетной температуре окружающей среды, °C								
	0	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45
резиновой, поливинилхлоридной и полиэтиленовой	1,22	1,17	1,15	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71
из сшитого полиэтилена	1,21	1,14	1,11	1,04	1,0	0,96	0,92	0,88	0,83

Если соотношение между длительно допустимым током проводника и током вставки защитного аппарата не соответствует нормируемому, то сечение проводника выбирают из соображений трехкратного превышения тока короткого замыкания номинального тока плавкой вставки предохранителя, теплового или комбинированного расцепителя автоматического выключателя. Во взрывоопасных помещениях это соотношение должно быть не менее 4 при предохранителях и 6 при автоматических выключателях.

Таблица 3.9 – Минимальные отношения тока аппаратов защиты I_B к расчетному току линии

Тип защитного аппарата	Лампы накаливания		Люминесцентные лампы	Газоразрядные лампы высокого давления
	до 300 Вт	более 300 Вт		
Предохранители	$I_B \geq I_P$	$I_B \geq 1,2 I_P$	$I_B \geq I_P$	$I_B \geq 1,2 I_P$
Автоматические выключатели с тепловыми расцепителями с вставками:				
– до 50 А;	$I_B \geq 1,4 I_P$	$I_B \geq 1,4 I_P$	$I_B \geq I_P$	$I_B \geq 1,4 I_P$

Тип защитного аппарата	Лампы накаливания		Люминесцентные лампы	Газоразрядные лампы высокого давления
	до 300 Вт	более 300 Вт		
– более 50 А			$I_B \geq I_P$	$I_B \geq I_P$
Автоматические выключатели с комбинированными расцепителями с вставками:				
– до 50 А;	$I_B \geq 1,4I_P$	$I_B \geq 1,4I_P$	$I_B \geq I_P$	$I_B \geq 1,4I_P$
– более 50 А			$I_B \geq I_P$	$I_B \geq I_P$

Если по одному из условий проверки (механической прочности, нагреву или защите от аварийных режимов) принятое сечение проводника не проходит, то его увеличивают до ближайшего большего по шкале завода-производителя, изготавливающего провода или кабеля принятой марки.

После окончательного выбора сечения проводов на рассчитываемом участке (в нашем случае для распределительной линии) определяют фактические потери напряжения на этом участке, для чего уравнение (3.8) решают относительно ΔU :

$$\Delta U_{0-1} = (P_1 + P_3 + \dots + P_{11}) \cdot l_{0-1} \cdot K_C / (C_4 \cdot S_{0-1(\text{ГОСТ})}), \quad (3.14)$$

где $S_{0-1(\text{ГОСТ})}$ – принятое стандартное сечение проводника на участке 0–1, мм².

Сечение проводников на последующих участках электрической сети определяют с учетом значений располагаемых потерь напряжения, которые определяются путем вычитания потерь напряжения на предшествующих участках электрической сети от значения допустимой потери напряжения сети протяженностью от начала до наиболее удаленного электроприемника $\Delta U_{\text{доп}}$. Например, располагаемые потери напряжения для участка 1–10 ΔU_{1-10} в рассматриваемом нами варианте (рисунок 3.1): $\Delta U_{1-10} = \Delta U_{\text{доп}} - \Delta U_{0-1}$. Следовательно, сечение проводника на участке 1–10 будет определяться как:

$$S_{1-10} = (P_4 \cdot l_{1-7} + P_5 \cdot l_{1-8} + P_6 \cdot l_{1-9} + P_7 \cdot l_{1-10}) / (C_2 \cdot \Delta U_{1-10}). \quad (3.15)$$

Примечание. C_2 – индекс при коэффициенте C в формуле 3.14 указывает на то, что коэффициент следует принять для однофазной (двухпроводной) линии (таблица 3.3).

3.5 Разработка принципиальных электрических схем питающей и групповых сетей и автоматизации управления осветительной установкой

Для снижения расхода электрической энергии в осветительной установке должна быть предусмотрена рациональная система управления ею, обеспечивающая

удобство эксплуатации, минимальные затраты времени на включение (отключение) осветительных приборов, максимальное использование естественного света, требования к режимам работы технологического оборудования.

Рациональная система управления осветительной установкой обуславливается предъявляемыми к ней техническими, экономическими и технологическими требованиями. Технические и экономические требования в основном определяются снижением материальных и финансовых ресурсов, затрат труда, экономией электрической энергии и предотвращением выхода из строя источников. Технологические требования, предъявляемые к осветительным установкам сельскохозяйственного назначения, исходят из того, что на развитие, продуктивность и жизнедеятельность животных (птицы, растений) определенное фотобиологическое, фотопериодическое и терапевтическое действие оказывает видимое излучение. Это действие многогранно и, в первую очередь, определяется освещенностью, экспозицией и периодичностью освещения рабочей поверхности, частотой изменения и продолжительностью светлого и темного времени суток, спектральным составом излучения.

Технические, экономические и технологические требования указывают на то, что управление должно обеспечивать полное или частичное включение (отключение) осветительной установки по времени; включение (отключение) отдельных светильников, их групп или всех светильников в помещении в зависимости от уровня освещения, создаваемого естественным светом; различные уровни или плавное изменение освещенности рабочей поверхности в зависимости от агрозоотехнических требований к содержанию животных и птицы, выращиванию растений определенных возрастных групп или периодов.

Способы управления осветительной установкой разделяют на ручное или автоматическое, местное или дистанционное, автономное или централизованное включение (выключение) осветительных приборов или изменение освещенности рабочей поверхности.

В практике применяются различные способы и схемы управления осветительными установками. При ручном управлении включение (отключение) отдельных светильников (их групп или всех светильников в помещении) осуществляют, как правило, с помощью выключателей (переключателей). При наличии более одного входа в помещении может быть применено управление осветительной установкой, например, с двух мест, когда включение (отключение) светильников осуществляется от каждого входа независимо от положения коммуникационных аппаратов у других входов. При этом для управления применяются однополюсные двухпозиционные переключатели (переходные без нейтрального положения).

Следует отметить, что такие коридорные схемы отличаются удобством управления осветительной установкой и в то же время требуют для их изготовления почти в два раза большего расхода проводов или кабелей. При этом их проводники могут иметь большее сечение, так как путь тока от начала линии до светильника возрастает, что необходимо учитывать при расчете электрической сети по допустимой потере напряжения.

При разработке схем управления следует учесть, что наибольшая экономия электрической энергии в осветительных установках достигается при полной автоматизации их управления с учетом использования естественного освещения, присутствия людей в помещении, времени и продолжительности производственного процесса. При этом автоматическое управление осветительной установкой может достигаться как путем дискретного управления (отключение всех или части светильников), так и плавным изменением мощности источников света (всех, каждого или группы светильников в индивидуальном порядке). В схемах автоматического дискретного управления освещением (светильником, их группой или осветительной установкой в целом) используют различного рода таймеры (реле времени), фотореле (фотоавтоматы), работающие по сигналам датчиков естественной освещенности, фотоакустические автоматы и автоматические выключатели освещения, оснащенные датчиками присутствия людей (животных) или их движения.

Управление осветительными установками по времени применяют в случаях: включения и отключения светильников в соответствии с графиком работы технологического оборудования; отключения рабочего освещения на время обеденных перерывов; частичного отключения светильников наружного освещения в ночное время; снижения уровня напряжения в осветительных установках аварийного и дежурного освещения, лестничных клеток и подъездов в ночное время при использовании светильников с лампами накаливания; выполнения технологических и агрозоотехнических требований к продолжительности светлого и темного времени суток и др. При организации управления осветительными установками по заданным заранее графикам следует учитывать, что при таком способе управления экономится до 10...15 % электрической энергии.

При разработке схем автоматического управления осветительными установками по времени используют различного рода программные реле времени (таймеры), командные приборы и устройства, как электромеханические, так и электронные, в том числе программируемые. По принципу действия они бывают электромагнитными, моторными, пневматическими и электронными.

Для автоматического включения и выключения установок, например, наружного освещения, в момент захода и восхода солнца, применяют электронные программируемые астрономические реле времени типа РСЗ-524 (РСЗ-525), изготавливаемые СООО «Евроавтоматика ФиФ» (Республика Беларусь, г. Лида).

Для автоматического включения (отключения) отдельных светильников, их групп, в том числе расположенных в различных зонах помещений (вне помещений), или всей осветительной установки в зависимости от уровня освещенности, создаваемого естественным светом, выключения с наступлением рассвета и включения при наступлении сумерек, применяют различного рода фотореле и автоматические выключатели освещения, первичными преобразователями (датчиками) которых являются фотоэлементы или фотосопротивления.

Способ управления осветительными установками в зависимости от уровня освещенности, создаваемого естественным светом, зачастую целесообразно совмещать с управлением по времени, что позволяет при максимальном использовании естественного света и сокращении часов работы установок искусственного освещения экономить 10...20 % и более потребляемой электрической энергии.

При разработке и реализации схем управления осветительными установками активно применяют: светочувствительные автоматические выключатели, оснащенные датчиками присутствия, движения, микрофоном, и фотоакустические таймеры.

Автоматические выключатели освещения, оснащенные датчиками присутствия людей, как правило, ведут подсчет числа людей, находящихся в помещении, что позволяет автоматически включать освещение при входе первого человека и выключать его при выходе последнего.

Автоматические выключатели освещения с датчиком движения при обнаружении движения в зоне действия датчика на заданное время включают освещение, которое, по истечении установленного времени работы осветительной установки или светильника, автоматически отключается. Они подключаются к сети аналогично клавишному выключателю света. Встроенный в них сумеречный датчик позволит настроить уровень естественной освещенности, при котором датчик не будет реагировать на движение.

Фотоакустические автоматические выключатели освещения оборудованы микрофоном, что позволяет включать осветительную установку или светильник при возникновении шума определенного уровня (открывание двери, звонок, разговор, звон ключей, шаги и т. д.).

Светочувствительные лестничные автоматические выключатели предназначены для поддержания освещения лестничной площадки, коридора или другого объекта в течение заданного времени (в диапазоне от 0,5 до 10 мин), по истечении которого яркость освещения уменьшается наполовину – на 30 с (время повторного отыскания и нажатия кнопки включения) и при ненажатии кнопки включения, осветительная установка полностью отключается. В зависимости от модификации они отличаются некоторыми дополнительными функциями, например, сигнализа-

ции выключенного освещения, антиблокировки, не допускающей постоянной работы осветительной установки после блокировки выключателя, применения выключателей с кнопками, оснащенными неоновыми лампочками индикации.

Схемы автоматического дискретного управления освещением могут также содержать не только один из приведенных первичных преобразователей (присутствие людей, движение, акустический эффект и др.), а и их любые комбинации.

Следует отметить, что применение в схемах управления освещением автоматических выключателей, оснащенных датчиками движения, и фотоакустических лестничных таймеров обеспечивает существенное сокращение времени работы осветительной установки и, как следствие, пропорциональную ему экономию электрической энергии, однако и сокращают срок службы источников света из-за их частых включений и выключений

Говоря об аппаратах и оборудовании, применяемом в схемах управления осветительными установками, нельзя не упомянуть о диммерах – регуляторах яркости свечения ламп, которые позволяют управлять освещенностью различных зон помещения, включая отдельные светильники на полную яркость или создавая обстановку приглушенного света (пониженной яркости свечения). При этом до 60 % сокращается расход электрической энергии на освещение и увеличивается срок службы ламп накаливания и галогенных (за счет понижения температуры тела накала, более «мягкого пуска» при включении, плавного увеличения яркости от нуля до нужного значения).

И в заключение обратим внимание, что при разработке схем автоматического управления осветительными установками следует в обязательном порядке предусмотреть и ручное управление, необходимое для частичного или полного включения и отключения освещения в аварийных и специальных случаях.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

Оформление листов пояснительной записки

1 Текстовые материалы ПЗ выполняются на листах белой машинописной бумаги, оформленных рамками в соответствии с рисунком А.

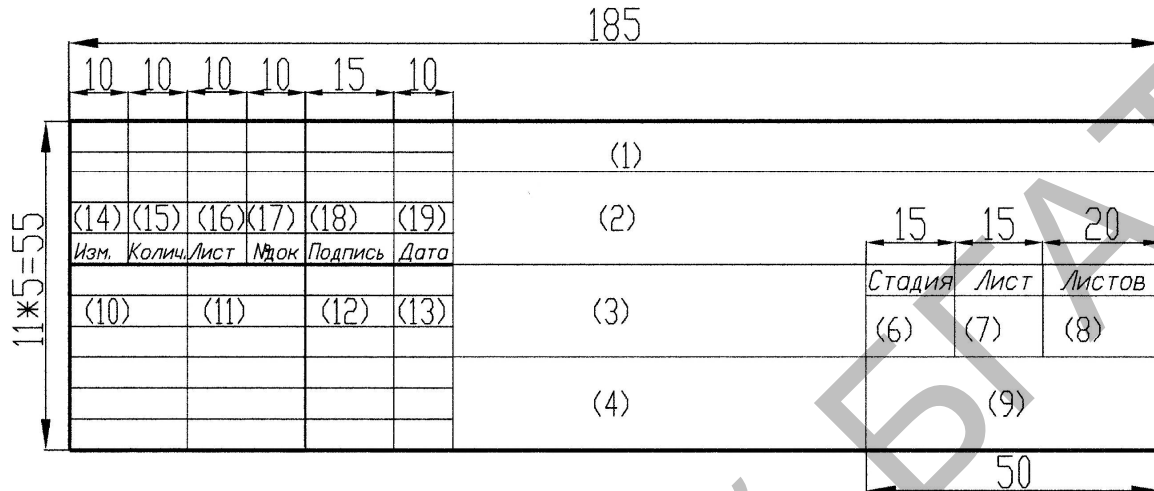


Рисунок А – Компоновка и размеры листа текстовой части ПЗ

2 Основная надпись на листах пояснительной записки выполняется в соответствии с рисунком Б.

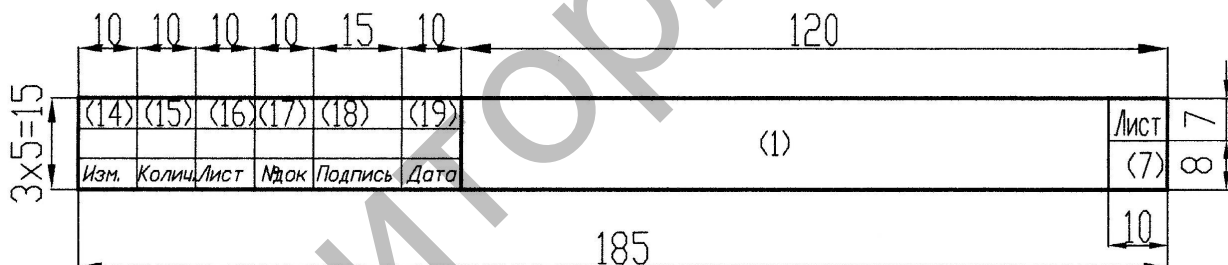


Рисунок Б – Форма основной надписи для листов ПЗ

3 Листы записки и приложений имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами. Титульному листу, заданию на проектирование, реферату номера присваивают, но не проставляют. Номера страниц начинают проставлять с листа «Содержание».

4 Иллюстрации (таблицы, чертежи, схемы и т. п.), расположенные на отдельных листах записки, включают в общую нумерацию страниц. При этом лист, формат которого больше формата А4, учитывают как одну страницу.

Правила построения текстового материала

1 Текстовый материал ПЗ подразделяют на разделы, подразделы, пункты. Разделам присваивают порядковые номера, которые обозначают арабскими цифрами без точки и записывают с абзачного отступа.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и номера подраздела, разделенные точкой.

В конце номера подраздела точка не ставится.

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, то пункт не нумеруется.

2 Разделы и подразделы и при необходимости пункты должны иметь заголовки. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов, пунктов. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Заголовки подразделов (пунктов) не должны повторять содержание заголовков разделов (подразделов).

Заголовок записывается с прописной буквы. Точка в конце не ставится.

Заголовки не подчеркиваются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

3 Каждый раздел ПЗ следует начинать с новой страницы.

Формулы

1 В пояснительной записке математические формулы могут быть расположены внутри текста или отдельными строками. Внутри текста помещают не сложные и не дробные формулы. Такие формулы, как правило, не нумеруют.

На отдельных строках приводят более сложные формулы, которые обычно сопровождаются пояснениями примененных символов. При этом выше и ниже формулы необходимо оставлять по одной свободной от записи строке.

2 Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

3 Если формула не умещается в одну строку, то делается перенос. Переносить формулу на следующую строку допускается только на знаках выполнения операций: плюс (+), минус (–), умножение (×) или на знаках равенства (=), неравенства (\neq), знаках соотношений и т. п.

4 Все формулы, помещенные в тексте ПЗ, нумеруют арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа от нее в круглых скобках.

5 Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и номера формулы, разделенные точкой, например, 3.1).

Таблицы

1 Название таблицы должно отражать содержание таблицы, быть точным, кратким. Название следует размещать над таблицей после слова «Таблица».

При переносе части таблицы на другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

2 Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенные точкой.

3 На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте. При ссылке необходимо писать слово «таблица» с указанием ее номера.

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

Оформление проектной документации

1 *Проектной документации* присваивают обозначение, состоящее из базового цифрового обозначения, и через дефис – буквенного обозначения (см. структуру обозначения).

Структура базового обозначения при курсовом проектировании:

X1X2.X3X4.X5X6X7.X8X9 – X10X11X12,

где X1X2 – индекс работы: 02 – курсовой проект, 03 – курсовая работа;

X3X4 – индекс кафедры;

X5X6X7 – номер варианта по заданию;

X8X9 – год разработки (две последние цифры года);

X10X11X12 – для текстовых материалов – ПЗ, для графических материалов – марка разрабатываемого чертежа.

Примечание. Индексы кафедр:

АСУП – 49; ЭСХП – 43; электроснабжения сельскохозяйственного производства – 53; электротехнологии – 68; энергетики – 58; ППС – 24; электротехники – 45.

2 Основные надписи

Применение тех или иных форм основных надписей определяется назначением чертежа и материалом, помещенным на разрабатываемом чертеже:

форма рисунка В – для чертежей генпланов с инженерными сетями, планов зданий и сооружений с размещением оборудования, чертежей схем электрических, технологических и т. п.;

графической части и листа ведомости комплекта проектной документации

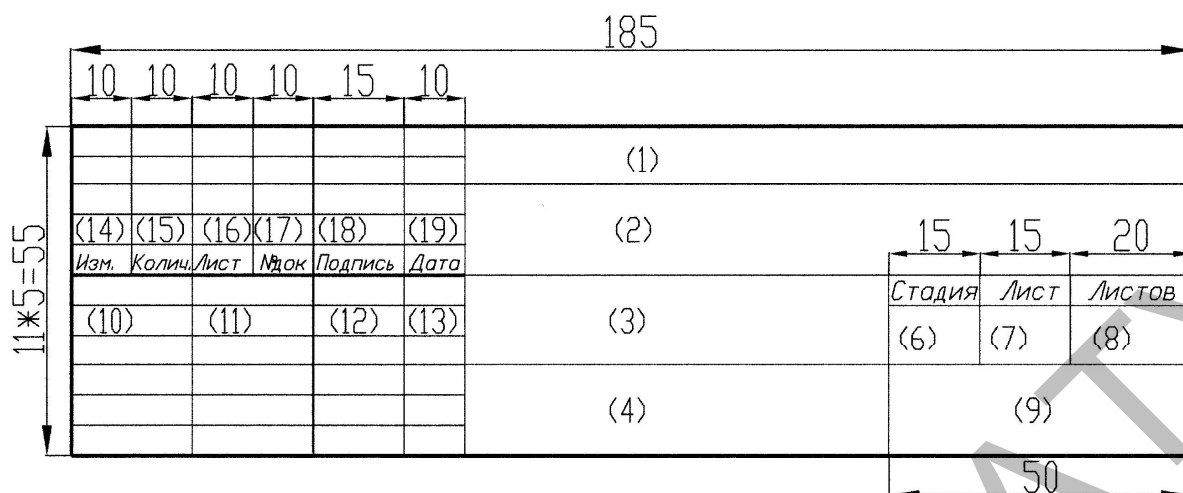


Рисунок В – Форма основной надписи, которая применяется для листов

2) форма рисунка Г – для первого листа ПЗ, с которого начинается изложение текстовой части;

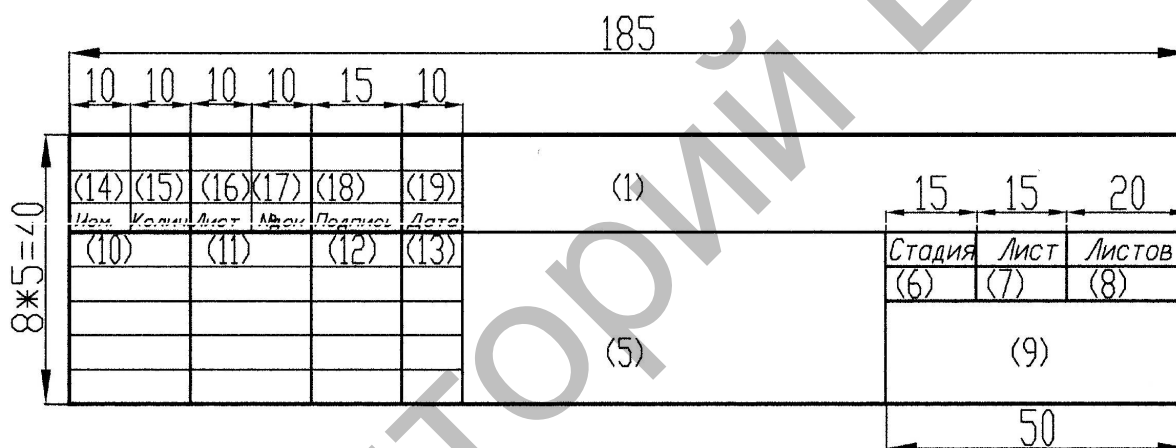


Рисунок Г – Форма основной надписи, которая применяется для листа ПЗ, с которой начинается изложение текстовой части записки (обычно лист «Содержание»)

Указания о заполнении основной надписи

В графах основной надписи (на рисунках 2, 3, 4 номера граф показаны в скобках) указывают:

- в графе 1 – обозначение проектной документации – маркировка документа:
 - базовое обозначение;
 - добавляемая через дефис марка разрабатываемых чертежей;
- в графе 2 – тему курсового проекта (работы);
- в графе 3 – наименование здания (сооружения). Для чертежа генерального плана в графе 3 записывают наименование соответствующего раздел,

например, «электроснабжение», «теплоснабжение» или «диспетчеризация», «диспетчерское управление»;

г) в графе 4 – наименование изображения или материала, помещенного на данном листе, т. е. название чертежа, листа. Если на листе приведены несколько материалов (например, план здания, разрез II–II, экспликация, перечень элементов, сечение «А–А» и т. п.), то в название чертежа включают основные материалы, второстепенные – опускают;

д) в графе 5 – наименование документа аналогично графе 4 (обычно – «Пояснительная записка»);

е) в графе 6 – условное обозначение стадии проектирования: «С» (строительный проект);

ж) в графе 7 – порядковый номер листа. На документе, состоящем из одного листа, графу не заполняют;

з) в графе 8 – общее число листов документа;

и) в графе 9 на первой строке записывают наименование организации, разработавшей документ (БГАТУ), на второй строке – шифр зачетки студента;

к) в графе 10 – характер работы: «разработал» (студент); в следующей строке – «руководитель», далее – «консультант», «нормоконтролер», «зав. кафедрой»;

л) в графе 11 – фамилии студента, руководителя, консультанта(ов), нормоконтролера, зав. кафедрой в соответствующих строках;

м) в графе 12 – подписи;

н) в графе 13 – даты.

Графы 14–19 в дипломных и курсовых проектах не заполняются.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 21.608–84. Внутреннее электрическое освещение. Рабочие чертежи.
2. ГОСТ 21.101–93 СПДС. Основные требования к рабочей документации.
3. ГОСТ 21.614–88. СПДС Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах.
4. ГОСТ 2.702–75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
5. ГОСТ 2.710–81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
6. РД 204-141–95. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
7. ТКП339-2011 Электроустановки на напряжение до 750 кВ (Введен взамен ПУЭ, 6-е изд.)
8. Общие требования к организации проектирования и правила оформления дипломных и курсовых проектов (работ) : учебно-методическое пособие / В. В. Гурин, Е. С. Якубовская, И. П. Матвеев [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2014. – 144 с.
9. ГОСТ 30331.3–95 (МЭК 364-4-41–92). Электроустановки зданий. – Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражений электрическим током.
10. ТКП 45-2.04-153-2009. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования. – Минск : Министерство архитектуры и строительства, 2010. – 135 с.
11. Кнорринг, Г. М. Справочная книга по проектированию электрического освещения / Г. М. Кнорринг, Ю. Б. Оболенцев, В. М. Крючков ; под ред. Г. М. Кнорринга. – Л. : Энергия, 1976. – 384 с. : ил.
12. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 528 с. : ил.
13. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – 2-е изд. – Минск : Техноперспектива, 2008. – 271 с. : ил.
14. ОСН-АПК 2.10.24.001-04. Отраслевые нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений. – М. : ВИЭСХ, 2004 – 24 с.
15. Амерханов, Р. А. Проектирование систем энергообеспечения : учебник / Р. А. Амерханов, А. В. Богдан, С. В. Вербицкая и др. ; под ред. Р. А. Амерханова – М. : Энергоатомиздат, 2010, – 548 с.: ил.
16. Степанцов, В. П. Светотехническое оборудование в сельскохозяйственном производстве : справочное пособие. – Минск : Ураджай, 1987. – 216 с.: ил.
17. Степанцов, В. П. Светотехника : учебное пособие / В. П. Степанцов, Р. И. Кустова. – Минск : БГАТУ, 2012. – 568 с.: ил.

18. Баранов, Л. А. Светотехника и электротехнология : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 110302 «Электрификация и автоматизация сел. хоз-ва» / Л. А. Баранов, В. А. Захаров. – М. : Колос, 2008. – 344 с.

19. ТКП 181–2009 (02230). Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Минск : Инженер центр : БОИМ, 2009. – 325 с.

20. ОАО «Брестский электроламповый завод» [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.brestlamp.by/> – Дата доступа: 10.10.2017.

21. OSRAM [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.osram.ru/> – Дата доступа: 10.10.2018.

22. Кустова, Р.И. Распределение освещенности на рабочей поверхности от светильников общего освещения / Р. И. Кустова, В. П. Расюкевич, В. П. Степанцов и др. – М. : Светотехника. – С. 22–25.

23. Щиты распределительные ЩРН ... [Электронный ресурс] – <http://kilovolt.by/> – Дата доступа: 28.10.2018.

24. ГОСТ 30331.1–95 (МЭК 364-1–72, МЭК 364-2–70). Электроустановки зданий. Основные положения.

25. ГОСТ 13109–97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

26. Федоров, А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А. А. Федоров, В. В. Каменева. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 472 с.

27. Определение численности персонала для обслуживания осветительных установок. Инструктивные указания по проектированию электротехнических промышленных установок. – Тяжпроэлектропроект, 1982. – № 8.

28. Инструкция по рациональному использованию электроэнергии и снижению затрат в промышленных осветительных установках (внутреннее освещение). – Светотехника, 1981. – № 5.

29. ТКП 427-2012 (02230) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок. – Минск : Минэнерго, 2012. – 82 с.

30. Николаенок, М. М. Светотехника : учеб. пособие / М. М. Николаенок, Е. М. Заяц, Р. И. Кустова ; под ред. Е. М. Зайца. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – 231 с.

31. Николаенок, М. М. Светотехника: учеб. пособие / М. М. Николаенок, Е. М. Заяц, Р. И. Кустова ; под ред. Е.М. Зайца. – 2-е издание. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 231 с.

31. Светотехника : пособие для студ. вузов спец. 1-74 06 05 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства» / М. М. Николаенок [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2009. – 185 с.

32. Электроэнергетика [Электронный ресурс] – <http://forca.com.ua/> – Дата доступа: 24.11.2018.

33. Национальная электротехническая компания Морозова [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://tdme.ru/product/lighttech/> – Дата доступа: 28.11.2018 .

34. Jazzway [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://jazz-way.com/catalog/lampy/> – Дата доступа: 24.11.2018.

35. Светодиодные лампы [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.armat.by/> – Дата доступа: 24.11.2018.

36. Современные светодиодные системы [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://ledccc.by/catalogue/lampy> – Дата доступа: 12.12.2018.

37. БПЛ электро [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://bplelektro.by/svetotehnika/> – Дата доступа: 15.12.2016.

38. ВЭЛСнаб [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://velsnab.ru/catalog/lampy/lampy-hpl/53100/> – Дата доступа: 10.12.2017.

39. RUGROW [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://rugrow.com/> – Дата доступа: 10.12.2017.

40. Темак [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://temak.by> – Дата доступа: 10.12.2017.

41. Крэзисервис [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://crazyservice.by/> – Дата доступа: 9.12.2016.

42. Топсвет [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://topsvet.by/> Дата доступа: 9.12.2017.

43. Фирма "СЕКОИН" [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.secoin.ru/bd/svetilnik/> – Дата доступа: 12.01.2017

44. Унитарное предприятие «Римпис» [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://rimpeace.by/> – Дата доступа: 22.12.2017

45. Компания «Электромонтаж» [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.electrompro.ru/> – Дата доступа: 29.12.2016

46. Унитарное предприятие «Свет» [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://svet-vitebsk.by/> – Дата доступа: 12.01.2018

47. Компания «Электрострой» [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://electrostroy.com/> – Дата доступа: 12.01.2018

48. ЗАО Технолог [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://zao-tehnolog.ru/> Дата доступа: 09.01.2018

49. Компания «ЦентрЭлектро» [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.etk-ce.ru/products/lighting/> Дата доступа: 09.01.2017

50. Компания «Интелтим» [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://iteam.by/svetilnik-nsp21bex.html/> Дата доступа: 09.01.2018

51. Электрокоммунальная компания «Северный альянс» [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://selektrod.ru/kupit/>. Дата доступа: 29.01.2018

52. Каталог компании СООО «ДжиВиЭй Лайтинг» Белорусский производитель светильников. [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.gvalighting.by>. Дата доступа: 04.02.2018

53. ЛЕДБЕЛ светодиодное освещение [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://ledbel.by/>. Дата доступа: 04.02.2018

54. Альфалед светодиодное освещение [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://ledalfa.by/>. Дата доступа: 04.02.2017

55. ЗАО Белинтегра [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.belintegra.by/>. Дата доступа: 04.02.2018

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Репозиторий БГАТУ

Пример выполнения курсового проекта***Пример оформления титульного листа***

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Агроэнергетический факультет

Кафедра электротехнологии

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине
«Светотехника и электротехнологии»

Вариант № 000

**Тема: «Проект осветительной установки свинарника на 335 холостых
и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного молодняка и 3 хряка»**

Студент 3 курса 1 группы

_____ / Иванов П. И./

(личная подпись) (ФИО)

Шифр зачетной книжки 1326000

Руководитель

_____ /Петрова И.И./

(личная подпись) (ФИО)

Минск, 2019

(Образец задания для курсового проекта)

Учреждение образования
**«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
 АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Агроэнергетический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

_____/_____/_____
 « » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ**к курсовому проекту**

по дисциплине «СВЕТОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ»

Студенту _____ курса ____ группы _____ шифр зачетки _____
 (фамилия, инициалы)

1 Тема проекта «Проект осветительной установки свиарника на 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного молодняка и 3 хряка»

2 Срок сдачи студентом законченного проекта «__» _____ 20__ г.

3 Исходные данные к проекту план здания свиарника

1. Светотехника: пособие / М. М. Николаенок [и др.]. – Минск : БГАТУ 2009. – 185 с.
2. Степанцов, В. П. Светотехника / В. П. Степанцов, Р. И. Кустова. – Минск : БГАТУ, 2012. – 568 с.
3. Светотехника : учебное пособие / М. М. Николаенок, Е. М. Заяц, Р. И. Кустова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – 231 с.
4. Общие требования к организации проектирования и правила оформления дипломных и курсовых проектов (работ) : учебно-методическое пособие / В. В. Гурин, Е. С. Якубовская, И. П. Матвеевко [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2014. – 144 с.
5. ТКП 45-2.04-153-209 Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования. – Минск, Министерство архитектуры и строительства, 2009. – 59 с.
6. Отраслевые нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений. – М. : ВИАЭСХ, 2004- 24 с.
7. ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
8. ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
9. ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
10. ГОСТ 21.101-93 СПДС. Основные требования к рабочей документации.
11. ГОСТ 21.614-88 СПДС. Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах.

4. Содержание пояснительной записки

ВЕДОМОСТЬ КОМПЛЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.

РЕФЕРАТ.

ВВЕДЕНИЕ.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ 1.1 Краткая характеристика помещений. 1.2 Описание технологического процесса.

2. СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ. В пояснительной записке привести методику и результаты расчетов осветительных установок помещений:

№ ____ точечным методом;

№ ____ методом коэффициента использования светового потока;

№ ____ методом удельной мощности.

№ _____ выполнить любым методом по желанию студента. Методику привести в полном объеме в расчетно-пояснительной записке.

2.1 Выбор источников света. 2.2 Выбор системы и вида освещения. 2.3 Выбор нормируемой освещенности и коэффициента запаса. 2.4 Выбор осветительных приборов. 2.5 Размещение осветительных приборов в освещаемом пространстве. 2.6 Расчет мощности или определение количества светильников, устанавливаемых в помещениях. 2.6.1 Точечный метод расчета. 2.6.2 Метод коэффициента использования светового потока. 2.6.3 Метод удельной мощности. 2.7 Составление светотехнической ведомости.

3. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК 3.1 Выбор напряжения и схемы питания электрической сети. 3.2 Определение количества и мест расположения групповых щитков, выбор их типа и компоновка трассы сети. 3.3 Выбор марки проводов (кабелей) и способа прокладки сети. 3.4 Расчет сечения проводов (кабелей), выбор щитов и расчет вставок коммутационно-защитной аппаратуры, выбор и расчет компенсирующих устройств. 3.5. Составление таблицы «Спецификация» на основное оборудование, провода, кабели и установочные материалы.

3.6. Разработка принципиальных электрических схем питающей и групповых сетей и автоматизации управления осветительной установкой

4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.

4.1 Организация эксплуатации осветительной установки. 4.2 Энергосбережение при эксплуатации осветительной установки. 4.3 Техника безопасности и охрана труда при эксплуатации осветительных установок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.

5 Перечень графического материала:

1) Лист ЭО-1 «Общие данные» (формат А3);

2) Лист ЭО-2 «План расположения электро- и светотехнического оборудования и прокладка электрических сетей», выполненный в масштабе 1:100 (1:200, 1:50) (формат А1);

3) Лист ЭО-3 «Расчетная схема осветительной сети» (формат А3);

4) Лист ЭО-4 «Принципиальная схема группового щитка освещения» (формат А4);

5) Лист ЭО.С «Спецификация электрооборудования и материалов» (формат А3);

6 Дата выдачи задания «__» _____ 20__ г.

7 Календарный график работы над проектом на весь период проектирования:

оформление пояснительной записки

и графического материала к «__» _____ 20__ г.

Защита курсового проекта с «__» по «__» _____ 20__ г.

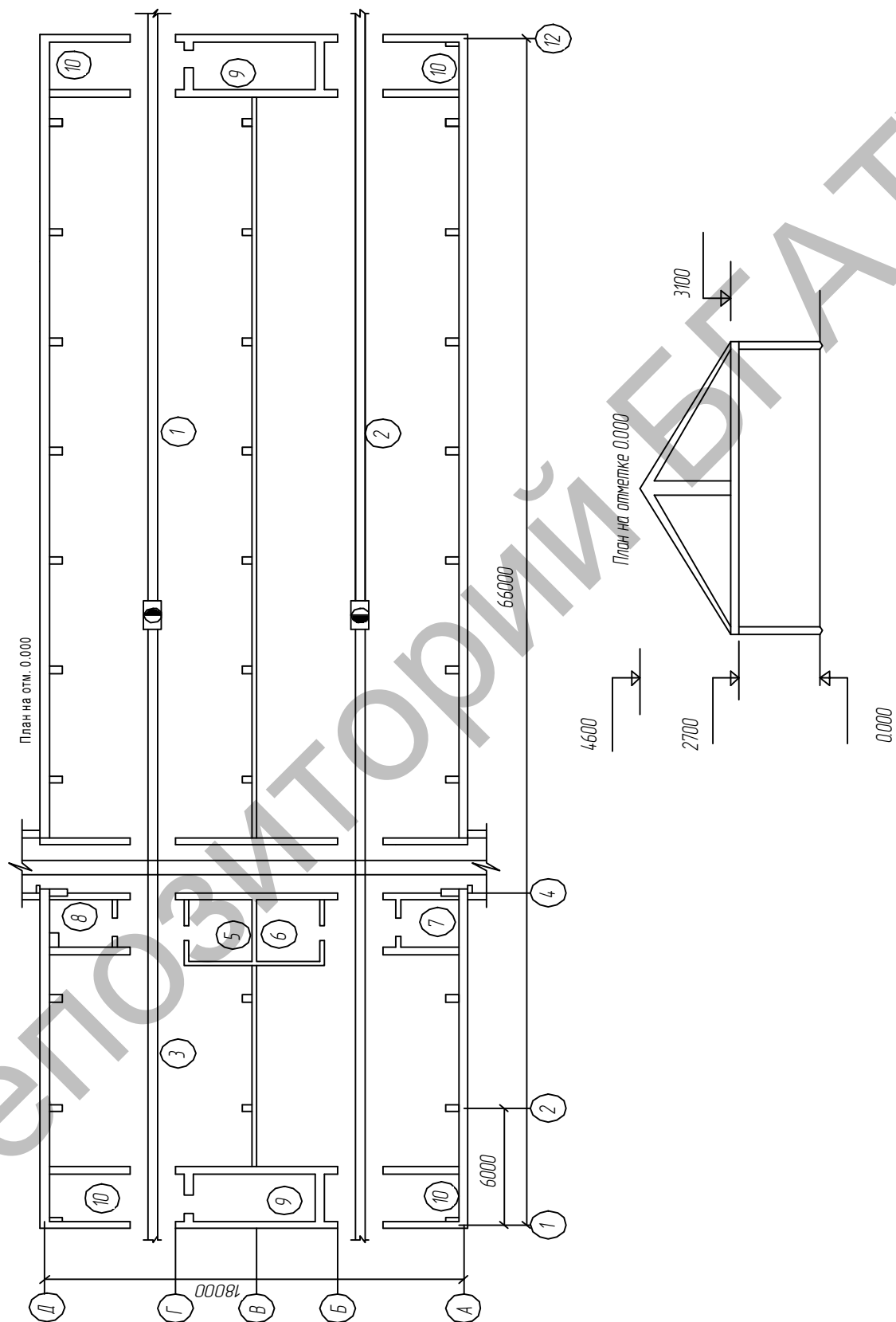
Руководитель _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

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

"__" _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ 000

Свинарник на 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного
молодняка и 3 хряка



Экспликация помещений

№ п/п	Наименование	№ п/п	Наименование
1, 2	Помещение для содержания 85 супоросных и 50 условно супоросных свиноматок	3, 4	Помещение для содержания холостых свиноматок, ремонтного молодняка, хряков-пробников
5	Лаборатория	6	Моечная
7	Инвентарная	8	Электрощитовая
9	Помещения привода транспортеров	10	Тамбур
11	Коридор		

Технологическое оборудование

№ п/п	Наименование	№ п/п	Наименование
1	Раздатчик-смеситель КС-1,5	3	Приточная вентиляционная установка
2	Скребковый транспортер ТС-1	4	Вытяжная вентиляционная установка

Краткая характеристика строительных конструкций

Стены – железобетонные плиты, внутри покрашенные известковой краской.

Перекрытия – сборные железобетонные плиты, закрепленные на балках.

Окна, двери, ворота – деревянные.

Полы – железобетонная стяжка.

Отделка внутренняя – окраска масляной, известковой и водоэмульсионной краской.

Инженерное оборудование

Отопление – воздушное от внутриплощадочных сетей, совмещенное с вентиляцией.

Вентиляция – приточно-вытяжная с механическим побуждением.

Обозначение	Наименование	Кол-во листов вв	При- меча- ние
02.68.000.18-ПЗ	Пояснительная записка	42 с	A4
	<u>Чертежи</u>		
02.68.000.18 –ЭО-1	Общие данные	1	A3
02.68.000.18 –ЭО-2	Расчетная схема осветительной сети	1	A1
02.68.000.18 –ЭО-3	План расположения светотехнического оборудования и прокладка электрических сетей	1	A3
02.68.000.18 –ЭО-4	Принципиальная схема группового щитка освещения	1	A4
02.68.000.18 –ЭО-5	Спецификация электрооборудования и материалов	1	A3

Изм.	Колич.	Лист	№док	Подпись	Дата				
						02.68.000.18-ПЗ			
						Проект осветительной установки свиарника на 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного молодняка и 3 хряка			
Разраб.		Иванов П.И.				Свиарник	Стадия	Лист	Листов
Руковод.		Петров И.И.					С		1
						Ведомость комплекта проектной документации	БГАТУ, 1326000		

РЕФЕРАТ

Курсовой проект выполнен в объеме:

**пояснительная записка на – 42 страницах, таблиц – 9, рисунков – 2;
графическая часть – на 5 листах, в том числе формата А1 – 1 лист,
А3 – 3 листа, А4 – 1 лист; 21 источник.**

Ключевые слова: свиарник, светотехническая установка, схема питания, коммутационная и защитная аппаратура.

В курсовом проекте произведен расчет осветительной установки в свиарнике на 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного молодняка и 3 хряка точечным методом, методом коэффициента использования светового потока, методом удельной мощности. Произведен выбор марки проводов и кабелей, расчеты сечения проводов и кабелей осветительных установок, коммутационной и защитной аппаратуры.

Рассмотрены вопросы эксплуатации и техники безопасности.

Содержание

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	9
1.1 Краткая характеристика помещений	9
1.2 Описание технологических процессов в здании и обеспечивающего их оборудования	9
2 СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	11
2.1 Выбор источников света	11
2.2 Выбор системы и видов освещения	11
2.3 Выбор нормируемой освещенности и коэффициента запаса	11
2.4 Выбор типов светильников	12
2.5 Расчет размещения светильников в осветительной установке.....	13
2.6 Расчет мощности источников и определение количества светильников, устанавливаемых в освещаемых помещениях	17
2.6.1. Точечный метод расчета	17
2.6.2 Расчет осветительной установки методом коэффициента использования светового потока	21
2.6.3 Расчет осветительной установки методом удельной мощности	22
2.6.4 Светотехническая ведомость осветительной установки	24
3 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	26
3.1 Выбор напряжения и схемы питания электрической сети	26
3.2 Выбор групповых щитков, определение места их расположения и трассы электрической сети осветительной установки для помещений здания	26
3.3 Выбор марки проводов и способов их прокладки в помещениях	28
3.4 Расчет и проверки сечения проводников электрической сети осветительной установки и защиты сети от аварийных режимов	28
3.4.1 Управление режимом работы осветительной установки проектируемого объекта	33
4 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	35
4.1 Организация эксплуатации осветительной установки	35
4.2 Энергосбережение при проектировании и эксплуатации осветительных установок	36
4.3 Техника безопасности и охрана труда при эксплуатации осветительных установок	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	38

02.68.000.18 - ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванов П.И.			Проект осветительной установ- ки свинарника на 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного молодняка и 3	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Петров И.И.					8	42
					<i>БГАТУ</i> 1326000			

1. Общая часть

1.1 Краткая характеристика помещений

В задании при характеристике строительных конструкций помещений указано, что их стены и потолок выполнены из сборных железобетонных плит, которые с внутренней стороны помещения покрашены белой известковой (водоэмульсионной) краской. Результаты краткой характеристики помещений приведены в таблице 1.1 (приложение А)

Установленное в помещениях технологическое оборудование не представляет потенциальной опасности стать причиной пожара или взрыва. Поэтому все помещения здания не относятся к пожароопасным или взрывоопасным. По возможности поражения людей и животных электрическим током из-за наличия в них железобетонных токопроводящих полов, повышенной влажности и химически активной среды они относятся к особо опасным (№ 1...4, 6) и с повышенной опасностью (№ 5, 7...11) [9].

1.2 Описание технологических процессов в здании и обеспечивающего их оборудования

Здание предназначено для содержания 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 голов ремонтного молодняка и 3 хряков-пробников. Все технологические процессы в здании механизированы. Раздача кормов осуществляется раздатчиками-смесителями КС-1,5. Навоз убирается скребковым транспортером ТС-1. Микроклимат в помещении обеспечивается приточными и вытяжными вентиляционными установками с механическим побуждением. В холодный период года приточные вентиляционные установки подают в помещения для содержания животных подогретый воздух с теплоснабжением от внутриплощадочных сетей фермы.

									Лист
									9
Изм.	Колич	Лист	№ док.	Подпись	Дата	02.68.000.18-ПЗ			

Таблица 1.1 – Характеристика помещений

Номер помещения по плану и его наименование	Размеры помещения (длина × ширина × высота, м)	Характеристика строительных конструкций		Категория среды
		стен	потолка	
1 и 2 Помещения для содержания супоросных свиноматок	36×9×2,7	Бетонные плиты, покрашенные белой водоэмульсионной краской	Бетонные плиты, покрашенные белой водоэмульсионной краской	Особо сырое с химически активной средой
3 и 4. Помещение для содержания холостых свиноматок, ремонтного молодняка, хряков-пробников	12×9×2,7			
5. Лаборатория	3х 3х2,7	Ощукатуренные бетонные плиты, покрашенные водоэмульсионной краской, с окнами со шторами	Бетонные плиты, покрашенные белой водоэмульсионной краской	сухое
6. Моечная	3х 3х2,7	Бетонные плиты, покрытые керамической плиткой	Ощукатуренные бетонные плиты, покрашенные водоэмульсионной краской	влажное
7. Инвентарная	3х 3х2,7	Бетонные плиты, покрашенные белой водоэмульсионной краской	Бетонные плиты, покрашенные белой водоэмульсионной краской	сухое
8. Электрощитовая	3х 3х2,7			
9. Помещение привода транспортеров	6х3х2,7			влажное
10. Тамбур	3,2х3х2,7			
11. Коридор	18х 2,8х2,7			

По категории среды в помещении № 1 (особо сырое с химически активной средой) и по таблице 2.3 определяем минимально допустимую степень защиты светильника (5'4 и более). Для этого помещения с учетом вышеуказанного принимаем светильник ЛСП18-36 (степень защиты – 5'4, КСС типа Д, КПД = 88 %, габаритные размеры 1330x65x165 (приложение Б9).

Аналогично выбираем светильники для других помещений. Результаты принятых решений представлены в таблице 2.2 (приложение А).

2.5 Расчет размещения светильников осветительной установки

Помещение для содержания свиноматок (№ 1).

Светильники в помещении располагаем равномерно в линию (смотреть рисунок 2.1, г).

Определяем размер светильника ЛСП18-36... по высоте $h_C \approx 0,165$ м (см. приложение Б9). Светильник подвешиваем на тресе, проложенном на высоте $H_0 = 2,6$ м. Расчетная высота установки светильника (2.2)

$$H_P = 2,6 - 0,165 - 0,0 \approx 2,4 \text{ м.}$$

Определяем светотехнически наиболее выгодное относительное расстояние (таблица 2.4.) для КСС типа Д (светильник ЛСП18-36) $\lambda_C = 1,2 \dots 1,6$. Тогда расстояние между рядами светильников L_B определим как (2.1)

$$L_B = 1,4 \cdot 2,4 \approx 3,4 \text{ м.}$$

Расстояние от стены до ближайшего ряда светильников l_B или до ближайшего светильника в ряду l_A предварительно принимаем равным

$$l_B = l_A = 0,5 \cdot L_{A,B} = 0,5 \cdot 3,4 = 1,7 \text{ м.}$$

Число рядов светильников в помещении N_2

$$N_2 = \frac{B - 2l_{A,B}}{L_{A,B}} + 1 = \frac{9 - 2 \cdot 1,7}{3,4} + 1 = 2,65.$$

Принимаем 2 ряда светильников.

Таблица 2.2 – Результаты принятых решений по выбору светильников

Номер по плану и наименование помещения	Категория среды	Минимально допустимая степень защиты	Светильник			
			Тип	КСС	Степень защиты	Предполагаемый способ монтажа [*]
1, 2. Помещение для содержания свиноматок	Особо сырое с химически активной средой		ЛСП18-36	Д	5'4	7
3, 4. Помещение для содержания холостых свиноматок, ремонтного молодняка, хряков-пробников		5'4	ЛСП18-36	Д	5'4	7
5. Лаборатория	сухое	IP20	ЛПО06-2x36	Д-2	IP20	6
6. Моечная	влажное	IP23	ЛСП18-36	Д	5'4	2
7. Инвентарная	сухое	IP20	НСП09-100	М	IP50	2
8. Электрощитовая	сухое	IP20	ЛСП09-36	Д-1	IP20	2
9. Помещение привода транспортеров	влажное	IP23	ЛСП18-36	Д	5'4	2
10. Тамбур	влажное	IP23	ЛСП18-36	Д	5'4	2
11. Коридор	влажное	IP23	ЛСП18-36	Д	5'4	2

* Обозначение способа монтажа: 2 – на крюк; 6 – на потолке; 7 – на тресе

Определяем действительное расстояние между рядами L_B

$$L_B = \frac{B - 2l}{N_2 - 1} = \frac{9 - 2 - 1,7}{2 - 1} = 4,5 \text{ м.}$$

и расстояние от стены до ближайшего ряда светильников l_B

$$l_B = 4,5 / 2 = 2,25 \text{ м.}$$

Количество светильников в ряду N_1 и в помещении N_{Σ} , а также расстояния между светильниками L_A и расстояние от стены до ближайшего светильника в ряду l_A определяем после результатов светотехнического расчета. Полученные результаты сводим в таблицу 2.3 (приложение А).

В лаборатории (помещение № 5) светильники размещаем равномерно в линию.

Определяем размер светильника ЛПО06 2x36... по высоте $h_C \approx 0,09$ м (приложение Б9). Светильник подвешиваем на потолке. Расчетная высота установки светильника (2.2)

Изм.	Колич	Лист	№ док.	Подпись	Дата

$$H_p = 2,7 - 0,09 - 0,8 \approx 1,8 \text{ м.}$$

Определяем светотехнически наивыгоднейшее относительное расстояние (таблица 2.4) для КСС типа Д (светильник ЛПО06 2х36) $\lambda_c = 1,2 \dots 1,6$. Тогда, расстояние между рядами светильников L_B определим как (2.1)

$$L_B = 1,4 \cdot 1,8 \approx 2,5 \text{ м.}$$

Расстояние от стены до ближайшего ряда светильников l_B или до ближайшего светильника в ряду l_A предварительно принимаем равным

$$l_B = l_A = 0,5 \quad L_{A,B} = 0,5 \cdot 2,5 = 1,25 \text{ м.}$$

Число рядов светильников в помещении N_2

$$N_2 = \frac{B - 2l_{A,B}}{L_{A,B}} + 1 = \frac{3 - 2 \cdot 1,25}{2,5} + 1 = 1,2.$$

Принимаем 1 ряд светильников.

Определяем действительное расстояние от стены до ближайшего ряда светильников l_B

$$l_B = 3 / 2 = 1,5 \text{ м.}$$

Количество светильников в ряду N_1 и в помещении N_{Σ} , а также расстояния между светильниками L_A и расстояние от стены до ближайшего светильника в ряду l_A определяем после результатов светотехнического расчета. Полученные результаты сводим в таблицу 2.3 (приложение А).

В *инвентарной* (помещение № 7) светильники размещаем равномерно по углам прямоугольника.

Определяем размер светильника НСП09-100 по высоте и принимаем равным примерно 0,2 м. Светильник подвешиваем к потолку на крюк размером примерно 0,05 м.

Тогда расчетная высота установки светильника определится как (2.2)

$$H_p = 2,7 - (0,2 + 0,05) - 0,0 \approx 2,45 \text{ м.}$$

Определяем светотехнически наивыгоднейшее относительное расстояние (таблица 2.4) для КСС типа М (светильник НСП09-100 $\lambda_c = 1,8 \dots 2,6$). Тогда расстояние между рядами светильников L_B и между светильниками в ряду L_A равно (2.1)

$$L_{A,B} = 1,8 \cdot 2,45 \approx 4,4 \text{ м.}$$

Расстояние от стены до ближайшего ряда светильников l_B или до ближайшего светильника в ряду l_A предварительно принимаем равным

$$l_{A,B} = 0,5 \quad L_{A,B} = 0,5 \cdot 4,4 = 2,2 \text{ м.}$$

										Лист
										15
Изм.	Колич	Лист	№ док.	Подпись	Дата					02.68.000.18-ПЗ

Число рядов светильников в помещении N_2

$$N_2 = \frac{B - 2l_{A,B}}{L_{A,B}} + 1 = \frac{3 - 2 \cdot 2,2}{4,4} + 1 = 0,68.$$

Принимаем 1 ряд светильников.

Тогда действительное расстояние от стены до ближайшего ряда светильников l_B

$$l_B = 3 / 2 = 1,5 \text{ м.}$$

Число светильников в ряду N_1

$$N_1 = \frac{A - 2l_{A,B}}{L_{A,B}} + 1 = \frac{3 - 2 \cdot 2,2}{4,4} + 1 = 0,68$$

Принимаем 1 светильник в ряду и размещаем в центре помещения.

Тогда действительное расстояние от стены до ближайшего светильника в ряду l_A

$$l_A = A / 2 = 3 / 2 = 1,5 \text{ м.}$$

Общее число светильников в помещении N_Σ

$$N_\Sigma = N_1 \cdot N_2 = 1 \cdot 1 = 1 \text{ светильник.}$$

Полученные результаты сводим в таблицу 2.3 (приложение А).

Аналогично производим расчет для остальных помещений и результаты сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Параметры размещения светильников в проектируемых осветительных установках помещений

№ по плану и наименование помещения	H_p	Количество, шт.		Расстояния, м			
		N_2	N_1	L_A	L_B	l_A	l_B
1. Помещение для содержания свиноматок	2,4	2	*)	–	4,5	–	2,25
2. Помещение для содержания свиноматок	2,4	2	*)	–	4,5	–	2,25
3. Помещение для содержания холостых свиноматок, ремонтного молодняка, хряков-пробников	2,4	2	*)	–	4,5	–	2,25
4. Помещение для содержания холостых свиноматок, ремонтного молодняка, хряков-пробников	2,4	2	*)	–	4,5	–	2,25
5. Лаборатория	1,8	1	*)	–	–	–	1,5
6. Моечная	1,9	1	*)	–	–	–	1,5

№ по плану и наименование помещения	H_p	Количество, шт.		Расстояния, м			
		N_2	N_1	L_A	L_B	l_A	l_B
7. Инвентарная	2,45	1	1	–	–	1,5	1,5
8. Электрощитовая	1,0	1	*)		–	-	1,5
9. Помещение привода транспортеров	2,4	1	*)		–	-	1,5
10. Тамбур	2,4	1	*)	*)	–	*)	1,5
11. Коридор	2,4	1	*)	*)	-	*)	1,4

*) Количество светильников в ряду и расстояния определены по результатам светотехнических расчетов.

2.6 Расчет мощности источников и определение количества светильников, устанавливаемых в освещаемых помещениях

2.6.1 Точечный метод расчета

Расчет осветительной установки методом пространственных изолюкс

Помещение для инвентарной (№ 7). Нормируемая освещенность $E_{min} = 10$ лк, рабочая поверхность – горизонтальная на уровне 0,0 м (пол), коэффициент запаса $K_z = 1,15$ (таблица 2.2). Светильники НСП09-100 с КСС типа М и КПД $\eta_{\text{л}} = 75$ % размещен в центре помещения на высоте 2,45 м с расстояниями от стены до светильника $l_{A,B} = 1,5$ м (таблица 2.3 (приложение А)).

Наносим светильник на план помещения и намечаем контрольную точку, в которой нормируется минимальная освещенность (рисунок 2.1 (приложение А)). Расстояние от контрольной точки A до центра проекции светильника на рабочую поверхность d равно 1,7 м.

Пользуясь графиком пространственных изолюкс (приложение Б11, КСС – М) определяем условную освещенность в контрольной точке $\Sigma e = 17$ лк. Результаты расчетов представляем в виде таблицы 2.4 (приложение А).

						02.68.000.18-ПЗ	Лист
Изм.	Колич	Лист	№док.	Подпись	Дата		17

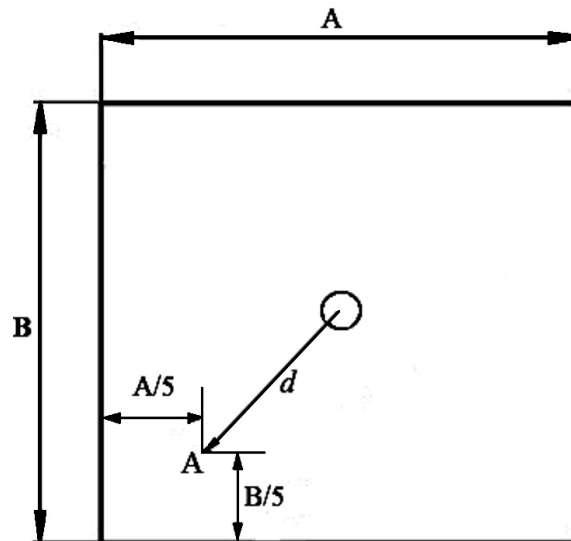


Рисунок 2.1 – К расчету осветительной установки методом пространственных изолюкс для помещения 7

Таблица 2.4 – Результаты расчета условной освещенности в контрольных точках

Контрольная точка	Номер i -го светильника	Расстояние от контрольной точки до i -го светильника d_i , м	Условная освещенность, лк	
			от i -го светильника e_i	от всех светильников
A	1	1,27	17	17

Определяем расчетное значение светового потока источника для светильника НСП09-100 при $\mu = 1,1$ (2.10)

$$\Phi_p = (1000 \cdot 10 \cdot 1,15) / (0,75 \cdot 1,1 \cdot 17) = 819,9 \text{ лм.}$$

Выбираем мощность лампы накаливания типа Б (приложение Б10), исходя из требования (2.11):

$$0,9 \cdot 819,9 \leq \Phi_{л} \leq 1,2 \cdot 819,9$$

$$738 \leq \Phi_{л} \leq 984.$$

Принимаем лампу Б225-235-75 со световым потоком $\Phi_{л} = 945$ лм. Проверяем возможность установки лампы в светильник с учетом требований: $P_{л} < P_{св}$, $75 < 100$. Лампа подходит для установки в данный светильник.

Данную лампу можно заменить на энергосберегающую КЛЛ-1 со световым потоком $\Phi_{л} = 990$ лм.

							02.68.000.18-ПЗ	Лист
Изм.	Колич	Лист	№ док.	Подпись	Дата			18

Конечные результаты расчета вносим в светотехническую ведомость в таблицу 2.5 (приложение А).

Расчет осветительной установки методом линейных изолюкс

Помещение для содержания свиноматок (№ 1). Нормируемая освещенность $E_{min} = 75$ лк, рабочая поверхность – горизонтальная на уровне 0,0 м (пол), коэффициент запаса $K_z = 1,3$ (таблица 2.1 (приложение А)).

Светильники ЛСП18-36... с КСС типа Д (таблица 2.2 (приложение А)) равномерно размещены в двух рядах на высоте 2,4 м с расстояниями: между рядами $L_B = 4,5$ м; от стены до ближайшего ряда $l_B = 2,25$ м (таблица 1.1 (приложение А)). Расстояние от стены до ближайшего светильника в ряду, учитывая, что освещенность рабочей поверхности в конце ряда существенно уменьшается, предварительно примем равным $l_A = 1,0$ м.

Размещаем ряды светильников на плане помещения в соответствии с исходными данными и результатами расчетов (таблица 2.3 (приложение А)), намечаем контрольную точку А (рисунок 2.2 (приложение А)). Определяем длины расчетных полурядов L_{ij} и расстояние P_i от контрольной точки до их проекции на рабочую поверхность:

$$L_{11} = L_{21} = H_p = 2,4 \text{ м};$$

$$L_{12} = L_{22} = 36 - 2 \cdot 1,0 - 2,4 = 31,6 \text{ м};$$

$$P_1 = P_2 = L_B / 2 = 4,5 / 2 = 2,25 \text{ м}.$$

Определяем размеры P_i' и L'_{ij} и находим значение условной освещенности e_{ij} при координатах P_i' и L'_{ij} путем интерполирования между ближайшими линейными изолюксами по графику линейных изолюкс (приложение Б12, КСС – Д-2). Находим суммарную условную освещенность в контрольной точке от всех расчетных полурядов $\sum e_A$.

$$L'_{11} = L'_{21} = L_{11} / H_p = 2,4 / 2,4 = 1,0;$$

$$P'_1 = P'_2 = P_1 / H_p = 2,25 / 2,4 = 0,9$$

$$e_{11} = e_{21} = 33 \text{ лк};$$

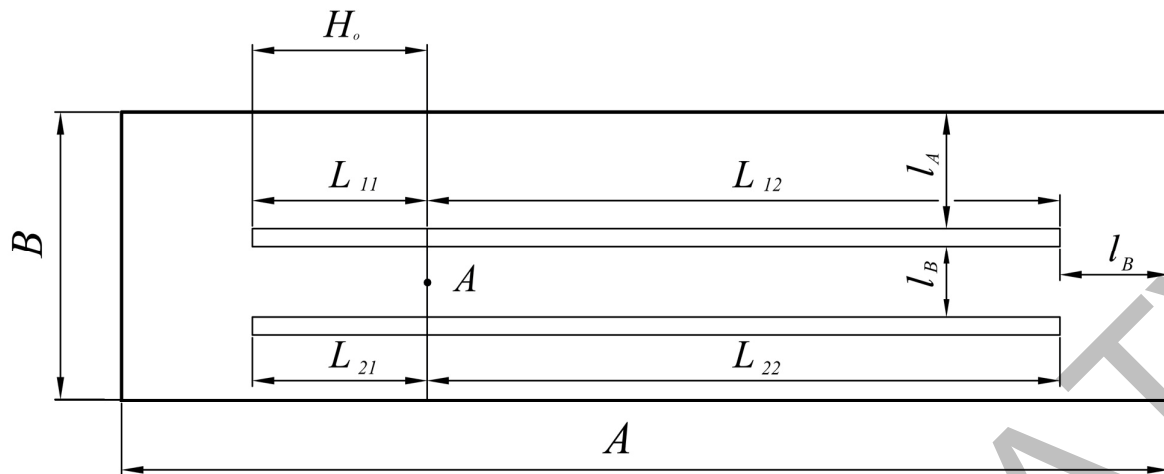


Рисунок 2.2 – К расчету осветительной установки в помещении № 1 методом линейных изолюкс

$$L'_{12} = L'_{22} = L_{12} / H_p = 31,6 / 2,4 = 13,2.$$

Так как получили значение больше 4, то принимаем равным 4;

$$e_{12} = e_{22} = 80 \text{ лк},$$

$$\sum e_A = 33 + 33 + 80 + 80 = 226 \text{ лк}.$$

Расчетное значение линейной плотности светового потока (2.15)

$$\Phi'_p = \frac{1000 \cdot 75 \cdot 1,3 \cdot 2,4}{1,1 \cdot 226} = 941,3 \text{ лм/м}.$$

Принимаем лампу типа ЛБ и, учитывая мощность светильника – ЛБ-36 с номинальным световым потоком, $\Phi_{л} = 3050 \text{ лм}$ (приложение Б10).

Количество светильников (2.16) в светящемся ряду длиной

$$L_p = A - 2 \cdot l_A = 36 - 2 \cdot 1,0 = 34,0 \text{ м равно}$$

$$N_1 = \frac{941,3 \cdot 34}{1 \cdot 3050} = 10,5 \text{ шт.}$$

Принимаем $N_1 = 11$ шт. Определяем количество светильников в помещении $N_{\Sigma} = N_1 \cdot N_2 = 2 \cdot 11 = 22$ шт.

При длине светильника $l_c = 1,33 \text{ м}$ действительное расстояние между светильниками l_p равно (2.17)

$$l_p = \frac{36 - 2 \cdot 1,0 - 1,33 \cdot 11}{11 - 1} = 1,94 \text{ м}.$$

Изм.	Колич	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Принимаем $l_p = 1,9$ м. Тогда расстояние между центрами светильников при их равномерном размещении в ряду L_A равно $1,9 + 1,33 = 3,23$ м при расстоянии от стены до центра первого светильника в ряду $l_A = 1,85$ м и расстоянии от стены до начала ряда $1,85 - 1,33 / 2 \approx 1,18$.

Полученные результаты заносим в сводную светотехническую ведомость (таблица 2.5 (приложение А)).

2.6.2 Расчет осветительной установки методом коэффициента использования светового потока

Помещение № 5 (лаборатория). Метод применим, так как рабочая поверхность горизонтальная и в помещении отсутствуют крупные затемняющие предметы.

Нормируемая освещенность от системы общего освещения $E_{min} = 200$ лк, рабочая поверхность – горизонтальная на уровне 0,8 м (стол), коэффициент запаса $K_z = 1,3$ (таблица 2.1).

Светильники ЛПО06-2x36... с КСС типа Д-2 (таблица 2.2) расположены в один ряд в центре помещения на высоте 2,4 м ($H_p = 1,8$ м) с расстояниями от стены до ряда светильников $l_B = 1,5$ м (таблица П.А.2.3.). Их КПД: общий – 70 %, в том числе в нижнюю полусферу – 70 %, а в верхнюю полусферу – 0 % (приложение Б9).

Определяем в зависимости от материала и окраски поверхностей коэффициенты отражения потолка $\rho_{п} = 50$ %, стен $\rho_{с} = 30$ % и рабочей поверхности $\rho_{р} = 10$ % (таблица 2.5).

Вычисляем индекс помещения по формуле (2.21)

$$i = 3 \cdot 3 / [1,8 \cdot (3 + 3)] = 0,55.$$

Для светильника ЛПО06-2x36... с КСС типа Д-2, индекса помещения $i = 0,55$ и коэффициентов отражения поверхностей $\rho_{п} = 50$ %, $\rho_{с} = 30$ %, $\rho_{р} = 10$ % определяем табличное значение коэффициента использования светового потока $\eta = 33$ % (приложение Б13).

Расчетное значение коэффициента использования светового потока (2.22) равно

$$\eta = 0,33 \cdot 0,7 + 0,16 \cdot 0 = 0,23.$$

С учетом принятого ранее источника света (люминесцентная лампа ЛБ36 с номинальным световым потоком 3050 лм (приложение Б10)), определяем количество светильников в помещении

$$N_{\Sigma} = (200 \cdot 1,3 \cdot 9 \cdot 1,1) / (2 \cdot 3050 \cdot 0,23) = 1,61 \text{ шт.}$$

								Лист
								21
Изм.	Колич	Лист	№ док.	Подпись	Дата	02.68.000.18-ПЗ		

Принимаем общее количество светильников в помещении $N_{\Sigma} = 2$ и количество светильников в ряду $N_1 = 2 / 2 = 2$ шт.

Размещаем светильники в ряду. При длине светильника $l_c = 1,25$ м (приложение Б9) и длине помещения $A = 3$ м светильники устанавливаем без разрывом плотно друг к другу $l_p = 0,0$ м. Тогда расстояние между их центрами L_A равно $1,25$ м, а расстояния от стены до центра первого светильника в ряду $l_A = 0,25 + + 1,25 / 2 = 0,88$ м при расстоянии от стены до начала ряда $l_A = 0,25$ м.

Полученные результаты заносим в сводную светотехническую ведомость (таблица 2.5 (приложение А)).

2.6.3 Расчет осветительной установки методом удельной мощности

Помещение привода транспортеров (№ 9). Нормируемая освещенность $E_{min} = 50$ лк, рабочая поверхность – горизонтальная на уровне $0,0$ м (пол), коэффициент запаса $K_z = 1,3$ (таблица 2.1(приложение А)).

Светильники ЛСП18-36... с КСС типа Д (таблица 2.2 (приложение А)) равномерно размещены в одном ряду на высоте $2,4$ м с расстоянием от стены до ближайшего ряда $l_B = 1,5$ м (таблица 2.3 (приложение А)).

Метод применим для приближенного светотехнического расчета, так как рабочая поверхность горизонтальная и в помещении отсутствуют крупные затеняющие предметы.

Определяем в зависимости от материала и окраски поверхностей коэффициенты отражения потолка $\rho_{\Pi} = 30$ %, стен $\rho_C = 10$ % и рабочей поверхности $\rho_P = 10$ % (таблица 2.5).

С учетом принятого ранее источника света (люминесцентная лампа ЛБ36 со световым потоком 3050 лм) определяем табличное значение удельной мощности (приложение Б16) для помещения площадью 18 м² и КСС Д-2

$$p'_{уд} = 5,5, \text{ Вт/м}^2.$$

Приводим в соответствие табличное значение удельной мощности паспортным данным таблицы:

- при КПД светильника ЛСП18-36... равном 70 % (приложение Б13) табличное значение удельной мощности увеличиваем на $100 / 70 = 1,43$;
- так как лампа ЛБ36 имеет меньший световой поток, то табличное значение удельной мощности увеличиваем на $3200 / 3050 = 1,05$.

Следовательно,

$$p'_{уд} = 5,5 \cdot 1,43 \cdot 1,05 = 8,26 \text{ Вт/м}^2.$$

									Лист
									22
Изм.	Колич	Лист	№ док.	Подпись	Дата	02.68.000.18-ПЗ			

Вычисляем значения поправочных коэффициентов:

– при $K_3 = 1,3$ поправочный коэффициент K_1 равен

$$K_1 = \frac{K_3^{реал}}{K_3^{табл}} = \frac{1,3}{1,5} = 0,86,$$

где $K_3^{реал} = 1,3$ (таблица 2.1 (приложение А));

$$K_3^{табл} = 1,5;$$

– так как коэффициенты отражения потолка, стен и рабочей поверхности ниже паспортных данных таблицы, $K_2 = 1,1$.

Вычисляем значение удельной мощности $p_{уд}$ по формуле (2.26)

$$p_{уд} = 8,26 \cdot 0,86 \cdot 1,1 \cdot 50 / 100 = 3,9 \text{ Вт/м}^2.$$

Суммарное число светильников в помещении (2.29)

$$N_{\Sigma} = (3,9 \cdot 18) / (36 \cdot 1) = 1,95 \text{ шт.}$$

Число N_{Σ} округляют в сторону увеличения. Принимаем 2 светильника.

Число светильников в ряду

$$N_1 = N_{\Sigma} / N_2 = 2 / 1 = 2 \text{ светильника.}$$

Определяем расстояние между светильниками в ряду.

Расстояние от стены до ближайшего светильника в ряду, учитывая, что освещенность рабочей поверхности в конце ряда существенно уменьшается, предварительно примем равным $l_A = 1,0$ м.

При длине светильника $l_c = 1,33$ м действительное расстояние между светильниками l_p равно (2.17)

$$l_p = \frac{6 - 2 \cdot 1,0 - 1,33 \cdot 2}{2 - 1} = 1,34 \text{ м.}$$

Принимаем $l_p = 1,35$ м. Тогда расстояние между центрами светильников при их равномерном размещении в ряду L_A равно $1,35 + 1,33 \approx 2,7$ м при расстоянии от стены до центра первого светильника в ряду $l_A \approx 1,7$ м и расстоянии от стены до начала ряда $1,7 - 1,33 / 2 \approx 1,0$ м.

Полученные результаты заносим в сводную светотехническую ведомость (таблица 2.5 (приложение А)).

При светотехническом расчете осветительной установки важно, чтобы она соответствовала требованиям ТКП 45-2.04-153-2009 не только минимальным значениям освещенности рабочих поверхностей, но и по другим параметрам, в частности, регламентируемым качественным показателям: дискомфорта и ослепленности, коэффициента пульсации и цилиндрической освещенности [10, 14]

									Лист
									23
Изм.	Колич	Лист	№ док.	Подпись	Дата	02.68.000.18-ПЗ			

2.6.4 Светотехническая ведомость осветительной установки

Таблица 2.5 – Светотехническая ведомость осветительной установки свинарника

1	2	3	4	5	6	7	Светильники		10	11	12
							8	9			
Номер и наименование помещения	Габариты (длина× ширина× высота), м	Категория среды в помещении	Коэффициенты отражения ($\rho_{лб}$, $\rho_{с}$, $\rho_{р}$)*	Система освещения	Нормы освещенности, лк	Поверхность нормирования освещенности	Тип	Количество	Тип и мощность (Вт) ламп	Установленная мощность, Вт**	Примечание
1. Помещения для содержания супоросных свиноматок	36×9×2,7	Особо сырое с химически активной средой	30x30x10	Общее	75	Г 0,0	ЛСП18-36	22	ЛБ 36	792	Из общего числа светильников выделены светильники для дежурного освещения
2. Помещения для содержания супоросных свиноматок	36×9×2,7		30x30x10	Общее	75	Г 0,0		22	ЛБ 36	792	
3. Помещение для содержания холостых свиноматок, ремонтного молодняка, хряков- пробников	12×9×2,7		30x30x10	Общее	75	Г 0,0		8	ЛБ 36	288	
4. Помещение для содержания холостых свиноматок, ремонтного молодняка, хряков- пробников	12×9×2,7		30x30x10	Общее	75	Г 0,0		8	ЛБ 36	288	

02.68.000.18-ПЗ

24

Лист

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5. Лаборатория	3x 3x2,7	сухое	50x30x10	Комбинированное ***)	300****)	Г 0,8	ЛСП06-2x36	2	ЛБ 36	72	
6. Моечная	3x 3x2,7	влажное	50x30x10	Общее	150	ванна	ЛСП 8-36	2	ЛБ 36	72	
7. Инвентарная	3x 3x2,7	сухое	30x30x10	Общее	10	Г 0,0	НСП0 9-100	1	Б225-235-75	75	
8. Электрощитовая	3x 3x2,7	сухое	30x30x10	Общее	50	Г 0,0	ЛСП09-36	1	ЛБ 36	36	
9. Помещение привода транспортеров ****)	6x3x2,7	влажное	30x10x10	Общее	50	Г 0,0	ЛСП 8-36	2	ЛБ 36	72+ 72	
10. Тамбур *****)	3,2x3x2,7	влажное	30x10x10	Общее	50	Г 0,0	ЛСП18-36	1	ЛБ 36	36+ 36+ 36+ 36	
11. Коридор	18x 2,8x2,7	влажное	50x30x10	Общее	50	Г 0,0	ЛСП 8-36	3	ЛБ 36	108	
12. Входы в здание	–	влажное	0x0x0	Общее	2	Г 0,0	НСП03-60	4	Б225-235-60	240	
ВСЕГО:										3050	

*) Коэффициенты отражения приняты с учетом покраски (побелки) поверхностей строительных конструкций в соответствии с указанной в таблице. 1.1.

***) При комбинированном освещении освещенность, создаваемую светильниками общего освещения, принимаем равной 200 лк.

****) В здании два помещения под № 9.

*****) В здании четыре помещения под № 10

Изм

Кол-во

Лист

Модок.

Подпись

Дата

02.68.000.18-ПЗ

25

Лист

$$n_{щ} = \sqrt{A^2 + B^2} / (2r) = \sqrt{66^2 + 18^2} / (2 \cdot 35) = 0,97 \text{ шт.}$$

Принимаем один групповой щиток.

Для уменьшения протяженности и сечения проводников групповой сети осветительные щитки устанавливаем в помещениях с благоприятными условиями среды, по возможности в центре осветительной нагрузки, в местах, удобных для обслуживания.

Определяем координаты центра электрической нагрузки (3.2). За точку отсчета осей x , y примем левый нижний угол здания на плане (приложение Б2). При расчетах введем следующие ограничения:

- координаты расстояний установленной нагрузки округляем до $\pm 0,5$ м;
- электрические нагрузки сосредотачиваем в центре помещения или центре групповой линии (помещения под № 1...4);
- не учитываем потери в ПРА, предполагая, что светильники с люминесцентными лампами оборудованы электронными ПРА (ЭПРА), потери в которых не превышают 5...10 % мощности лампы;
- коэффициент спроса нагрузки в групповых линиях принимаем равным 1,0;
- потребляемая мощность электроприемников, питающихся от установленных в лаборатории и электрощитовой розеток, не превышает 500 Вт.

Тогда

$$x_{щ} = 123130 / 4195 = 29,4;$$

$$y_{щ} = 42486 / 4195 = 10,1.$$

Поскольку расчетный центр электрических нагрузок расположен в помещении № 1 с расстоянием от стен примерно 10 и 1 м, то групповой щиток устанавливаем в помещении с более благоприятными условиями среды (коридоре) с координатами $x \approx 20,8$ м и $y \approx 10$ м. С указанной точки просматриваются отключаемые ряды светильников в помещениях под №№ 1...8.

Стремясь к минимальной протяженности групповых линий, светильники осветительной установки разбиваем на 5 групп (4 для рабочего и 1 для дежурного освещения):

- группа № 1, включающая все светильники рабочего освещения помещений № 1 и 2, управляемые четырьмя выключателями (по одному на ряд светильников);
- группа № 2, включающая все светильники рабочего освещения помещений № 3 и 4, управляемые четырьмя выключателями (по одному на ряд светильников);
- группа № 3, включающая все светильники рабочего освещения помещений № 9, 10, входов (правое крыло) и коридора (помещение № 11), управляемые пятью вы-

ключателями (по одному на помещение и на светильник над входом) и 2 проходными выключателями для коридора, установленными на входе и выходе;

– группа № 4, включающая все светильники рабочего освещения помещений № 5, 6, 7, 8, 9, 10 и входов (левое крыло), управляемые девятью выключателями (по одному на помещение и на светильник над входом), а также две розетки, установленные в лаборатории и электрощитовой;

– группа № 5 включающая все светильники дежурного освещения помещений № 1, 2, 3, 4, управляемые 4 выключателями (по одному на ряд светильников дежурного освещения).

При этом электрическую нагрузку групповых линий распределяем с учетом максимально равномерной загрузки фаз питающей сети: 1-я фаза – группа 1; 2-я фаза – группа 4; 3-я фаза – группа 2, 3 и 5.

Выбранные трассы питающих осветительный щиток и групповых линий, места установки группового щитка, светильников, выключателей и розеток наносим на план помещений проектируемого здания (приложение Б19).

3.3 Выбор марки проводов и способов их прокладки помещений

Для подводки напряжения к светильникам, выключателям и розеткам с учетом меньшей стоимости принимаем кабель типа АВВГ с алюминиевой жилой, поливинилхлоридной изоляцией жил и в поливинилхлоридной оболочке.

Принимаем способ проводки – открытую в пластмассовых коробах, крепящихся непосредственно на стенах. В помещениях под №№ 1, 2, 3 и 4 кабель АВВГ в зонах подвеса светильников их крепим на тросу. Для разветвлений в групповых линиях предусматриваем пластиковые разветвительные коробки наружной установки.

3.4 Расчет и проверки сечения проводников электрической сети осветительной установки и защиты сети от аварийных режимов

Для определения моментов нагрузки предварительно составляем принципиальную расчетную схему электрической сети, в которую включаем все питающиеся от сети электроприемники, в частности, светильники и розетки (приложение Б18). При составлении расчетной схемы коэффициент спроса нагрузки K_C (4.5) принят равным 1,0, установленная расчетная мощность розеток – 0,06 кВт [11], расчетная длина участков линий определялась обмером по плану здания, м; установленная мощность приемника округлялась до 0,01. Электрическая нагрузка помещений за №№ 1...4 сосредотачивалась в центре линии светильников при соблюдении равенства моментов в исходной схеме и итоговой.

											Лист
											28
Изм.	Колич	Лист	№докум.	Подпись	Дата	02.68.000.18-ПЗ					

При указанных ограничениях исходные данные для составления принципиальной расчетной схемы электрической сети представлены в таблице 3.1.

Расчет сечения проводников электрической сети производим по допустимой потере напряжения. Поскольку в задании на выполнение курсового проекта не приводится принципиальная схема всей питающей электрической сети и неизвестными значениями являются U_{xx} , ΔU_T и ΔU_{Π} (3.4), то в расчетах принимать $\Delta U_{\text{пом}}$, равное 2,5 %.

Приводим формулу 3.8 в соответствии с расчетной принципиальной схемой электрической сети (лист 2 графической части) и подставляем исходные данные (таблица 3.1(приложение А)):

$$S_{0-1} = \{ (P_3 + \dots + P_{43}) \cdot l_{0-1} + \alpha_{2-4} \cdot [P_3 \cdot l_{1-2-3} + P_4 \cdot l_{1-2-4} + P_6 \cdot l_{2-5-6} + P_7 \cdot l_{2-5-7} + P_{10} \cdot l_{1-8-10} + P_{11} \cdot l_{1-8-11} + P_{12} \cdot l_{1-8-9-12} + P_{13} \cdot l_{1-8-9-13} + P_{15} \cdot l_{1-14-15} + P_{16} \cdot l_{1-14-15-16} + P_{17} \cdot l_{1-14-15-16-17} + P_{18} \cdot l_{1-14-15-16-17-18} + P_{19} \cdot l_{1-14-15-16-17-18-19} + P_{20} \cdot l_{1-14-20} + P_{21} \cdot l_{1-14-20-21} + P_{22} \cdot l_{1-14-20-21-22} + (P_{24} + P_{25} + P_{26} + P_{27} + P_{28} + P_{29} + P_{30} + P_{31} + P_{32}) \cdot l_{1-23} + P_{24} \cdot l_{23-24} + P_{25} \cdot l_{23-24-25} + P_{26} \cdot l_{23-24-25-26} + P_{27} \cdot l_{23-24-25-26-27} + P_{28} \cdot l_{23-24-25-26-27-28} + P_{29} \cdot l_{23-24-25-26-27-28-29} + P_{30} \cdot l_{23-30} + P_{31} \cdot l_{23-30-31} + P_{32} \cdot l_{23-30-31-32} + (P_{36} + P_{37} + P_{38} + P_{41} + P_{42} + P_{43}) \cdot l_{1-33} + P_{38} \cdot l_{33-34-38} + P_{37} \cdot l_{33-34-37} + P_{36} \cdot l_{33-34-35-35} + P_{41} \cdot l_{33-39-31} + P_{42} \cdot l_{33-40-42} + P_{43} \cdot l_{33-40-43}] \} / (C_4 \cdot \Delta U_{\text{доп}}) = \{ 3,17 \cdot 16,5 + 1,83 \cdot [0,36 \cdot 22,5 + 0,36 \cdot 18,0 + 0,36 \cdot 19,5 + 0,36 \cdot 24,0 + 0,11 \cdot 17,5 + 0,14 \cdot 13,0 + 0,11 \cdot 16,5 + 0,14 \cdot 21,0 + 0,04 \cdot 50,0 + 0,06 \cdot 51,5 + 0,07 \cdot 56,0 + 0,06 \cdot 60,5 + 0,04 \cdot 62,0 + 0,04 \cdot 11,0 + 0,04 \cdot 17,0 + 0,04 \cdot 24,0 + (0,1 + 0,04 + 0,06 + 0,07 + 0,06 + 0,04 + 0,21 + 0,07 + 0,04) \cdot 3,0 + 0,1 \cdot 8,0 + 0,04 \cdot 27,0 + 0,06 \cdot 30,5 + 0,07 \cdot 35,0 + 0,06 \cdot 39,5 + 0,04 \cdot 42,5 + 0,21 \cdot 2,0 + 0,07 \cdot 5,0 + 0,04 \cdot 8,0 + (0,04 + 0,04 + 0,04 + 0,04) \cdot 1,0 + 0,04 \cdot 14,0 + 0,04 \cdot 14,0 + 0,04 \cdot 15,0 + 0,04 \cdot 10,5 + 0,04 \cdot 34,0 + 0,04 \cdot 34,0] \} / 46 \cdot 2,5 = 188,2 / 115,0 = 1,63 \text{ мм}^2$$

Для головного участка распределительной сети (участок 0–1) коэффициент, зависящий от системы напряжения и материала проводника: $C_4 = 46$ (таблица 3.3), а коэффициент приведения моментов нагрузки $\alpha_{2-4} = 1,83$ (таблица 3.2). По полученному расчетному значению сечения проводников $S_{0-1} = 1,63 \text{ мм}^2$ выбираем ближайшее большее стандартное сечение кабеля АВВГ $S_{0-1} (\text{ГОСТ}) = 2,5 \text{ мм}^2$ (таблица 3.1), то есть кабель АВВГ 4×2,5.

рабочий ток на участке 0-1 по формуле (3.10), для чего предварительно определим значение коэффициента мощности по формуле

$$\cos \varphi = (P_{\text{Л}} \cdot \cos \varphi_{\text{Л}} + P_{\text{Н}} \cdot \cos \varphi_{\text{Н}}) / (P_{\text{Л}} + P_{\text{Н}}),$$

где $P_{\text{Л}}$ и $P_{\text{Н}}$ – расчетные мощности светильников с люминесцентными лампами и лампами накаливания, Вт; $\cos \varphi_{\text{Л}}$ и $\cos \varphi_{\text{Н}}$ – значения коэффициентов мощности для люминесцентных ламп и ламп накаливания.

Принимаем $\cos \varphi_{\text{Л}} \approx 0,95$ и $\cos \varphi_{\text{Н}} \approx 1,0$. Тогда

$$\cos \varphi \approx (2735 \cdot 0,95 + 315 \cdot 1,0) / (2735 + 315) \approx 0,96.$$

Расчетное значение тока на участке 0-1 равно $I_{P(0-1)} = 4,6$.

Так как для кабеля АВВГ сечением $2,5 \text{ мм}^2$, проложенного в коробе и на тресе (открыто), допустимый ток $I_{\text{доп}} = 19 \text{ А}$ (таблица 3.6) и выполняется условие $I_P \leq I_{\text{доп}}$, то выбранный кабель по условиям нагрева проходит.

Фактические потери напряжения на участке 0–1 (3.14) равны

$$\Delta U_{0-1} = 3,17 \cdot 16,5 \cdot 1,0 / (46 \cdot 2,5) \approx 0,45 \text{ \%}.$$

Расчет сечения проводников в групповых линиях приведем на примере наиболее протяженной и нагруженной первой групповой линии (приложение Б18)) участок 1–2–3). Располагаемые потери напряжения для указанных участков равны $\Delta U_{1-2-3} = \Delta U_{1-2-4} = \Delta U_{\text{доп}} - \Delta U_{0-1} = 2,5 - 0,45 \approx 2,05$, а коэффициент, зависящий от системы напряжения и материала проводника, $C_4 = 7,7$ (таблица 3.3).

Сечение проводников определяем по формуле (3.15):

$$S_{1-2-3} = (P_3 \cdot l_{1-2-3}) / (C_2 \cdot \Delta U_{\text{доп}} - \Delta U_{0-1}) = (0,36 \cdot 22,5) / (7,7 \cdot 2,05) = 0,51 \text{ мм}^2.$$

Ближайшее большее стандартное сечение кабеля АВВГ $S_{1-2(\text{ГОСТ})} = 2,5 \text{ мм}^2$ (АВВГ 3×2,5). Принятое сечение кабеля проходит по механической прочности и допустимому нагреву, так как $I_P \leq I_{\text{доп}}$ ($I_{1-2} = 6,6 \text{ А}$).

Фактические потери напряжения на рассматриваемом участке (4.14) и потери напряжения в конце линии будут равны:

$$\Delta U_{1-2-3} = 0,36 \cdot 22,5 \cdot 1,0 / (7,7 \cdot 2,5) \approx 0,42 \text{ \%}, \Delta U_{0-3} = 0,45 + 0,42 \approx 0,87 \text{ \%};$$

$$\Delta U_{1-2-4} = 0,36 \cdot 18,0 \cdot 1,0 / (7,7 \cdot 2,5) \approx 0,34 \text{ \%}, \Delta U_{0-4} = 0,45 + 0,34 \approx 0,79 \text{ \%};$$

$$\Delta U_{1-2-5-6} = 0,36 \cdot 19,5 \cdot 1,0 / (7,7 \cdot 2,5) \approx 0,36 \text{ \%}, \Delta U_{0-6} = 0,45 + 0,36 \approx 0,81 \text{ \%};$$

$$\Delta U_{1-2-5-7} = 0,36 \cdot 24,0 \cdot 1,0 / (7,7 \cdot 2,5) \approx 0,45 \text{ \%}, \Delta U_{0-7} = 0,45 + 0,45 \approx 0,9 \text{ \%}.$$

Аналогично производим расчет сечений проводников в других групповых линиях, результаты сводим в таблицу 3.2 (приложение А).

Для защиты от аварийных режимов (токов однофазного короткого замыкания) принимаем трехполюсный и однополюсные автоматические выключатели серии ВА47-63 [14]. Трехполюсный автоматический выключатель на номинальный ток расцепителя 16 А устанавливаем на вводе электрической сети в осветительный щиток.

Примечание – Для обеспечения селективности защиты значение номинального тока каждого последующего аппарата в направлении к источнику питания следует принимать не менее чем на две ступени большим, чем у предыдущего аппарата, если это не ведет к завышению площади сечения проводников электрической сети [7].

Таблица 3.2 – Результаты расчета сечения проводников и потерь напряжения в линиях

Номер групповой линии	Марка кабеля	Установленная мощность, кВт	Расчетный ток, А	Длина линии, м	Потери напряжения, ΔU %	
					в линии	в конце линии
Распределительная линия	АВВГ 4×2,5	3,17	4,6	16,5	0,45	
Групповая линия № 1:	АВВГ 3×2,5	1,44	6,6			
– участок 1-2-3		0,36	1,56	22,5	0,42	0,87
– участок 1-2-4		0,36	1,56	18,0	0,34	0,79
– участок 1-2-5-6		0,36	1,56	19,5	0,36	0,81
– участок 1-2-5-7		0,36	1,56	24,0	0,45	0,9
Групповая линия № 2:	АВВГ 3×2,5	0,5	2,3			
– участок 1-8-10		0,11	0,5	17,5	0,1	0,55
– участок 1-8-11		0,14	0,61	13,0	0,09	0,54
– участок 1-8-9-12		0,11	0,5	16,5	0,09	0,54
– участок 1-8-9-13		0,14	0,61	21,0	0,15	0,6
Групповая линия № 3:	АВВГ 3×2,5	0,38	1,65			
– участок 1-14-15-...-19		0,27	1,17	62,0	0,79	1,24
– участок 1-14-20-21-22		0,11	0,5	18,5	0,11	0,56
Групповая линия № 4:	АВВГ 3×2,5	0,69	3,0			
– участок 1-23-...-29		0,37	1,61	42,5	0,64	1,09
– участок 1-23-30-31-32		0,32	1,39	8,0	0,11	0,56
Групповая линия № 5:	АВВГ 3×2,5	0,24	1,04			
– участок 1-33-36		0,04	0,17	14,0	0,03	0,48
– участок 1-33-37		0,04	0,17	14,0	0,03	0,48
– участок 1-33-38		0,04	0,17	15,0	0,03	0,48
– участок 1-33-41		0,04	0,17	10,5	0,02	0,47
– участок 1-33-42		0,04	0,17	34,0	0,07	0,52
– участок 1-33-43		0,04	0,17	34,0	0,07	0,52

Однополюсные автоматические выключатели на номинальные токи расцепителя 10 (для групповой линии № 1) и 6 (для групповых линий № 2...5) А устанавливаем на вводе в групповые линии. Ток расцепителей определен из условия $I_B \geq (1,0 \dots 1,4) \cdot I_p$ (таблица 3.9).

При компоновке группового осветительного щитка за групповыми автоматическими выключателями на каждую линию устанавливаем двухполюсные устройства защитного отключения (УЗО) серии ВД1-63 на ток утечки 30 мА. В итоге в групповом щитке занимаем 18 модулей (3 модуля под трехполюсный автоматический выключатель и по 3 модуля под однополюсный автоматический выключатель и двухполюсное УЗО на каждую групповую линию) и 6 оставляем в качестве резерва.

Проверка сечения проводников жил кабеля АВВГ на соответствие току расцепителя защитного аппарата по условию $I_{доп} > 0,22 \cdot I_B$ (3.13) подтверждает соответствие тока расцепителя автоматического выключателя выбранному сечению жил кабеля.

Результаты выбора автоматических выключателей и определения их тока расцепителя представим в виде таблицы 3.3(приложение А).

Таблица 3.3 – Принципиальная схема электрической сети осветительной установки

Тип щитка; установленная мощность, кВт; потеря напряжения до щитка, %	Номер группы	Выключатель автоматический			Данные групповых линий					
		тип	номинальный ток	ток расцепителя, А	установленная мощность, кВт	расчетный ток, А	марка, количество и сечение жил	длина, м	потеря напряжения, %	
ЩРН-24; $P_y = 3,17$ кВт; $\Delta U = 0,35\%$	01	ВА47-63	63	16	3,17	4,6	АВВГ 4×2,5	16,5	0,45	
	01-01	ВА47-63	63	10	1,44	6,6	АВВГ 3×2,5	24,0	0,9	
	01-02	ВА47-63	63	6	0,5	2,3	АВВГ 3×2,5	21,0	0,6	
	01-03	ВА47-63	63	6	0,38	1,7	АВВГ 3×2,5	62,0	1,24	
	01-04	ВА47-63	63	6	0,69	3,0	АВВГ 3×2,5	42,5	1,09	
	01-05	ВА47-63	63	6	0,24	1,0	АВВГ 3×2,5	34,0	0,48	
	01-06	–	Резерв							
	01-07	–	Резерв							

3.4.1 Управление режимом работы осветительной установки проектируемого объекта

Поскольку зоотехнические требования к содержанию свиней (холостых и супоросных свиноматок, ремонтного молодняка и хряков) не устанавливают каких-либо условий к продолжительности светового дня, принимаем ручное управление светильниками.

										Лист
										33
Изм.	Колич	Лист	№ док.	Подпись	Дата	02.68.000.18-ПЗ				

Предлагается осуществлять индивидуальную замену вышедших из строя ламп. Для их своевременной замены в проектируемой осветительной установке рекомендуется создать годовой запас ламп в количестве [16]:

- люминесцентных ламп типа ЛБ 36 – 6 шт.;
- ламп накаливания типа Б225-235 60 (КЛЛ15) – 2 шт.;
- ламп накаливания типа Б225-235 75 (КЛЛ15) – 1 шт.

При определении штата электротехнической службы для обслуживания всего электрооборудования хозяйства учесть, что к эксплуатации проектируемой осветительной установки необходимо привлечь [16]:

- электромонтеров 2-го разряда до 0,1 ед. (с округлением до 0,1);
- электромонтеров 3-го разряда до 0,01 ед. (с округлением до 0,01);
- электромонтеров 4-го или 5-го разрядов до 0,02 ед. с округлением до 0,01).

4.2 Энергосбережение при проектировании и эксплуатации осветительных установок

При проектировании светотехнических установок приняты следующие решения, направленные на энергосбережение при эксплуатации:

- в осветительных установках применены энергосберегающие люминесцентные лампы серии Т8 типа ЛБ 36, отличающиеся относительно высокой световой отдачей (до $88 \text{ лм} \cdot \text{Вт}^{-1}$) при номинальной продолжительности работы до 13000 ч;

- для осветительных установок в основном приняты светильники типа ЛСП 18 со встроенным электронным пускорегулирующим аппаратом (ЭПРА), позволяющим в сравнении с индукционным балластным сопротивлением экономить до 20 % электрической энергии и отличающимся достаточно высоким значением коэффициента мощности ($\cos\varphi > 0,96$);

- для осветительных установок с учетом параметров помещений приняты светильники с оптимальным светораспределением, формой КСС и КПД, в основном светильники типа ЛСП18 (класс светораспределения П – прямого света, КСС типа Д – косинусная, коэффициент полезного действия – КПД = 88 %).

- для обеспечения гибкости управления осветительными установками и их отдельными участками предусмотрены выключатели, установленные в удобных для доступа местах: на входах в помещения; на ряд светильников рабочего и дежурного освещения; на каждый светильник на входе в свинарник;

- сечение проводников электрической сети осветительной установки подобрано таким образом, что потери напряжения в сети не превышают 1,24 %.

Предполагается, что при эксплуатации запроектированных установок будет организовано в установленные сроки их качественное техническое обслуживание, включающее регулярную чистку светильников моющими растворами.

						02.68.000.18-ПЗ	Лист
Изм.	Колич	Лист	№ док.	Подпись	Дата		36

4.3 Техника безопасности и охрана труда при эксплуатации осветительных установок

В запроектированных осветительных установках предусмотрены следующие меры защиты от возможного поражения электрическим током людей и животных в случае повреждения изоляции:

- в соответствии с требованиями ТКП [7] электрическая сеть трехфазного тока с глухозаземленной нейтралью напряжением 400/230 В выполнена в исполнении *TN-C-S* и включает фазные проводники и проводники рабочего и защитного заземления;
- все розетки и светильники рабочего и дежурного освещения подключены болтовым соединением отдельным проводником к защитному заземлению;
- сечение проводников защитного заземления равно сечению фазных проводников и проводников рабочего зануления;
- на вводе каждой групповой линии установлены двухполюсные устройства защитного отключения (УЗО) серии ВД1-63 с током утечки 30 мА;
- несущие тросы в помещениях для содержания животных, на которых закреплены светильники и кабели, в начальной и конечной точках с помощью ответвительного сжима присоединены в крайних ответвительных коробках линии к нулевому проводу гибким медным проводником;
- корпус группового щитка заземлен с помощью болтового соединения путем присоединения к нулевому рабочему проводнику питающей линии.

Предполагается, что:

- перед приемкой осветительной установки в эксплуатацию на лицевой стороне группового щитка сети освещения будет размещен знак безопасности и надписи с указанием его наименования и номера, а на дверцах помещены однолинейная схема и надписи с указанием значения номинального тока автоматических выключателей и наименование электроприемников, через них получающих питание;
- в период эксплуатации в установленные сроки будут производиться визуальные осмотры видимой части заземляющих устройств по графику, но не реже 1 раза в 6 месяцев, ответственным за электрохозяйство потребителя или работником, им уполномоченным;
- вышедшие из строя во время эксплуатации и отбракованные газоразрядные люминесцентные лампы типа ЛБЗ6 будут храниться в специальном помещении и периодически передаваться специализированным организациям для демеркуризации;
- при механическом повреждении газоразрядных люминесцентных ламп при небрежном хранении и обращении и вытекании из горелок ламп ртути для исключения ртутного загрязнения места происшествия будут немедленно демеркурированы путем механической очистки и химической обработки.

Изм.	Колич	Лист	№ док.	Подпись	Дата

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 ГОСТ 21.608–84. Внутреннее электрическое освещение. Рабочие чертежи.
- 2 ГОСТ 21.101–93 СПДС. Основные требования к рабочей документации.
- 3 ГОСТ 21.614–88. СПДС Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах.
- 4 ГОСТ 2.702–75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
- 5 ГОСТ 2.710–81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
- 6 РД 204-141–95. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
- 7 ТКП339-2011 Электроустановки на напряжение до 750 кВ (Введен взамен ПУЭ 6-е изд.)
- 8 Общие требования к организации проектирования и правила оформления дипломных и курсовых проектов (работ): учебно-методическое пособие / В. В. Гурин, Е. С. Якубовская, И. П. Матвеевко [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2014. – 144 с.
- 9 ГОСТ 30331.3–95 (МЭК 364-4-41–92). Электроустановки зданий. – Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражений электрическим током.
- 10 ТКП 45-2.04-153-2009. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования. – Минск : Министерство архитектуры и строительства, 2010. – 135 с.
- 11 Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацкевич. – 2-е изд. – Минск : Техноперспектива, 2008. – 271 с. : ил.
- 12 ОСН-АПК 2.10.24.001-04. Отраслевые нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений. – М. : ВИЭСХ, 2004 – 24 с.
- 13 Амерханов, Р. А. Проектирование систем энергообеспечения : учебник / Р. А. Амерханов, А. В. Богдан, С.В. Вербицкая и др. ; под ред. Р. А. Амерханова. – М. : Энергоатомиздат, 2010. – 548 с.: ил.
- 14 Степанцов, В. П. Светотехника : учебное пособие / В. П. Степанцов, Р. И. Кустова. – Минск : БГАТУ, 2012. – 568 с.: ил.
- 15 Светотехника: учебное пособие/ М. М. Николаенок, Е. М.Заяц, Р. И. Кустова ; под ред. Е. М. Зайца. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – 231 с.
- 16 ТКП 181–2009 (02230). Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Минск : Инженер центр : БОИМ, 2009. – 325 с.
- 17 ОАО «Брестский электроламповый завод» [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.brestlamp.by/> – Дата доступа: 10.10.2017.
- 18 OSRAM [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.osram.ru/> – Дата доступа: 10.10.2018.

						02.68.000.18-ПЗ	Лист
Изм.	Колич	Лист	№ док.	Подпись	Дата		38

19 Щиты распределительные ЩРН ... [Электронный ресурс] – <http://kilovolt.by/> – Дата доступа: 28.10.2018.

20 ГОСТ 30331.1–95 (МЭК 364-1–72, МЭК 364-2–70). Электроустановки зданий. Основные положения.

21 ГОСТ 13109–97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.




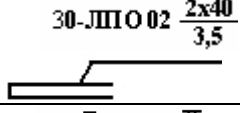
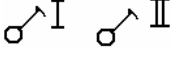
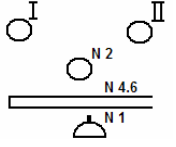
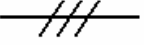

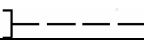
ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(Справочная информация)

Репозиторий БГАТУ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б1

Условные графические изображения и их порядок записи на планах
расположения электрического оборудования светотехнической установки [1]

Таблица Б1.1 – Пример обозначения порядка записи условных обозначений на планах расположения электрического оборудования внутреннего освещения

Наименование	Обозначение
1. Нормируемая освещенность от общего освещения	300лк
2. Обозначение классов взрыво и пожароопасных зон по (ПУЭ) [8]:	
а) класс взрывоопасной зоны, категория и группа взрывоопасной смеси	
б) класс взрывоопасной зоны	
в) класс пожароопасной зоны	
3. Сведения о светильниках ^{*)} :	
а) количество – тип <u>количество ламп x мощность, Вт</u> <u>высота установки над полом, м</u>	30-ЛПО02 $\frac{2x40}{3,5}$
б) количество - тип светильников в линии	
4. Соответствие выключателей с управляемыми ими светильниками	
5. Номер и цифры у светильников и штепсельных розеток, указывающие номера групп, к которым присоединяются светильники, линии светильников или штепсельные розетки	
6. Количество проводов в линии (например, три) ^{**)}	
7. Разделительное уплотнение на трубах во взрывоопасных зонах	
8. Трос и концевое крепление троса	
9. Обозначение способов прокладки (а), марок проводников (б), мм ² ; и сечений групповой сети (в) в помещении ^{***)}	а-б-в
10. Надписи на линиях питающей сети: а - номер линии; б - марка, количество и сечение проводников; в - способ прокладки ^{***)}	а-б-в
11. Надписи на линиях групповой сети: а - номера групп; б - марка, количество и сечение проводников; в - способ прокладки ^{***)}	а-б-в

*Примечания – *)* Допускается не указывать количество ламп для одноламповых светильников и высоту подвеса для потолочных светильников.

***) На двухпроводных линиях черточки не показывают.*

****) На отдельных участках линий допускается указывать не все, а только необходимые данные*

Таблица Б1.2 – Условные графические изображения на планах расположения электрического оборудования внутреннего освещения

Наименование	Изображение
1. Светильники:	
а) светильники с люминесцентными лампами, установленные в линию	
б) люстра	
в) с лампой накаливания:	
подвесной	
настенный	
потолочный	
встроенный	
г) с люминесцентными лампами:	
подвесной	
настенный	
потолочный	
встроенный	
д) щелевой светильник-световод	
2. Патроны:	
а) настенный	
б) подвесной	
в) потолочный	
3. Звонок	
4. Автоматический выключатель	
5. Шкаф, ящик управления	
6. Пускатель магнитный	
7. Кнопка управления	
8. Трансформатор понижающий малой мощности	
9. Выключатель для открытой установки со степенью защиты IP20...IP23*):	
а) однополюсный	
б) однополюсный сдвоенный	
в) однополюсный строенный	
г) двухполюсный	
д) трехполюсный	

Наименование	Изображение
10. Выключатель для скрытой установки со степенью защиты IP20...IP23 ^{*)} :	
а) однополюсный	
б) однополюсный сдвоенный	
в) однополюсный строенный	
г) двухполюсный	
11. Переключатель на два направления со степенью защиты IP20...IP23 ^{*)} :	
а) однополюсный	
б) двухполюсный	
в) трехполюсный	
12. Розетка штепсельная для открытой установки со степенью защиты IP20...IP23 ^{*)} :	
а) двухполюсная	
б) двухполюсная сдвоенная	
г) двухполюсная с защитным контактом	
д) трехполюсная с защитным контактом	
13. Розетка штепсельная для скрытой установки со степенью защиты IP20...IP23 ^{*)} :	
а) двухполюсная	
б) двухполюсная сдвоенная	
в) двухполюсная с защитным контактом	
г) трехполюсная с защитным контактом	
14. Блоки с выключателями и двухполюсной штепсельной розеткой для открытой установки со степенью защиты IP20...IP23 ^{*)} :	
а) один выключатель и штепсельная розетка	
б) два выключателя и штепсельная розетка	
в) три выключателя и штепсельная розетка	
15. Блоки с выключателями и двухполюсной штепсельной розеткой для скрытой установки со степенью защиты IP20...IP23 ^{*)} :	
а) один выключатель и штепсельная розетка	
б) два выключателя и штепсельная розетка	
в) три выключателя и штепсельная розетка	

Примечание. ^{*)} Для степени защиты IP44...IP55 окружность (полуокружность) зачерняется):

Таблица Б1.3 – Рекомендуемые размеры условных графических изображений

Номер изображения по табл. П. 2.2	Изображение графическое	Обозначение размера	Размеры, мм, для масштабов чертежей		
			1:50	1:100	1:200
1		\varnothing	6	5	3,5
		a	4	2,5	2
		a, b	4	2,5	2
2		d	4	3	2
		\varnothing	3	2,5	2
		\varnothing	3	2,5	2
3		\varnothing	5	3,5	2,5
4–7		a	4	3	2,5
8		\varnothing	4	3	2,5
9–11		\varnothing	2,5	2	1,5
12–15		\varnothing	6	5	3,5

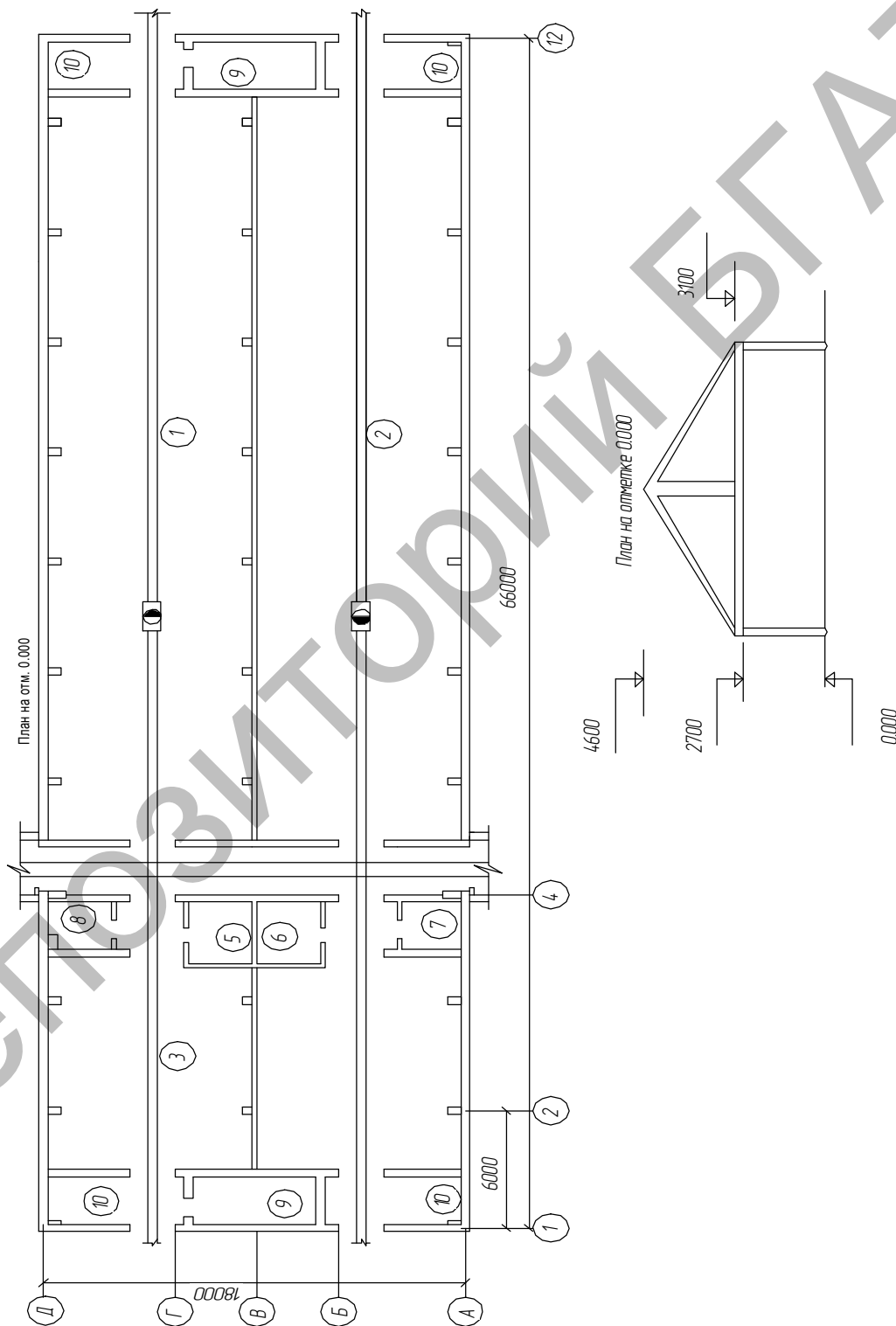
Примечание. Для чертежей в масштабе меньше 1:200 размеры условных изображений не регламентируются.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б2

ЗАДАНИЕ № 000

на выполнение курсового проекта (работы) по дисциплине
«Светотехника и электротехнологии»

**Свинарник на 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного
молодняка и 3 хряка**



Экспликация помещений

№ п/п	Наименование	№ п/п	Наименование
1,2	Помещение для содержания 85 супоросных и 50 условно супоросных свиноматок	3,4	Помещение для содержания холостых свиноматок, ремонтного молодняка, хряков-пробников
5	Лаборатория	6	Моечная
7	Инвентарная	8	Электрощитовая
9	Помещения привода транспортеров	10	Тамбур
11	Коридор		

Технологическое оборудование

№ п/п	Наименование	№ п/п	Наименование
1	Раздатчик-смеситель КС-1,5	3	Приточная вентиляционная установка
2	Скребковый транспортер ТС-1	4	Вытяжная вентиляционная установка

Краткая характеристика строительных конструкций

Стены – железобетонные плиты, внутри покрашенные известковой краской.

Перекрытия – сборные железобетонные плиты, закрепленные на балках.

Окна, двери, ворота – деревянные.

Полы – железобетонная стяжка.

Отделка внутренняя – окраска масляной, известковой и водоэмульсионной краской.

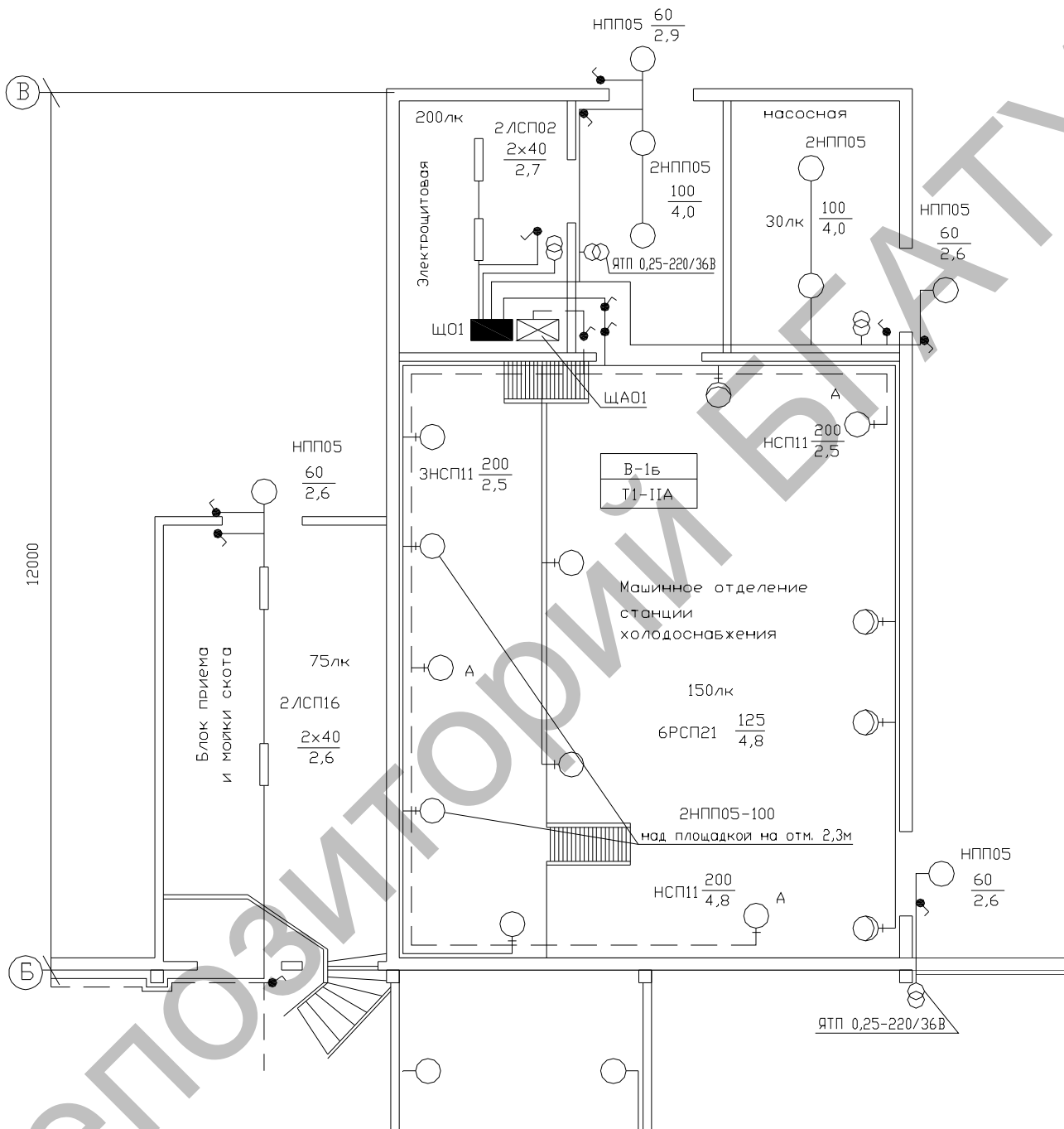
Инженерное оборудование

Отопление – воздушное от внутриплощадочных сетей, совмещенное с вентиляцией.

Вентиляция – приточно-вытяжная с механическим побуждением.

ПРИЛОЖЕНИЕ БЗ

Пример оформления плана расположения [1]



ПРИЛОЖЕНИЕ Б4

Категории и примерный перечень сельскохозяйственных помещений
по условиям окружающей среды [7]

Категория помещений	Характеристика окружающей среды	Примерный перечень помещений
Сухие	Относительная влажность – не более 60 %. Конденсация паров влаги практически невозможна	Инкубатории, котельные, отопливаемые склады негорючих материалов, электрощитовые, тепловые узлы, вентиляционные камеры, конторы, помещения для обслуживающего персонала ферм, подсобные помещения и т. п.
Пыльные	По технологическим условиям производства выделяется пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п.	Цехи по дроблению и приготовлению сухих концентрированных кормов, склады сыпучих негорючих материалов, пункты послеуборочной обработки зерна и технических культур
Влажные	Относительная влажность – более 60 %, но не превышает 75 %. Пары или конденсирующаяся влага выделяются лишь временно и в небольших количествах	Неотапливаемые склады негорючих материалов, лестничные клетки, помещения для холодильного оборудования, помещения для ремонта оборудования
Сырые	Относительная влажность – более 75 %. Имеются пары влаги, способные конденсироваться при небольших понижениях температуры	Помещения для теплогенераторов, цехи по переработке продуктов животноводства, плодов и овощей, лаборатории для анализов молока, помещения для искусственного осеменения животных, помещения для ветосмотра и санобработки коров, родильные отделения и ветпункты, вакуум-насосные, кормонавозные проходы. При наличии установок микроклимата: помещения для содержания крупного рогатого скота, свиней, птицы и других животных
Особо сырые	Относительная влажность близка к 100 %: потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой	Кормоприготовительные цехи для влажных кормов, овощехранилища, фруктохранилища, парники, теплицы, моечные отделения цехов по переработке плодов и овощей, доильные залы, молочные блоки, моечные отделения животноводческих ферм и мастерских, силосные и сенажные башни, наружные установки под навесом, в сараях и подсобных неотапливаемых помещениях с температурой, влажностью и составом воздуха, практически не отличающимися от наружных условий

Категория помещения	Характеристика окружающей среды	Примерный перечень помещений
Особо сырые с химически активной средой	Относительная влажность близка к 100 %. Постоянно или длительное время в помещении содержатся пары аммиака, сероводорода или других газов не взрывоопасной концентрации или же образуются	Помещения для содержания крупного рогатого скота, свиней, птицы и других животных при отсутствии в них установок по созданию микроклимата. Склады минеральных удобрений, помещения
	отложения, действующие разъедающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования	для протравливания семян
Пожароопасные класса П-I	Применяются или хранятся горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С	Склады минеральных масел, установки по регенерации минеральных масел
Пожароопасные класса П-II	Выделяются горючие пыли или волокна, переходящие во взвешенное состояние. Возникающая при этом опасность ограничена пожаром (но не взрывом) либо в силу физических свойств пыли или волокон, либо в силу того, что содержание их в воздухе по условиям эксплуатации не достигает взрывоопасных концентраций	Деревообделочные цехи, малозапыленные помещения мельниц, элеваторов, зернохранилища
Пожароопасные класса П-IIa	Содержатся твердые или волокнистые горючие вещества, причем признаки, перечисленные для помещений П-II, отсутствуют	Производственные и складские помещения и зоны, содержащие твердые или волокнистые горючие вещества
Пожароопасные класса П-III	Применяются или хранятся горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С, а также твердые вещества	Склады открытые или под навесом для минеральных масел, угля, торфа, дерева и т. п.
Взрывоопасные класса В-Ia	При нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих паров или газов с воздухом или другими окислителями не имеют места, а возможны только в результате аварий или неисправностей	Хранилища легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, аккумуляторные
Взрывоопасные класса В-IIa	По условиям технологии могут образовываться взрывоопасные смеси горючей пыли или волокон с воздухом	Комбикормовые заводы, мельницы, склады сыпучих горючих материалов

Приложение Б5

Нормы минимальной освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях [10]

Характеристика зрительной работы и наименьший размер объекта различия	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк		
					при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения
					всего	в том числе от общего	
1	2	3	4	5	6	7	8
Наивысшей точности, размер объекта различия менее 0,15 мм	I	a	Малый	Темный	5000	500	–
		б	Малый	Средний	4000	400	1250
			Средний	Темный	3500	400	1000
		в	Малый	Светлый	2500	300	750
			Большой	Темный	2000	200	600
		г	Средний	Светлый	1500	200	400
Очень высокой точности, размер объекта различия от 0,15 до 0,30 мм	II	a	Малый	Темный	4000	400	–
		б	Малый	Средний	3000	300	750
			Средний	Темный	2500	300	600
		в	Малый	Светлый	2000	200	500
			Большой	Темный	1500	200	400
		г	Средний	Светлый	1000	200	300
Высокой точности, размер объекта различия от 0,30 до 0,50 мм	III	a	Малый	Темный	2000	200	500
		б	Малый	Средний	1000	200	300
			Средний	Темный	750	200	200
		в	Малый	Светлый	750	200	300
			Большой	Темный	600	200	200
		г	Средний	Светлый	400	200	200
Средней точности, размер объекта различия от 0,50 до 1,0 мм	IV	a	Малый	Темный	750	200	300
		б	Малый	Средний	500	200	200
		в	Малый	Светлый	400	200	200
			Средний	Средний			
		г	Большой	Темный	–	–	200
			Средний	Светлый			
Малой точности, размер объекта различия от 1 до 5 мм	V	a	Малый	Темный	400	200	300
		б	Малый	Средний	–	–	200
		в	Малый	Светлый	–	–	200
		г	Средний	Светлый	–	–	200
			Большой	Светлый			
		Большой	Средний	–	–	200	

1	2	3	4	5	6	7	8
Малой точности, размер объекта различения от 1 до 5 мм	V	а	Малый	Темный	400	200	300
		б	Малый	Средний	–	–	200
		в	Малый	Светлый	–	–	200
		г	Средний	Светлый	–	–	200
			Большой	Светлый			
		Большой	Средний				
Грубая (очень малой точности), размер объекта различения более 5 мм	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		–	–	200
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	VII		То же		–	–	200
Общее наблюдение за ходом производственного процесса:	VIII						
– постоянное;		а	"		–	–	200
– периодическое при постоянном пребывании людей в помещении;		б	"		–	–	75
– периодическое при периодическом пребывании людей в помещении;		в	"		–	–	50
– общее наблюдение за инженерными коммуникациями		г	"		–	–	20

ПРИЛОЖЕНИЕ Б6

Нормы освещенности зданий и сооружений для хранения сельскохозяйственной продукции, животноводческих и птицеводческих помещений [14, 15]

Помещение, участок, оборудование	Рабочая поверхность ¹⁾	Плоскость	Освещенность при газоразрядных лампах, лк
1	2	3	4
А. Животноводческие здания и сооружения			
а) для крупного рогатого скота молочного направления			
Помещения для содержания коров и ремонтного молодняка:			
– зона кормления;	Пол, зона расположения кормушек	Г	75 ²⁾
– стойла, секции, боксы	Пол	Г	50
Помещения для содержания быков-производителей	Пол, зона расположения кормушек	Г	75
Помещения родильного отделения:			
– для отела коров;	Пол	Г	150
– для санитарной обработки коров;	Пол	Г	75
– профилакторий для содержания телят	Пол	Г	100
Телятники	Пол	Г	100
б) для крупного рогатого скота мясного направления			
Денники и секции для коров-кормилиц с телятами	Пол	Г	75
Помещения для доращивания молодняка	Пол	Г	50
Помещения для откорма молодняка (стойла, секции, боксы)	Пол	Г	50
Помещения для санитарной обработки, сушки и взвешивания молодняка	Шкала приборов	В	100
в) для свиней			
Помещения для содержания хряков-производителей, холостых и супоросных маток	Пол	Г	75
Помещения для подсосных маток	Пол	Г	100
Помещения для содержания отъемышей и ремонтного молодняка	Пол	Г	75
Помещения для содержания откормочного поголовья	Пол	Г	50
г) для овец и коз			
Помещения для содержания маток, баранов, пробников, молодняка после отбивки валухов	Пол	Г	75
Тепляк с родильным отделением	Пол клетки	Г	100
Помещения для стрижки овец	Стол, настил	Г	200 ³⁾
Открытый баз с кормовой площадкой	Земля	Г	10 ⁴⁾

1	2	3	4
Помещение для содержания коз, козлов-производителей, козлов-пробников, молодняка	Пол	Г	50
Помещения для вычесывания пуха на козеводческих фермах	Пол	Г	150
д) для лошадей			
Помещение для содержания племенных лошадей	Пол	Г	75
Помещения для содержания рабочих лошадей	Пол	Г	50
Помещения для содержания молодняка, манеж для запряжки, седловки и тренинга	Пол	Г	75
Родильное отделение	Пол	Г	150
Ванно-душевой денник	Пол	Г	75
Упрощенное помещение для лошадей (загонный сарай) при табунном содержании	Пол	Г	20 ⁴⁾
Навес коновязью, базы-навесы	Земля	Г	10 ⁴⁾
Б. Птицеводческие здания и сооружения			
Помещения для напольного содержания кур промышленного и родительского стада кур	Пол	Г	75 ⁵⁾
Помещения для клеточного содержания кур	Кормушки (на всех ярусах)	Г	75 ⁵⁾
Помещения для выращивания ремонтного молодняка	Пол	Г	75 ⁶⁾
Помещения для напольного выращивания бройлеров	Пол	Г	75 ⁷⁾
Помещения для клеточного выращивания бройлеров	Кормушки, поилки	Г	75 ⁷⁾
Помещения для содержания родительского стада уток	Пол	Г	75 ⁸⁾
Помещения для выращивания ремонтного молодняка уток	Пол	Г	75 ⁸⁾
Помещения для напольного и клеточного выращивания утят на м'ясо	Пол	Г	75 ⁹⁾
Помещения для сортировки и обработки цыплят	Стол	Г	300
Инкубаторий (инкубационный зал)	Пол	Г	75
Моечная, камера для дезинфекции яиц, участок для упаковки яиц	Зона работы, ванна, стол	Г	150
В. Здания и сооружения для зверей и кроликов			
Помещения закрытого типа для содержания кроликов	0,8 м от пола	Г	75
Шеды всех типов	0,8 м от пола	Г	75
Вольер для молодняка	Пол	Г	10

1	2	3	4
Г. Здания, сооружения и помещения, общие для животноводческих, птицеводческих и звероводческих предприятий			
а) пункты искусственного осеменения			
Манеж, пункты искусственного осеменения животных	Станок	Г	200 ¹⁰⁾
Помещения со стойлами для передержки животных после осеменения	Стойла	Г	75
б) здания и помещения для доения, обработки и хранения молока			
Преддоильные и последоильные площадки	Пол	Г	50
Доильные залы и площадки	Зона работы оператора машинного доения	Г	200 ³⁾
Помещения для приема, хранения и первичной обработки молока, заквасочная, разливающая	Шкалы приборов и механизмов	Г	150
Холодильные камеры	0,8 м от пола	Г	30 ⁴⁾
Моечная фляг	Ванна	Г	150
Цех расфасовки молока в бумажные пакеты	Расфасовочные автоматы	Г	150 ³⁾
в) ветеринарные объекты			
Кабинет врача, аптека, лабораторные помещения	Стол	Г	200
Манеж-приемная, диагностический кабинет	Стол	Г	200
Помещения для проведения лечебных процедур	Стол	Г	200
Моечная-стерилизационная	Стол, раковина	Г	150
Кладовая для биопрепаратов	0,5 м от пола	Г	100
Помещения для убоя	Стол	Г	100
Камера для временного хранения туш	0,8 м от пола	Г	30 ⁴⁾
Помещения для дезинфекции тары, одежды, транспортных средств	Пол	Г	30 ⁴⁾
Утилизационная	Пол	Г	20 ⁴⁾
Помещения для содержания больных животных	Пол	Г	100
Помещения для обработки кожного покрова животных	Пол	Г	200
г) здания для приготовления корма			
Помещения для приема и хранения кормов	Пол	Г	20 ⁴⁾
Участок для обработки и смешивания кормов	Поверхность бункера и смесителя	Г	150
Варочное отделение	0,8 м от пола	Г	100
Площадка для приема кормов	Земля	Г	5 ¹¹⁾
д) сооружения для обработки навоза			
Отделение аэрации и обезвоживания навоза, приемно-распределительная камера	Пол	Г	20 ⁴⁾
е) пункты переработки шкурок, шерсти (пуха)			
Остывочная	Зона работы	Г	75
	0,8 м от пола		20 ⁴⁾

1	2	3	4
Шкуроемочная и обезжировочная	0,8 м от пола	Г	200
Помещения для посола и временного хранения шкур	Пол	Г	100
Сушильное помещение	Пол	Г	20 ⁴⁾
Помещения для сортировки шкурок, пуха	Пол	Г	300 ¹²⁾
Помещения для откатки шкурок по мездре и ворсу	Пол	Г	150
Помещения для классировки и прессования шерсти	Стол, пресс	Г	200
Помещения для хранения шерсти	Пол	Г	20 ⁴⁾
Помещения для сортировки, браковки и маркировки	Стол	Г	300
Площадка естественной сушки шкурок	Пол	Г	100
ж) подсобно-вспомогательные сооружения и площадки			
Лаборатории различного назначения	0,8 м от пола	Г	300
Убойные разные (для звероводческих, кролиководческих, овцеводческих смушкового и каракулевого направления предприятий)	Стол	Г	100
Площадка приема и отгрузки животных	Земля	Г	10
Весовые	Шкала весов	В	150 ¹³⁾
Выгульные площадки	Земля	Г	0,5 ¹⁴⁾
Выгульные кормовые площадки	Кормушка	Г	10
Галереи для прогона животных	Пол	Г	50
Фуражные, помещения для хранения инвентаря, моющих и дезинфицирующих средств, запаса кормов и подстилки	Пол	Г	10 ⁴⁾
Помещения дезинфекционного блока	Пол	Г	75
Складские помещения	Пол	Г	30
Помещения для ремонта оборудования и тары (ремонтные мастерские, столярные цеха, кузницы и др.)	Пол	Г	150
Машинные отделения, вентиляционные камеры, электрощитовые	Пол	Г	50
Площадки для транспортных средств	Пол	Г	20
Грузовые коридоры	Пол	Г	75
Складские помещения для картофеля, овощей и фруктов	Пол проезда, проходы	Г	20 ⁴⁾
Складские помещения для зерна (зерносклады)	Пол проезда, проходы	Г	5 ^{4, 15)}
Сортировочная	Зона работы	Г	200
Производственные помещения для обработки зерна (отделения протравливания и термического обеззараживания зерна, электромагнитной очистки семян)	Пол	Г	10 ^{4, 15)}
Сушильно-очистительное отделение для зерновых пунктов	Пол	Г	10
Крытый ток для подработки зерна	Пол	Г	10 ⁴⁾
Шахты, лестницы	Пол	Г	10

1	2	3	4
Башня силоса или сенажа	На уровне пола или верха массы	Г	5
Вентиляционная, фумигационная камера	Пол	Г	50
Экспедиции	Стол	Г	75
Помещения для проращивания картофеля	Зона работы	Г	100
Помещения для инвентаря и машин	Пол	Г	10 ⁴⁾
Грузовые корридоры	Зона работы	Г	75
Помещения для хранения аммиака	Пол	Г	20 ⁴⁾
Цехи товарной обработки и фасовки	Стол	Г	150
Цех переработки	Стол	Г	150
Д. Тепличные предприятия			
Помещения для изготовления питательных кубиков и торфоперегнойных горшков	Зона обслуживания машин и механизмов	Г	75
Помещения для хранения лука, корнеплодов на выгон семян	Пол	Г	50
Помещения для проращивания семян	Пол	Г	75 ¹⁶⁾
Экспедиции (упаковочные, сортировочные)	Стол	Г	75
Помещения (боксы) выдачи продукции	Стол	Г	75
Е. Склады сухих минеральных удобрений и химических средств защиты			
Складские помещения для удобрений и ядохимикатов	Пол	Г	10
Помещения для обезвреживания и мойки транспортных технологических машин	Пол	Г	30
Помещение для расфасовки и перезатаривания пестицидов	Пол	Г	30
Помещения для хранения необезвреженной тары	Пол	Г	10

¹⁾ Плоскость на которой нормируется освещенность: Г – горизонтальная, В – вертикальная.

²⁾ Во время доения освещенность на вымени коровы должна быть не менее 150 лк.

³⁾ При комбинированном освещении нормируемая освещенность – 300 лк, в том числе от системы общего освещения – 150 лк.

⁴⁾ При использовании ламп накаливания.

⁵⁾ Обеспечить регулирование освещенности по графику в диапазоне 30...75 лк.

⁶⁾ Обеспечить регулирование освещенности по графику в диапазоне 6...25...75 лк.

⁷⁾ Обеспечить регулирование освещенности по графику в диапазоне 5...25...75 лк.

⁸⁾ Обеспечить регулирование освещенности по графику в диапазоне 15...30...75 лк.

⁹⁾ Обеспечить регулирование освещенности по графику в диапазоне 5...30...75 лк.

¹⁰⁾ При комбинированном освещении нормируемая освещенность – 400 лк, в том числе от общего освещения – 150 лк.

¹¹⁾ В зоне механизмов повесить освещенность до 10 лк.

¹²⁾ При комбинированном освещении нормируемая освещенность – 750 лк, в том числе от общего освещения – 150 лк.

¹³⁾ Допускается локализованное размещение светильников.

¹⁴⁾ Допускается прожекторное освещение.

¹⁵⁾ В зоне механизмов повесить освещенность до 20 лк.

¹⁶⁾ Обеспечить световое облучение в соответствии с требованиями технологии проращивания семян.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б7

Нормируемые значения освещенности общепромышленных помещений
и сооружений [10, 13, 16, 17]

Помещения и производственные участки, оборудование, сооружения	Поверхность и плоскость нормирования (Г – горизонтальная, В – вертикальная)	Нормируемая освещенность, лк			Показатель ослепленности, не более	Коэффициент пульсации, %, не более
		при общем освещении	при комбинированном освещении			
			всего	от общего		
1	2	3	4	5	6	7
Ремонтно-механические участки:						
1. Слесарно-механические (металлорежущих станков, слесарных и лекальных работ, разметочных плит и контроля)	Г, 0,8 м от пола	500	2000	200	20	10
2. Инструментальные и шлифовально-заточные	Г, 0,8 м от пола	750	2500	300	20	10
3. Сборочные и сборочно-монтажные	Г, 0,8 м от пола	300	1000	200	40	15
4. Заготовительные	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
5. Кузнечные и термические	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
6. Сварочных и сварочно-наплавных	Г, пол	200	–	–	40	20
7. Медницкие и жестяницкие	Г, 0,8 м от пола	200	500	200	40	20
Участки по обслуживанию автомобилей:						
8. Мойки и уборки, расположенные:						
а) вне зданий	Г, покрытие	10	–	–	–	–
б) в помещениях	Г, пол	150	–	–	40	20
9. Мойки агрегатов, узлов и деталей	Г, места загрузки и выгрузки	150	–	–	40	20
10. Ремонта и технического обслуживания	Г, пол; В, на машине	300	400	200	40	20
11. Моторные, агрегатные, механические, карбюраторные и др.	Г, 0,8 м от пола	300	750	200	40	20

1	2	3	4	5	6	7
12. Кузовные, столярные и обойные	Г, 0,8 м от пола	300	500	200	40	20
13. Кузнечно-рессорные и сварочно-жестяницкие	Г, 0,8 м от пола	200	500	200	40	20
14. Шиномонтажные и шиноремонтные	Г, 0,8 м от пола	300	400	200	40	20
15. Диагностирования автомобилей	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
16. Ремонта электрооборудования	Г, 0,8 м от пола	300	–	–	40	20
	Г, верстак, стенд	–	750	200	–	20
17. Слесарно-механические	Г, 0,8 м от пола	300	–	–	20	20
18. Агрегатные:						
а) легковых автомобилей	Г, 0,8 м от пола	300	–	–	40	20
	Г, верстак	300	750	200	–	20
б) грузовых автомобилей и автобусов	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
19. Окрасочные:						
а) легковых автомобилей	Г, В, кузов автомобиля	300	–	–	40	15
б) грузовых автомобилей и автобусов		200	–	–	40	20
20. Сушки автомобилей и автобусов	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	–	–
	Г, верстак	200	400	200	–	20
21. Подъемники*	Г, днище машины	150	–	–	40	20
22. Осмотровые канавы в помещении и вне зданий*	Г, днище машины	200	–	–	–	–
23. Открытые стоянки, площадки для хранения подвижного состава:						
а) без подогрева		2	–	–	–	–
б) с электрическим, газовым и другими видами подогрева	Г, на покрытии	5	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7
		2	–	–	–	–
		5	–	–	–	–
24. Помещения закрытого хранения подвижного состава	Г, пол	50	–	–	–	–
Помещения для электрокар и электропогрузчиков						
25. Стоянки и зарядки	Г, пол	200	–	–	40	20
26. Зарядных агрегатов, электролитные, дисцилляторные	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
27. Ремонта электрокаров и электропогрузчиков	Г, пол	200	500	200	40	20
28. Осмотровые канавы в помещении и вне зданий*	Г, днище машины	200	–	–	–	–
Окрасочные участки						
29. Склады, кладовые масел и лакокрасочных материалов:						
а) с розливом на складе	Г, пол	75	–	–	–	–
б) без розлива на складе	Г, пол	50	–	–	–	–
30. Краскоприготовительные**	Г, 0,8 м от пола	300	–	–	40	15
	Г, верстак, краскомешалка		1000	200		20
31. Подготовки изделий для покраски (зачистка поверхностей, шпатлевка, грунтовка) для лакокрасочных покрытий:						

1	2	3	4	5	6	7
А) I класса ($K_{II} \leq 10\%$)	Г и В окрашивае- мых изделий	300	1000	200	40	15
б) II и III классов ($K_{II} \leq 15\%$)		200	500	200	40	20
в) IV и V классов ($K_{II} \leq 20\%$)		200	–	–	40	20
г) VI и VII классов ($K_{II} \geq 20\%$)		200	–	–	40	20
32. Окрасочные, в том числе при бескамерной окраске распылением, для лакокрасочных покрытий:	Г и В окрашивае- мых изделий					
а) I класса ($K_{II} \leq 10\%$)		750	3000	300	20	10
б) II и III классов ($K_{II} \leq 15\%$)		300	1000	200	40	15
в) IV и V классов ($K_{II} \leq 20\%$)		200	500	200	40	20
г) VI и VII классов ($K_{II} \geq 20\%$)		200	–	–	40	20
Участки деревообрабатывающих предприятий						
33. Лесопильные:						
а) с лесопильными рамами, обрезающими станками, станками для торцовки плит	Г, 0,8 м от пола	200	400	200	40	20
б) отделения переработки и транспортировки отходов	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
34. Сортировочные:						
а) места браковки и сортировки	Г, доска	200	600	200	20	15
б) транспортер для разборки досок по сортам	Г, доска	200	–	–	40	20
35. Склад пиломатериалов	Г, пол	200	–	–	40	20
36. Цех сушильный	Г, пол	200	–	–	40	20
37. Заготовительные (станочные)	Г, 0,8 м от пола	200	750	200	40	15
38. Столярно-сборочные	Г, 0,8 м от пола	200	400	200	40	16
39. Сборки и изготовления тары	Г, пол	200	–	–	40	20

1	2	3	4	5	6	7
40. Плотницкие	Г, пол	200	–	–	40	20
41. Раскрой и склеивания фанеры	Г, плита	200	500	200	40	20
42. Изготовления фронтонов, панелей крыши, элементов стен и перекрытий	Г, деталь	200	–	–	40	20
43. Изготовления деталей каркаса, панелей и отделки	Г, деталь	200	400	200	40	15
44. Склады готовой продукции, промежуточного складирования и выдержки***	Г, пол	200	–	–	40	20
45. Приготовления клея	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
46. Пилоножеточ-ные	Г, 0,8 м от пола	200	500	200	40	20
Склады (кладовые)						
47. Химикатов, карбида кальция, кислот, щелочей и т. п.	Г, пол	50	–	–	–	–
48. Громоздких предметов и сыпучих материалов (песка, цемента и т. п.)	Г, пол	75	–	–	–	–
49. Металла, запасных частей, ремонтного фонда, готовой продукции, деталей, ожидающих ремонта, инструментальные	Г, пол	75	–	–	–	–
50. Грузоподъем-ные механизмы (кран-балки, тельферы, мосто-вые краны и т. п.):						
– в помещении	Г, В, пульт управления	50	–	–	–	–
	В, крюк крана, площадки приема и подачи материалов	50	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7
– вне зданий	Г, В, пульт управления	30	–	–	–	–
	В, крюк крана	10	–	–	–	–
	Г, площадки приема и подачи материалов	10	–	–	–	–
51. Сливно-наливные эстакады	Г, пол площадки	5	–	–	–	–
	Г, горловина цистерны	20	–	–	–	–
Электроремонтные участки						
52. Изготовления изоляционных материалов и деталей	Г, 0,8 м от пола	200	500	200	40	20
53. Изготовления обмоток (намотки катушечных групп, изоляции секций)	Г, В, 0,8 м от пола	300	750	200	40	15
54. Укладки обмоток	Г, В, 0,8 м от пола	300	750	200	40	15
55. Пропитки и компаудирования	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
56. Сушки изоляционных материалов и деталей	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
57. Сборочные (узловой сборки, генеральной сборки, испытания)	Г, 0,8 м от пола	300	1000	200	40	15
58. Ремонта низковольтной аппаратуры	Г, 0,8 м от пола	300	750	200	40	15
59. Ремонта трансформаторов	Г, пол	300	400	200	40	20
60. Ремонта аппаратов и приборов	Г, 0,8 м от пола	600	2500	300	10	10
Электрпомещения						
61. Распределительных устройств, электрощитовые с периодическим пребыванием людей	Г, 0,8 м от пола	150	–	–	40	20
	Г, В, 1,5 м, панели, пульта управления, шкалы приборов	150	–	–	40	20

1	2	3	4	5	6	7
	В, 1,5 м, задняя сторона щита	50	–	–		–
62. Пульты и щиты управления:						
а) с измерительной аппаратурой	Г, 0,8 м от пола, В, 1,5 м, шкалы приборов	150	–	–	–	20
б) без измерительной аппаратуры	Г, 0,8 м от пола, В, 1,5 м, рычаги, рукоятки, кнопки	150	–	–	–	20
в) вне зданий	В, 1,5 м, рычаги, рукоятки, кнопки	50	–	–	–	–
63. Отдельно стоящие приборы контроля в помещениях:						
а) с постоянным наблюдением	Г, В, шкала приборов	200	–	–	–	20
б) с периодическим наблюдением	Г, В, шкала приборов	150	–	–	–	20
в) вне зданий	Г, В, шкала приборов	50	–	–	–	–
64. Размещения трансформаторов, статических конденсаторов	В, 1,5 м	75	–	–	–	–
65. Электрощитовые в жилых и общественных зданиях	То же	75	–	–	–	–
66. Электромашинные помещения с периодическим пребыванием людей	Г, 0,8 м от пола; В, 1,5 м на щитах	150	–	–	40	20
Котельные						
67. Площадки обслуживания котлов	В, на топках, затворках, питателях	200	–	–	40	20
68. Площадки и лестницы котлов и экономайзеров, проходы за котлами	Г, пол	50	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7
69. Помещения дымососов, вентиляторов, бункерное отделение	Г, 0,8 м от пола	150	–	–	40	20
70. Помещения конденсационной, химводоочистки, деаэрационной, бойлерной, зольное	Г, пол	75	–	–	–	–
71. Помещения топливоподачи	Г, 0,8 м от пола	150	–	–	40	20
72. Надбункерные помещения	Г, 0,8 м от пола	50	–	–	–	–
73. Помещения генераторных	Г, пол	50	–	–	–	–
74. Участки расположения запорной и регулирующей аппаратуры:	В, на топках, задвижках, вентилях, клапанах и т. д.					
а) в помещениях		75	–	–	–	–
б) вне зданий		30	–	–	–	–
Участки водоснабжения, канализации и компрессорных установок						
75. Водоприемные установки	Г, пол	75	–	–	–	–
76. Помещения насосов	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
77. Помещения трубопроводов	Г, пол	50	–	–	–	–
78. Водонапорная башня	Г, пол	50	–	–	–	–
79. Помещения резервуаров для очистки воды	Г, 0,8 м от пола	75	–	–	–	–
80. Реагентное отделение, хлораторная и аммонизаторная	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
81. Компрессорные и воздуходувные	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
82. Вентиляционные помещения и установки:						
а) камеры вытяжных и приточных вентиляторов	Г, 0,8 м от пола	50	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7
б) отсеки для калориферов и фильтров	Г, 0,8 м от пола	20	–	–	–	–
83. Помещения для кондиционеров и насосов, тепловые пункты*	Г, 0,8 м от пола	150	–	–	40	20
Помещения инженерных сетей и прочие технические помещения						
84. Машинные залы насосных, компрессорные и воздухоподувные*:	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
а) с постоянным дежурством персонала	В, на шкалах приборов контроля	150	–	–	–	20
	Г, стол машиниста	200	400	200	–	20
б) без постоянного дежурства персонала	Г, 0,8 м от пола	150	–	–	40	20
	В, на шкалах приборов контроля	150	–	–	–	–
85. Компрессорные (станции, помещения, залы)*:						
а) с постоянным дежурством персонала	Г, 0,8 м от пола	200	–	–	40	20
	В, на шкалах приборов, щите управления	150	–	–	–	–
	Г, стол машиниста	200	400	200	–	20
б) без постоянного дежурства персонала	Г, 0,8 м от пола	150	–	–	60	20
	В, на шкалах приборов, щите управления	150	–	–	–	20
86. Помещения инженерных сетей (галереи и тоннели, транспортеров, конвейеров, кабельные, теплофикационные, водопроводные и др.)	Г, пол	20	–	–	–	–

* Предусмотреть розетки для переносных светильников.

** Использовать лампы типа ЛДЦ.

*** Предусмотреть размещение светильников в местах комплектации.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б8

Нормируемые показатели освещения некоторых помещений общественных зданий и сооружений [10, 13, 16, 17]

Помещения	Поверхность и плоскость нормирования (Г – горизонтальная, В – вертикальная)	Нормируемая освещенность, лк			Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации, %, не более
		при комбинированном освещении	при общем освещении	Цилиндрическая осевая		
1	2	3	4	5	6	7
Общеобразовательные школы и школы-интернаты						
1. Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории, лаборантские:						
а) на доске (середина)	В, на доске	–	500	–	–	15
б) на рабочих столах и партах	Г, 0,8 м от пола	–	500	–	40	15
2. Кабинеты технического черчения и рисования	В, на доске; Г, 0,8 м от пола	–	500	–	40	10
3. Кабинеты информатики и вычислительной техники	В, 1,2 м от пола на экранах дисплеев; Г, 0,8 м от пола на столах, партах	500	400	–	25	10
4. Лингафонные кабинеты	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
5. Мастерские по обработке металлов и древесины	Г, 0,8 м от пола на верстаках и рабочих столах	1000	500	–	40	15
6. Кабинеты обслуживающих видов труда для девочек:						
а) по обработке тканей (шитье)	Г, 0,8 м от пола	–	500	–	40	10
б) кулинария	Г, 0,8 м от пола	–	300	–	40	15
7. Инструментальная, комната мастера, инструктора	Г, 0,8 м от пола	–	300*	–	40	15
8. Спортивные залы	Г, пол; В, 2 м от пола с обеих сторон на продольной оси помещения	–	75	–	–	–
9. Снарядные, инвентарные, хозяйственные кладовые	Г, 0,8 м от пола	–	75	–	–	–
10. Крытые бассейны	Г, на поверхности воды	–	300	–	60	20
11. Актзовые залы, киноаудитории	Г, 0,8 м от пола	–	200	75	90	15
12. Эстрады актовых залов	В, 1,5 м от пола	–	300	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7
13. Кабинеты и комнаты преподавателей	Г, 0,8 м от пола	–	300	–	40	15
Библиотеки						
14. Читальные залы	Г, 0,8 м от пола	400	300	10 0	40	15
15. Помещения записи и регистрации читателей	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
16. Читательские каталоги	В, фронт карточек	–	200	–	60	20
17. Помещения тематических выставок новых поступлений	Г, 0,8 м от пола	–	200	75	60	–
18. Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, дисплейные залы	В, 1,2 м от пола на экранах дисплеев; Г, 0,8 м от пола на рабочих столах	500	400	–	25	10
19. Переплетно-брошюровочные	–	–	200	–	60	20
20. Помещения для электрофотографирования, светокопирования и микрофотографирования	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
Кинотеатры, клубы						
21. Зрительные залы клубов	Г, 0,8 м от пола	–	200	75	90	–
22. Выставочные залы	Г, 0,8 м от пола	–	200	75	60	–
23. Зрительные залы кинотеатров	Г, 0,8 м от пола	–	75	–	90	–
24. Фойе кинотеатров, клубов	Г, пол	–	150	50	90	–
25. Комнаты кружков	Г, 0,8 м от пола	–	300	–	40	15
26. Киноаппаратные, звукоаппаратные, светоаппаратные	Г, 0,8 м от пола	–	150	–	60	20
27. Артистическая, гримерная	на лице человека у зеркала	–	200*	–	40	15
Детские дошкольные учреждения						
28. Приемные	Г, 0,8 м от пола	–	300	–	25	15
29. Раздевальные	Г, пол	–	300	–	60	15
30. Групповые с зонами отдыха, игральные, столовые, комнаты для музыкальных и гимнастических занятий	Г, 0,5 м от пола	–	300	–	25	15
31. Спальные, веранды	Г, 0,5 м от пола	–	150	–	25	15
32. Изоляторы, комнаты для заболевших детей	Г, 0,5 м от пола	–	150	–	25	15
Предприятия общественного питания						
33. Обеденные залы, буфеты	Г, 0,8 м от пола	–	200	75	60	20
34. Раздаточные	Г, 0,8 м от пола	–	300	–	40	15
35. Горячие, холодные, доготовочные и заготовочные цехи	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
36. Моечные кухонной и столовой посуды, помещения для резки хлеба, помещение заведующего производством	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20

1	2	3	4	5	6	7
37. Кондитерские цехи и помещения для мучных изделий	Г, 0,8 м от пола	–	300	–	40	15
38. Моечные тары полуфабрикатов	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
39. Помещения для персонала	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
40. Экспедиции	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	–
41. Загрузочные, кладовые тары	Г, 0,8 м от пола	–	75	–	–	–
Предприятия бытового обслуживания						
42. Бани:						
а) ожидальные-остывочные	Г, 0,8 м от пола	–	150	–	90	20
б) раздевальные	Г, 0,8 м от пола	–	75	–	–	–
в) моечные, душевые	Г, пол	–	75	–	–	–
г) бассейны	Г, пол	–	100	–	–	–
д) парильные	Г, пол	–	75	–	–	–
43. Парикмахерские	Г, 0,8 м от пола	500	400	–	40	10
44. Фотоателье:						
а) салоны выдачи заказов	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
б) съемочный зал фотоателье	Г, 0,8 м от пола	–	100	–	–	20
в) фотолаборатории, помещения для приготовления растворов и регенерации серебра	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
г) помещения для ретуши	Г, 0,8 м от пола	1000	300	–	40	10
45. Прачечные:						
а) отделения приема и выдачи белья	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
б) отделение механической стирки и приготовления растворов	Г, пол	–	200	–	60	20
в) хранение стиральных материалов	Г, пол	–	50	–	–	–
г) механические сушильно-гладильные отделения	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	15
д) отделения разборки, починки и упаковки белья	Г, 0,8 м от пола	–	300	–	40	15
46. Прачечные с самообслуживанием	Г, пол	–	200	–	60	20
47. Ателье химической чистки:						
а) салон приема и выдачи одежды	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
б) помещение химической чистки	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
в) отделение выведения пятен	Г, 0,8 м от пола	2000	500	–	40	15
г) помещение для хранения химикатов	Г, 0,8 м от пола	–	75	–	–	–
48. Ателье изготовления и ремонта одежды:						
а) пошивочные цехи	Г, 0,8 м от пола	2000	–	–	20	10
б) закройные отделения	Г, 0,8 м от пола	–	750	–	20	10
в) отделения ремонта одежды	Г, 0,8 м от пола	2000	–	–	20	10
г) отделения подготовки прикладных материалов	Г, 0,8 м от пола	–	300	–	40	20
д) отделения ручной и машинной вязки	Г, 0,8 м от пола	–	500	–	40	10
е) утюжные, декоративные	Г, 0,8 м от пола	–	300	–	40	20
49. Пункты проката:						
а) помещения для посетителей	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
в) кладовые	Г, 0,8 м от пола	–	150	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7
50. Ремонтные мастерские:						
а) изготовление и ремонт головных уборов, скорняжные работы	Г, 0,8 м от пола	2000	–	–	40	10
б) ремонта обуви и галантереи, металлоизделий, изделий из пластмассы, бытовых электроприборов	Г, 0,8 м от пола	2000	–	–	40	10
в) ремонта часов, ювелирные и граверные работы	Г, 0,8 м от пола	3000	–	–	20	10
г) ремонт фото-, кино-, радио- и телеаппаратуры	Г, 0,8 м от пола	2000	–	–	20	10
Жилые дома						
51. Жилые комнаты, кухни	Г, 0,8 м от пола	–	100	–	–	–
52. Коридоры, ванные, туалеты	Г, пол	–	50	–	–	–
53. Общедомовые помещения:						
а) вестибюли жилых зданий	Г, пол	–	30	–	–	–
б) поэтажные коридоры и лифтовые холлы жилых зданий	Г, пол	–	20	–	–	–
в) лестницы и лестничные площадки жилых зданий	Г, пол, площадки, ступени	–	10	–	–	–
Гостиницы						
54. Бюро обслуживания	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
55. Помещения дежурного обслуживающего персонала	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
56. Гостиные	Г, 0,8 м от пола	–	150	–	90	–
57. Номера	Г, 0,8 м от пола	–	100*	–	–	–
Бытовые здания и помещения предприятий						
58. Санитарно-бытовые помещения:						
а) умывальные, туалет, курительные	Г, пол	–	75	–	–	–
б) душевые, гардеробные, помещения для сушки, обеспыливания и обезвреживания одежды и обуви, помещения для обогрева работающих	Г, пол	–	50	–	–	–
59. Здравпункты:						
а) ожидальные	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	15
б) регистратура, комнаты дежурного персонала, кабинет заведующего	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	15
в) кабинеты врачей, перевязочные	Г, 0,8 м от пола	–	300	–	15	15
г) процедурные кабинеты	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	25	15
д) автоклавные, кладовые перевязочных и лекарственных средств	Г, 0,8 м от пола	–	150	–	–	–
д) ингалятории	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	25	15
ж) помещения для личной гигиены женщин	Г, 0,8 м от пола	–	75	–	–	–
Здания управления						
60. Кабинеты и рабочие комнаты	Г, 0,8 м от пола	400	300	–	60	15
61. Машинописные и машин.бюро	Г, 0,8 м от пола	500	400	–	40	10

1	2	3	4	5	6	7
62. Конференц-залы, залы заседаний	Г, 0,8 м от пола	–	200	75	60	15
63. Кулуары (фойе)	Г, пол	–	150	50	90	–
Лаборатории						
64. Лаборатории (химии, термические, спектрографические, микроскопные, фотометрические, механические и радиоизмерительные, электронных устройств), препаративные	Г, 0,8 м от пола	500	400	–	40	10
65. Аналитические лаборатории	–	600	500	–	40	10
66. Весовые, термостатные	Г, 0,8 м от пола	400	300	–	60	15
67. Дисциплинарные, фотокомнаты, стеклодувные	Г, 0,8 м от пола	–	200	–	60	20
68. Архив проб, хранение реактивов	В, 1,0 м от пола	–	100	–	60	–
69. Моечные	–	–	300	–	40	15
Прочие помещения производственных, вспомогательных и общественных зданий						
70. Помещения дежурного персонала	Г, 0,8 м от пола	–	150*	–	60	20
71. Вестибюли и гардеробные уличной одежды:						
а) в заведениях образования, клубах, общежитиях и главных входах на крупные промышленные предприятия, вспомогательные и общественные здания	Г, пол	–	150	–	–	–
б) в прочих промышленных, вспомогательных и общественных зданиях	Г, пол	–	75	–	–	–
72. Лестницы:						
а) главные лестничные проходы промышленных, вспомогательных и общественных зданий	Г, пол (площадки, ступени)	–	100	–	–	–
б) прочие лестничные проходы	Г, пол	–	50	–	–	–
73. Лифтовые холлы в общественных, производственных, административных и бытовых зданиях	Г, пол	–	75	–	–	–
74. Коридоры и проходы:						
а) главные коридоры и проходы	Г, пол	–	75	–	–	–
б) прочие коридоры и проходы	Г, пол	–	50	–	–	–
75. Машинные отделения лифтов и помещения для фреоновых установок	Г, 0,8 м от пола	–	30**	–	–	–
76. Остальные проходы в технических этажах, подвалах и чердаках	Г, пол	–	10**	–	–	–
77. Чердаки	Г, пол	–	5**	–	–	–

* Для местного освещения предусмотреть розетки.

** Нормы для ламп накаливания.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б9

Таблица Б9.1 – Номенклатура и технические параметры светильников под лампы накаливания, ДРЛ, ДРИ и ДНаТ [17, 43...50]

Тип светильника	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %		Степень защиты	Размеры, мм (не более)		Способ монтажа*
			общий	в нижнюю полусферу		длина (диаметр)	высота	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
светильники под лампы накаливания								
НСП01-60-002	Р	М	65	40	IP54	150	180	2
НСП02-100-001, НСП02-100-003, НСП02-200-001, НСП02-200-003	Р	М	70	42	IP56	172	268	2
НСП03-60-027	Р	М	80	45	IP54	150	230	2
НПП03-2x40-001, НПП03-100-001	П	Д	60	60	IP 65	305	171	5
НПП03-100-002	П	М	60	60	IP 64	305	180	5
НПП03-2x40-003, НПП03-100-003	П	М	60	60	IP 65	305	180	5
НПП05-100	П	М	75	75	IP54	150	350	5
НСП05-300-111	П	Д	75	70	IP54	435	458	1, 3
НСП06-200-611	Д	Л	70	70	IP54	340	360	1, 3
НСП09-100, НСП09-200	Р	М	75	45	IP51	136	252	2
НСП11-100	П	Д-2	67	67	IP62	165	330	2, 3
НСП11-200	Р	М	77	47		210	390	
НСП11-500	П	Д-1	67	57	IP52	310	440	1, 3
НСП17-100-002	П	Д	75	75	IP20	220	220	1, 2, 3
НСП17-200-003	П	Л	75	75	IP20	284	351	1, 2, 3
НСП17-500-003	П	Л	75	75	IP20	320	444	1, 2, 3
НСП18Ex-75, НСП18Ex-100, НСП18Ex-150, НСП18Ex-200	П	Д	70	55	IP65	205-420	420-435	1, 3
НПО21-60-003	П	Д	60	60	IP20	280	140	5
НПО21-2x40-004	П	Д	55	55	IP20	285	120	5
НПО21-100-005	П	Д	60	60	IP20	285	120	5
НСП21-200-121	П	Д	55	55	IP65	255	530	1, 2, 3

Продолжение таблицы Б9.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
НСП22-100	П	Д-2	75	75	5'0	225	280	1, 2, 3
НСП22-500	Н	К	65	65	IP60	310	480	
			70	70	5'0	295	430	
	П	Г-1	67	67	IP63	325	790	
Д-2		75	75	5'0				
НСП23-200	П	Д	60	60	IP65	410	400	1, 2, 3
	Н	Д-1	75	55	IP65			
НСП41-200-001	Р	М	70	42	IP65	130	170	2, 3
НСП41-200-003						170	280	
НСП47-100, НСП47-200	Р	М	65	40	IP65	230	430	2
светильники под лампы ДНаТ								
ЖПП01-70, ЖПП01-100	П	Д	68	60	IP54	340/385	200	5
ЖСП01-400-001, ЖСП01-400-002	П	К	87	73	IP23,IP53	369	500	2, 3
ЖСП01-400-701, ЖСП01-400-702	П	Г	78	78	IP54	471	610-625	2, 3
ЖСП01-400-721	П	Г	84	84	IP20	471	625	2, 3
ЖСП01-400-722	П	Г	71	71	IP53	471	625	2, 3
ЖСП01-400-732	П	Г	69	69	IP54	471	640	2, 3
ЖСП01-400-701	П	Г	88	88	IP23	471	640	2, 3
ЖСП02-70-113	П	С	80	80	IP54	205	420	2
ЖСП02-250	П	Г	60	60	IP23	480	610	1, 2, 3
		Д	65	65	IP54	480	610	
ЖПП02-250, ЖПП02-400	П	Г, Л	70	60	IP23,IP54	375/590	235	2, 6
ЖСП02-250, ЖСП02-400	П	Г, Л	60	60	IP23,IP54	480	280	2, 3, 5
ЖВП03-70, ЖВП04-70	П	Д	75	60	IP65	360/360	210	2, 6
ЖВП03-100, ЖВП04-100	П	Д	75	60	IP65	360/360	210	2, 6
ЖСП04-250	П	Г, Д	65	60	IP54	480	610	2, 3
ЖСП04-400	П	К, Г	65	60	IP23,IP54	480	610	2, 3
ЖСП05-150	Р	М	70	45	IP54	310	540	1, 2, 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЖСП07-150	П	К	70	70	IP23	430	470	1, 2, 3
		Г	60	60	IP54			
ЖСП11Ex-100, ЖСП11Ex-150	Р	М	70	40	IP65	295	580	1, 2
ЖСП11-250-022	П	Д	71	71	IP65	325	510	1, 2
ЖСП11-400-021	П	Д	71	71	IP65	325	530	1, 2
ЖСП11-250	Р	М	75	40	IP52	310	560	1, 2
ЖСП12-250	П	Д, К	70	70	IP54	400	350	1, 2, 3
ЖСП12-400	П	Д,	70	70	IP54	470	450	1, 2, 3
ЖСП 14-70-001	П	Д	85	85	IP23,IP54	215	310	1, 2, 3
ЖСП 14-150-002	П	Д	85	85	IP23,IP54	280	330	1, 2, 3
ЖСП 14-250-001	П	Д	85	85	IP23,IP54	480	525	1, 2, 3
ЖСП 14-400-001	П	Д	85	85	IP23,IP54	480	610	1, 2, 3
ЖСП17-250	Р	М	70	45	IP65	395	610	1, 2
ЖСП17-250	П	Г	65	65	IP54	470	525	1, 2
ЖСП17-400	П	Г	75	75	IP20,IP54	395	720	1, 2
ЖСП20-250	П	Д, Г, К	70	70	IP54	460	485	1, 2, 3
светильники под лампы ДРЛ								
РПП-01-50	П	Д	65	65	IP54	340/385	200	5
РПП-01-80, РПП-01-125	П	Д	60	60	IP54	340/385	200	5
РСР02-80, РСР02-125	Р	М	80	45	IP65	230	490	1, 2
РСР04-250, РСР04-400	П	Д	60	60	IP54	450/620	655/745	1, 2
	П	Г	65	65	IP23	420/580	640/730	
РСР05-125	П	Г	70	70	IP20	320	365	1,2
РСР05-125	П	Д	65	65	5'3	320	365	1,2
РСР05-250	П	Г	70	70	IP20	369/425	475	1,2
РСР05-400	П	Г	70	70	IP20	480/515	565	1,2
РСР07-125, РСР07-250	П	Г/Д	70	70	IP54/IP23	470	430	1,2
РСР08-125	Н	М	75	75	IP20,IP60	320	425	1, 2, 3
	П	ДГ	80	80	5'0, 5'3	320	425	1, 2, 3
РСР08-250	П	Д	75	75	IP23	405	408	1, 2, 3
РСР08-400	П	Д	75	75	IP23	435	650	1, 2, 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
РСП11-250	П	М	75	75	IP54	325	530	1, 2, 3
РСП11-400	П	М	75	75	IP65	460	660	1, 2, 3
РСП16-400	П	ДГ	62	62	IP54	620	580	1, 2, 3
РСП17-250, РСП17-400	П	Г	70	70	IP54	470	525	1, 2, 3
РСП18-250, РСП18-400	П	ДГ/К	70/75	70/75	IP20	440	420	1, 2, 3
РСП20-250	П	ДГ	72	72	IP23	420	470	1, 2, 3
РСП20-400	П	ДГ	72	72	IP23	560	570	1, 2, 3
РСП20-700	П	ДГ	72	72	IP23	575	540	1, 2, 3
РСП21-80, РСП21-125	П	Д	65	65	IP23	345/365	320/385	1, 2, 3
РСП25-250	Р	М	60	60	IP54	470	605	1, 2, 3
РСП26-125	П	Д	70	70	IP23	193	350	1, 2, 3
светильники под лампы ДРИ								
ГПП01-50, ГПП01-80	П	Д	65	65	IP54	340/385	200	5
ГПП01-125	П	Д	60	60	IP54	340/385	200	5
ГСП04-250	П	Г	60	60	IP54	480	610	1, 2
	П	К	65	65	IP23	480	610	1, 2
ГСП04-400	П	Д	60	60	IP23	480	610	1, 2
	П	Г	65	65	IP23	480	610	1, 2
ГСП05-175	Р	М	70	40	IP54	369	560	1, 2, 3
ГСП05-400	П	Г-3	75	75	IP20	369	560	1, 2, 3
ГСП07-175	П	К	70	70	IP23	440	515	1, 2, 3
	П	Г	60	60	IP54	440	515	1, 2, 3
ГСП15-400	П	Г-2	75	75	IP54	471	903	1
			70	70	IP20			
			60	60	5'0			
ГСП18-250	П	К	70	70	IP20	440	420	1, 3
		Д						
ГСП18-400	П	Д-2	70	70	IP20	440	420	1, 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ГСП18-400	П	Д-2	70	70	IP20	440	420	1, 3
		К-2						
		Г-4						
ГСП20-250	П	Д/Г/К	70	70	IP23/IP65	460	420	1, 2, 3
ГСП20-400	П	Д/Г/К	70	70	IP23/IP65	450	460	1, 2, 3
ГСП23-400	П	Д-1	62	62	IP20	–	–	1, 2, 3
ГСП24-400	П	Г-1	62	62	IP20	–	–	1
ГСП25-125, ГСП25-175, ГСП25-250	П	Г-1/ К-2	62	62	IP20	1		

*Обозначение способа монтажа: 1 – на трубу $\frac{3}{4}$ " ; 2 – на крюк; 3 – на монтажный профиль; 4 – на штанге; 5 – на опорную поверхность; 6 – трос.

Таблица Б9.2 – Номенклатура и технические параметры светильников под люминесцентные лампы [17, 43...51]

Тип светильника	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД		Габариты, мм	Степень защиты	Способ монтажа*
			общий	в нижнюю поусферу			
1	2	3	4	5	6	7	8
ЛСП01-2×36	Р	М	75	75	1400×260×210	IP64	1, 2, 5, 6
ЛСП01-2×36	П	Д	60	60			
ЛСП01-2×58	Р	М	75	75	1700×260×210	IP64	1, 2, 5, 6
ЛСП01-2×58	П	Д	60	60			
ЛПП04-2×36	П	Д	60	60	1290×190×140	IP54	5
ЛПП05Ех-18, ЛПП05Ех-2×18	Р	М	70	70	800×190(240)×150	5'4	5
ЛПП05Ех-36, ЛПП05Ех-2×36	Р	М	70		1400×190(240)×150	1ExdeII	5
ЛПП05Ех-58, ЛПП05Ех-2×58	Р	М	70	70	1700×190(240)×150	1ExdeII	5
ЛПО06-2х18, ЛПО06-2х36	П	Д/Д-2	75/70	75/70	650(1260)×15974×	IP20	5
ЛПП07-58, ЛПП07-2×58	П	Д	60	60	1570×100(160)×100	IP65	5
ЛПП07-18, ЛПП07-2×18	П	Д	60	60	660×100(160)×100	IP65	5
ЛПП07-36, ЛПП07-2×36	П	Д	60	60	1270×100(160)×100	IP65	5

1	2	3	4	5	6	7	8
ЛСП 09-18, ЛСП 09-2x18	П	Д	80	80	660×98(158)×100	IP65	2, 3, 6
ЛСП 09-36, ЛСП 09-2x36	П	Д	80	80	1270×98(158)×100	IP65	2, 3, 6
ЛСП10-36, ЛСП10-2×36	П	Д	84	84	1248×124(164)×170	IP65	2, 3, 6
ЛСП10-58, ЛСП10-2×58	П	Д	84	84	1548×124(164)×170	IP65	2, 3, 6
ЛПО11-2×18, ЛПО11-4×18	П	Г	70	70	650×340(650)×94		5
ЛПО11-36, ЛПО11-2×36	П	Г	70	70	1255×170(340)×94	IP20	5
ЛПП12-18, ЛПП12-2×18	П	Д	75	75	790×78(170)×125	IP65	5
ЛПП12-36, ЛПП12-2×36	П	Д	75	75	1396×78(170)×125	IP65	5
ЛПП12-2×36	П	Д	84	84	1270×124×180	IP66	5
ЛПП12-58, ЛПП12-2×58	П	Д	75	75	1660×78(170)×125	IP65	5
ЛПО12-2×18	П	Д	75	75	645×165×91	IP20	5
ЛПО12-2×36	П	Д	75	75	1250×165×91	IP20	5
ЛПО12-2×58	П	Д	75	75	1555×165×91	IP20	5
ЛСП18-18, ЛСП18-2×18	Н	М	75	75	750×152×204	IP65	2, 3, 4, 6
	П	Д	70	70	720×270×204	5'4	2, 3, 4, 6
ЛСП18-36	П	Д	88	88	1330×75×165	5'4	2, 3, 4, 6
ЛСП18-36	Н	М	75	75	1330×75(152)×180(204)	IP65	2, 3, 4, 6
ЛСП18-2×36	П	Д	70	70	1330×270×204	5'4	2, 3, 4, 6
ЛСП18-58, ЛСП18-2×58	Н	М	75	75	1630×(75)152×180(204)	IP65	2, 3, 4, 6
ЛСП18-58, ЛСП18-2×58	П	Д	70	70	1630×152(270)×204	5'4	2, 3, 4, 6
ЛСО20-36, ЛСО20-2×36	П/Н	Д/М	70	70	1265×90(110)×120	5'4	2, 3, 5
ЛСО20-58, ЛСО20-2×58	П/Н	Д/М	70	70	1565×90(110)×120	IP20	2, 3, 5
ЛПП20-18, ЛПП20-2×18	П	Д	75	75	680×103(175)×114	IP54	5
ЛПП20-36, ЛПП20-2×36	П	Д	75	75	1235×103(175)×114	IP54	5
ЛПП20-58, ЛПП20-2×58	П	Д	75	75	1585×103(175)×114	IP54	5

*Обозначение способа монтажа: 1 – на трубу $\frac{3}{4}$ "; 2 – на крюк; 3 – на монтажный профиль; 4 – на штанге; 5 – на опорную поверхность; 6 – трос.

Таблица Б9.3 – Номенклатура и технические параметры светодиодных светильников [50...55]

Тип светильника	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД		Габариты, мм	Степень защиты	Способ монтажа*
			общий	в нижнего полушере			
1	2	3	4	5	6	7	8
светильники под светодиодные трубчатые лампы (аналог люминесцентных ламп маркировки Т8)							
ДПО 12-01-16	П	Д	94	94	590x420x60	IP40	5
ДПО 12-01-22	П	Д	94	94	590x420x60	IP40	5
ДПО 12-01-32	П	Д	94	94	590x690x85	IP40	5
ДПО 12-01-34	П	Д	94	94	590x420x60	IP40	5
ДПО 12-01-36	П	Д	94	94	1130x420x85	IP40	5
ДПО 12-02-22	П	Д	94	94	600x300x60	IP40	5
ДПО 12-02-43	П	Д	94	94	1200x300x60	IP40	5
ДПО 12-301-14	П	Д	94	94	659x106x70	IP40	5
ДПО 12-301-14	П	Д	94	94	659x106x70	IP40	5
ДПО 12-301-14	П	Д	94	94	665x106x70	IP40	5
ДПП 12-001	П	Д/К/Г	95	95	673x113x105	IP65	2, 5
ДСО 11-940	П	Д	95	95	720x400x60	IP20	2, 5
светильники со встроенными светодиодами							
ДПО 12-01-11	П	Д	94	94	320x420x60	IP40	5
ДПО 12-01-45	П	Д	94	94	320x420x60	IP40	5
ДПО 12-02-11	П	Д	94	94	300x300x60	IP40	5
ЖКХ-1	П	Д	90	90	191x177x96	IP64	5
СПП 2101	П	Д	90	90	180x80	IP65	5
СПБ-2	П	Г	90	90	155x35	IP20	5
ДДП 72	П	Д/Г/К/С	90	90	270x175x130	IP66	5
ДБО 12-6	П	Г	90	90	330x80x40	IP40	5

*Обозначение способа монтажа: 1 – на трубу $\frac{3}{4}$ "; 2 – на крюк; 3 – на монтажный профиль; 4 – на штанге; 5 – на опорную поверхность; 6 – трос.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б10

Технические параметры наиболее широко применяемых источников света

Таблица Б10.1 – Электрические и светотехнические параметры ламп накаливания типа Б*) [17, 20]

Мощность источника, Вт	Значение светового потока ^{**)} , лм					
	Номинальное напряжение питания ^{), В}					
	220	225	230	235	240	250
25	–	–	220	200	–	–
40	415	430	430	410	420	410
60	730	730	720	710	710	695
75	960	960	945	920	–	–
100	1380	1380	1360	1360	1360	1320
125	–	1700	1700	1680	–	–
150	2220	–	2200	1950	2060	2160
200	3150	3100	3000	3000	–	–
300	–	–	4750	4700	–	–

*) Номинальный срок службы – 1000 часов. Тип цоколя – Е27/27.

**) В зависимости от производителя и модификации световой поток может отличаться до $\pm 5\%$, а световой поток ламп с матированной колбой – не менее 97 % от указанного.

Таблица Б10.2 – Технические параметры люминесцентных ламп маркировки Т8 [17, 21]

Мощность, Вт	Тип	Световой поток, лм	Цветовая температура, К	Индекс цветопередачи, R_a	Срок службы, тыс. ч	Длина, мм
18	ЛБ18	1250	3450	57	13...15	604
	ЛДЦ18	850	6200	90	13...15	
	ЛЕЦ18	850	3900	85	13...15	
	Lumilux L18W/827	1350	2700	≥ 80	18...20	
36	ЛБ36	3050	3450	57	13...15	1214
	ЛДЦ36	2200	6200	90	13...15	
	ЛЕЦ36	2150	3900	85	13...15	
	Lumilux L18W/827	3350	2700	≥ 80	18...20	
58	ЛБ36	4800	3450	57	13...15	1514
	ЛЕЦ36	3330	3900	85	13...15	
	Lumilux L58W/827	5200	2700	≥ 80	18...20	

Примечания. 1. Диаметр трубки ламп маркировки Т8 равен 26 мм.

2. В таблице приведено усредненное значение светового потока, которое у разных производителей может несколько отличаться, поэтому при выполнении курсового проекта следует обращаться на электронные ресурсы, указанные в заглавии (или иные) и принимать конкретную лампу с конкретными параметрами мощности, светового потока, цветовой температуры, индекса цветопередачи и срока службы.

Таблица Б10.3 – Технические параметры люминесцентных ламп маркировки T5 [17, 21]

Мощность, Вт	Световой поток, лм	Длина, мм	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Длина, мм
6	270...320	212	28	2350...2600	1149
8	385...450	288	35	3050...3300	1449
13	750...950	517	39	2850...3400	849
14	1100...1200	549	49	4100...4310	1449
21	1660...1900	849	54	4100...4850	1149
24	1660...1950	549	80	5700...6800	1449

Примечания. 1. Диаметр трубки ламп маркировки T8 равен 16 мм.

2. В таблице приведен диапазон значений светового потока. Его конкретное значение у разных производителей может варьироваться в указанном диапазоне, поэтому при выполнении курсового проекта следует обращаться на электронные ресурсы, указанные в заглавии (или иные) и принимать конкретную лампу с конкретными параметрами мощности, светового потока, цветовой температуры, индекса цветопередачи и срока службы.

3. Тип цоколя ламп – G5, номинальный срок службы ламп – 13000...20000 часов.

Таблица Б10.4 – Технические параметры энергосберегающих компактных люминесцентных ламп (КЛЛ) [32, 33, 34]

Мощность, Вт	Цветовая температура, К	Световой поток, лм,	Тип цоколя	Мощность, Вт	Цветовая температура, К	Световой поток, лм,	Тип цоколя
7	2700, 3500,	286...310	E14, E27	32	2700, 4000	1590	E27
9	4100	435...540	E14, E27	35	2700, 4000	2285	E27
11	2700, 4000, 6500	535...680	E14, E27	45	2700, 4000	2620...2700	E27
13	2700, 4000	665...780	E14, E27	55	2700, 4000	3200...3300	E27
15	2700, 4000	720...990	E14, E27	65	2700, 4000, 6500	3800...3900	E27
18	2700, 4000	1010...1120	E27	85	2700, 4000, 6500	5100...6000	E27, E40
20	2700, 4000	950...1200	E14, E27	105	2700, 4000, 6500	5300...6600	E27, E40
23	2700, 4000	1260...1500	E14, E27	125	4000, 6500	7500	E40
25	2700, 4000	1500...1520	E27	150	4000, 6500	7000...9000	E40
26	2800, 4200	1456...1612	E27	200	6500	12000	E40
28	2800, 4200	1568...1736	E27	240	6500	14400	E40
30	2700, 4000	1800...1900	E27				

Примечания. 1. В таблице приведены усредненные данные различных производителей, поэтому при выполнении курсового проекта следует обращаться на электронные ресурсы, указанные в заглавии, или иные и принимать конкретную лампу с конкретными параметрами мощности, цветовой температуры, светового потока, цоколя и срока службы.

Таблица Б10.5 – Технические параметры светодиодных ламп LED [35, 36, 37]

Мощность, Вт	Световой поток, лм	Цветовая температура, К	Габариты (диаметр x длина), мм	Тип цоколя
Для замены ламп накаливания				
3	250...320	3000, 4000	50 × 85	E14
3,5	320	3000, 4000	37..45 x 81...104	E14, E27

Мощность, Вт	Световой поток, лм	Цветовая температура, К	Габариты (диаметр x длина), мм	Тип цоколя
5	400...720	3000, 4000	37...63 x 80...110	E14, E27
7	520...630	3000, 4000, 5000	37...60 x 75...112	E14, E27
7,5	675	3000, 4000	37...45 x 81...113	E14, E27
8	650...820	3000, 4000	63 x 104	E27
9	820	3000, 5000	45 x 78	E27
10	790...810	3000, 4000, 5000	60 x 112...115	E27
11	880...990	3000, 4000, 5000	60 x 110	E27
12	1060...1130	3000, 5000	60 x 108...128	E27
15	1200...1530	3000, 4000	60...62 x 122...126	E27
18	1820	3000, 5000	60 x 126	E27
20	1600...1800	3000, 4000, 5000	60...80 x 119...150	E27
20	2800	2700, 6700	90 x 204	E27, E40
30	2550...4200	2700, 6700	90...100 x 178...204	E27, E40
40	3400...5600	2700, 4000, 6700	90...120 x 215...235	E27, E40
50	4400...7000	2700, 6700	90...140 x 245...260	E27, E40
60	8400	2700, 6700	90 x 285	E27, E40
60	6000	6500	111 x 310	E40
75	6500	6500	111 x 313	E40
86	12040	2700, 6700	105 x 209	E27, E40
Для замены люминесцентных ламп маркировки T8				
7	1015	4000, 6000	26 x 600	G13
16	2320	4000, 6000	26 x 1200	G13
22	3190	4000, 6000	26 x 1500	G13

Примечания. 1. В таблице приведены усредненные данные различных форм колбы (стандартного вида, в виде шара, в виде свечи; вида лампы накаливания типа БК) различных производителей, поэтому при выполнении курсового проекта следует обращаться на электронные ресурсы, указанные в заглавии, или иные и принимать конкретную лампу с конкретными параметрами мощности, цветовой температуры, светового потока, цоколя и срока службы.

2. Номинальный срок службы ламп – до 30000 час, напряжение питания – 220...240 В.

Таблица Б10.6 – Технические параметры газоразрядных ламп высокого давления ДРЛ, ДРИ, ДНаТ [17, 33, 38, 39, 40, 41, 42]

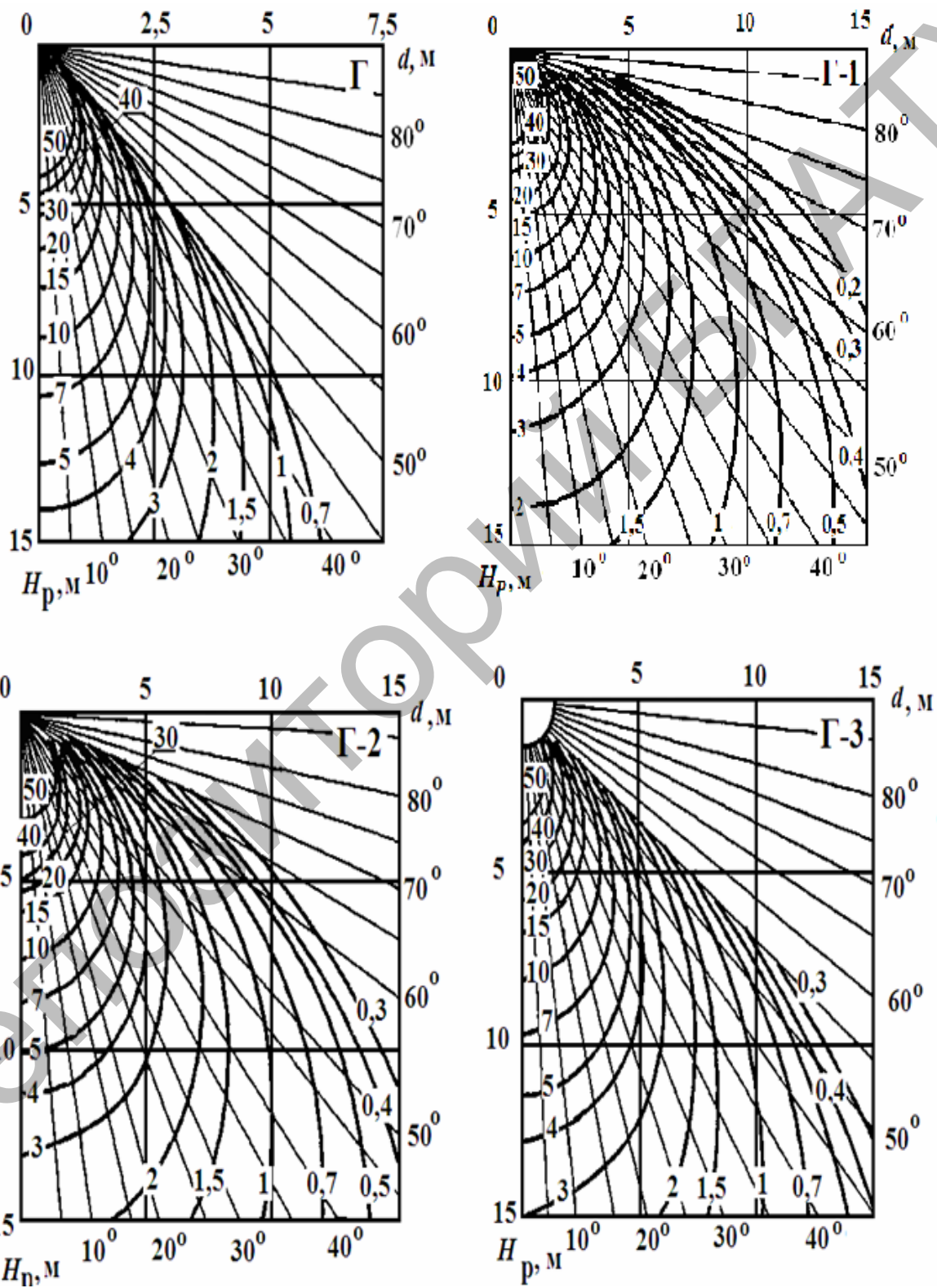
Мощность, Вт	Номинальное напряжение, В	Световой поток, клм	Срок службы, тыс. часов	Габариты, мм		Тип цоколя
				диаметр	длина	
Лампы типа ДРЛ						
50	230	1,8...2,0	5,0...6,0	56	130	E27
80	230	3,2...3,8	5,0...16,0	71...81	155...165	E27
125	230	5,35...6,3	5,0...16,0	76...91	168...184	E27
250	230	12,0...13,0	5,0...16,0	91	226...228	E40
400	230	20,0...23,0	5,0...16,0	122	290...292	E40
700	230	38,0...40,0	12,0...16,0	141...152	328...368	E40
1000	230	55,0...58,5	12,0...15,0	166...181	399...410	E40
Лампы типа ДРИ						
70	230	5,2...5,6	10,0...15,0	50...91	141...184	E27

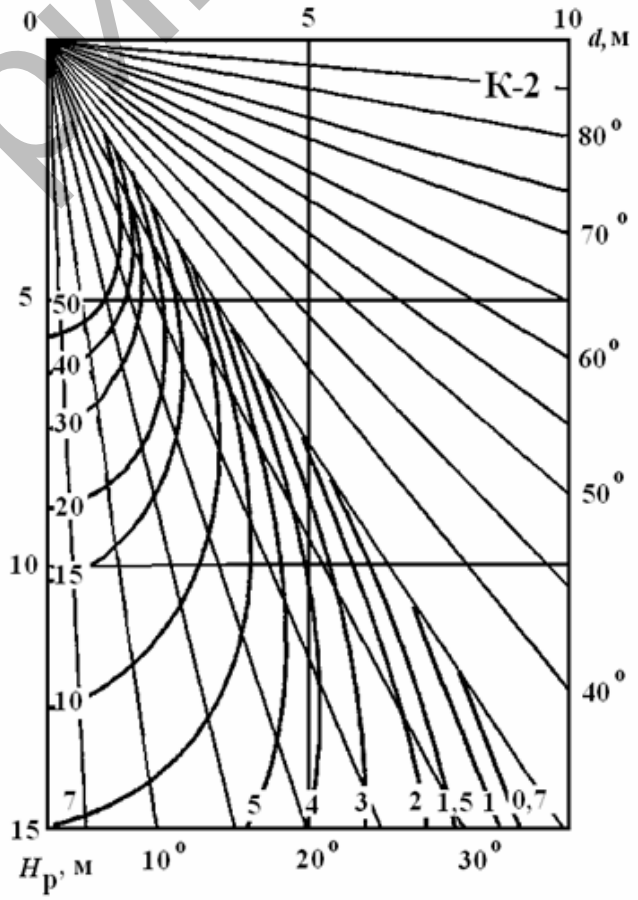
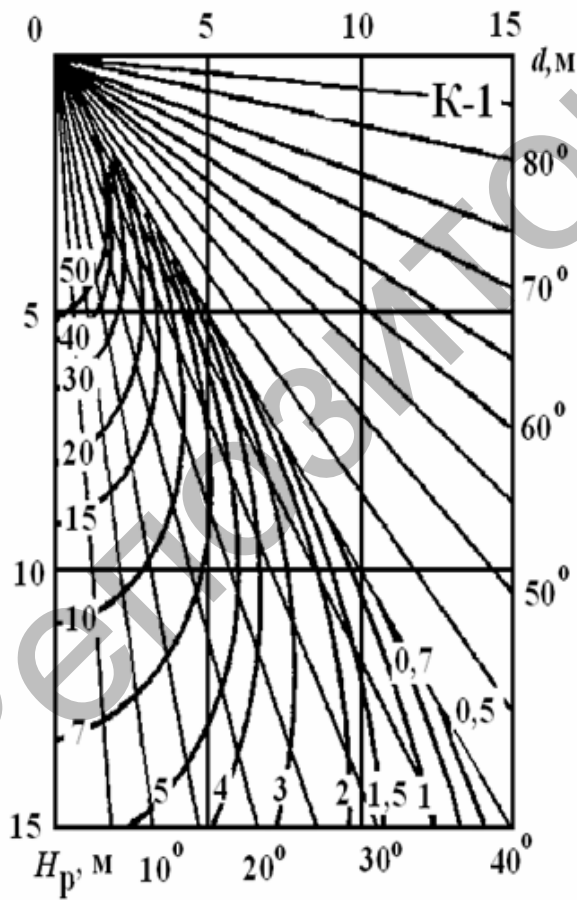
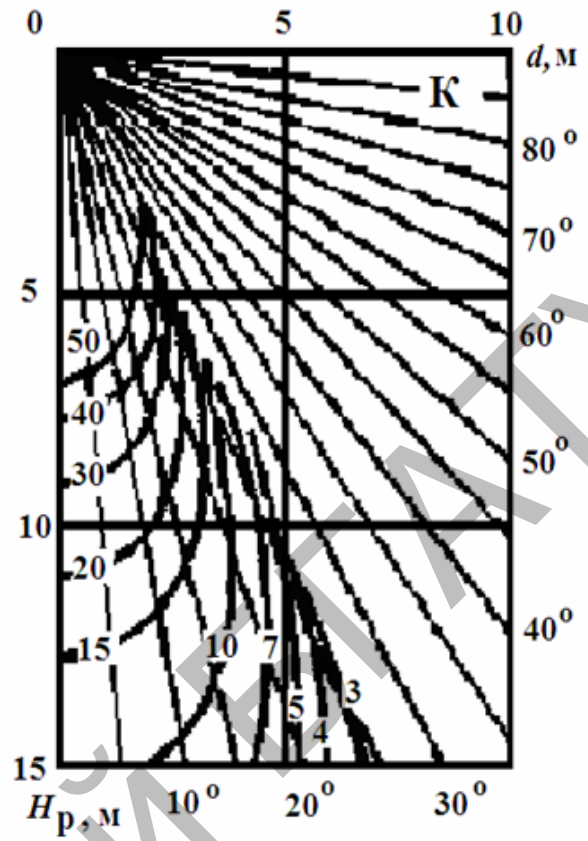
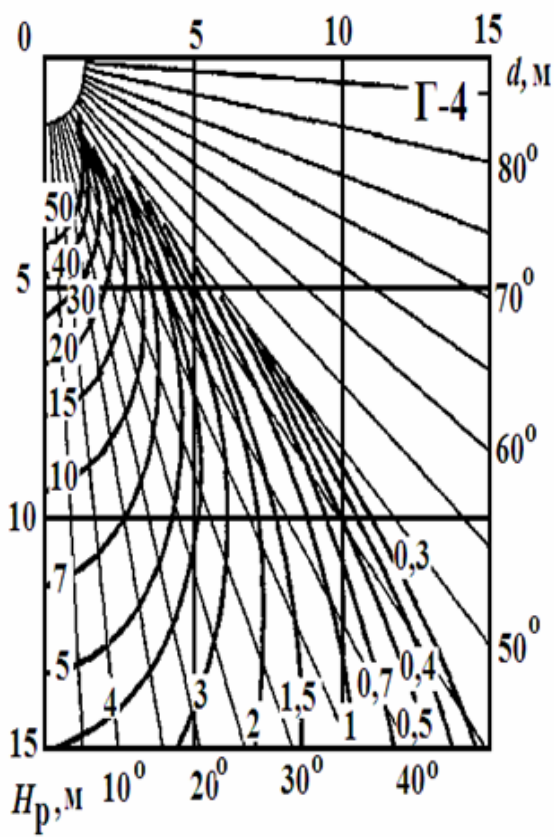
Мощность, Вт	Номинальное напряжение, В	Световой поток, клм	Срок службы, тыс. часов	Габариты, мм		Тип цоколя
				диаметр	длина	
125	230	6,3...8,3	3,0...10,0	62...91	168...184	E27
150	230	12,0...12,9	10,0...15,0	20...55	138...141	E27
175	230	12,0	4,0	91	227	E27
250	230	18,0...20,5	3,0...20,0	46...91	216...260	E40
400	230	32,0...42,0	5,0...20,0	46...122	280...300	E40
700	230	59,5	5,0	122	300	E40
1000	230	85,0...90,0	3,0...12,0	66...100	382...485	E40
Лампы типа ДНаТ						
50	230	3,6...4,4	6,0...28,0	32...42	156...165	E27
70	230	5,8...6,5	6,0...28,5	37...42	155...165	E27
100	230	8,0...10,7	6,0...28,5	42...48	155...214	E27, E40
150	230	14,5...17,5	6,0...28,5	38...48	201...227	E27, E40
250	230	25,0...33,0	10,0...28,5	38...48	227...260	E27, E40
400	230	45,0...55,0	15,0...28,5	38...48	249...283	E27, E40
600	230	88,5...90,0	24,0...32,0	46...48	290...292	E40
700	230/400	64,0	10	–	–	E40
1000	230/400	130,0...140,0	10,0...24,0	65...67	372...396	E40

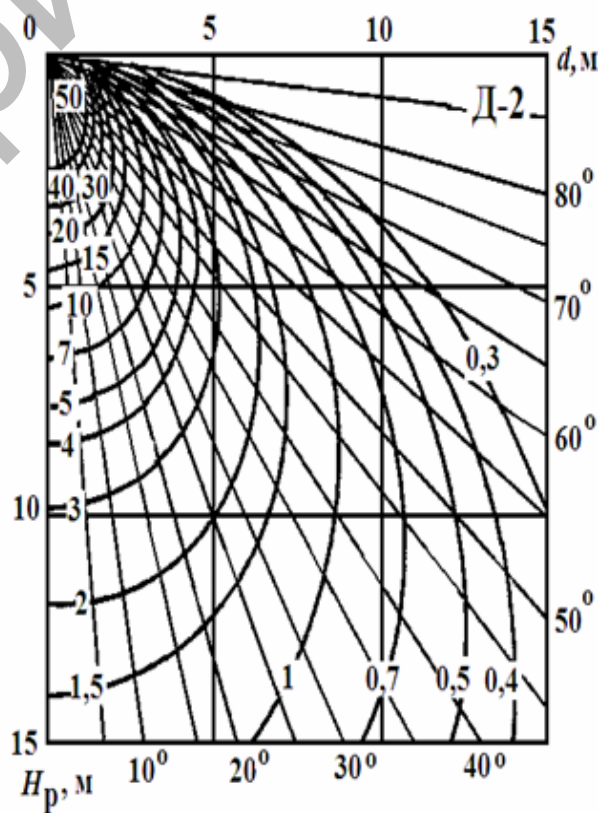
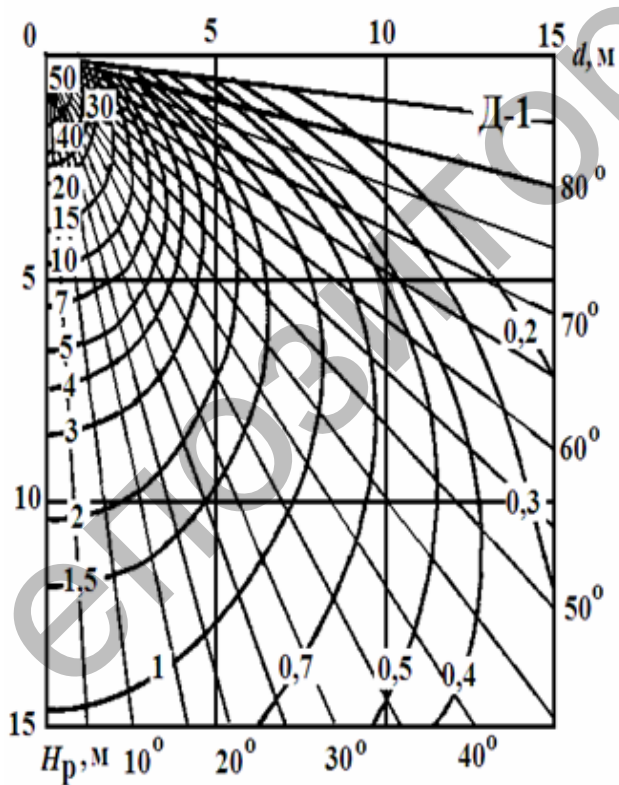
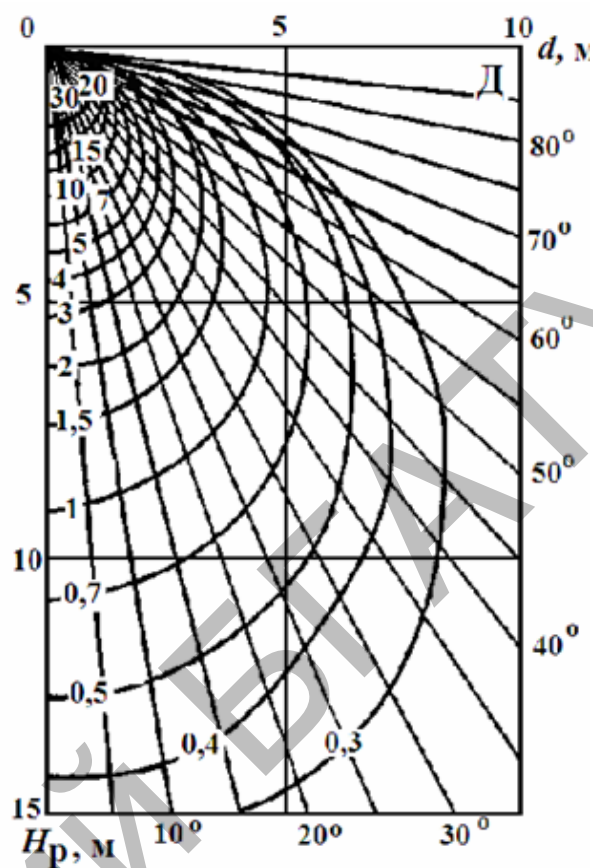
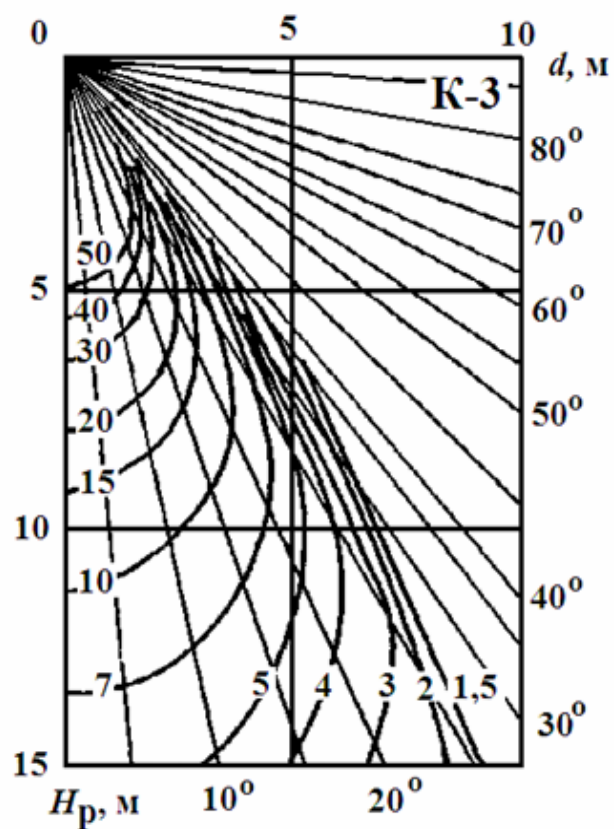
Примечания. 1. В таблице приведены усредненные данные различных производителей, поэтому при выполнении курсового проекта следует обращаться на электронные ресурсы, указанные в заглавии, или иные и принимать конкретную лампу с конкретными параметрами мощности, светового потока, габаритов, типа цоколя и срока службы.

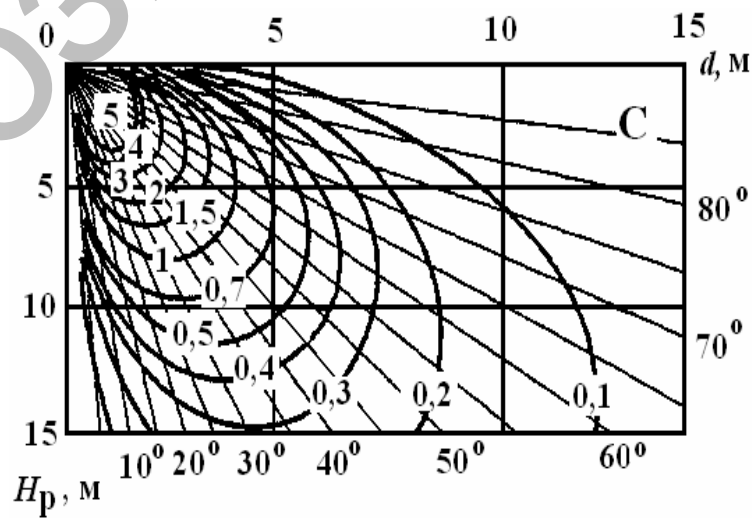
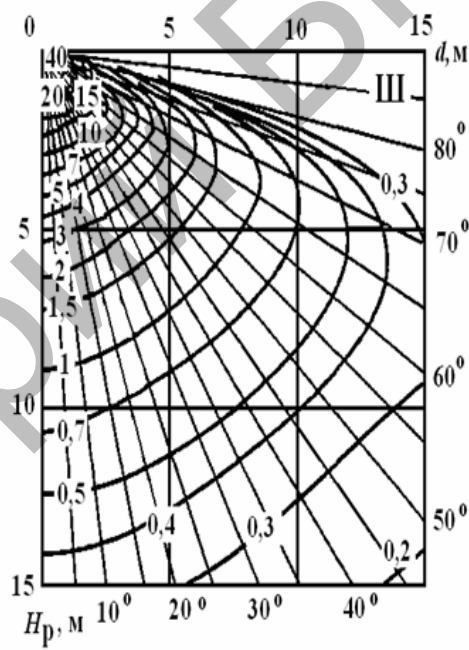
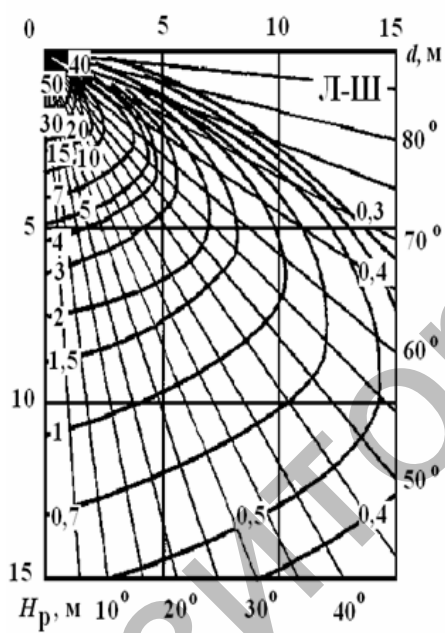
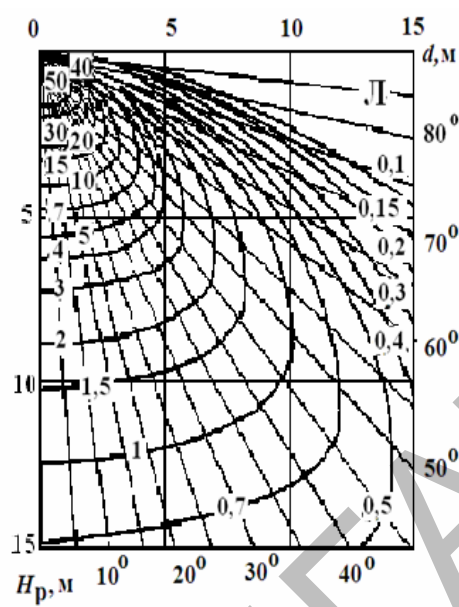
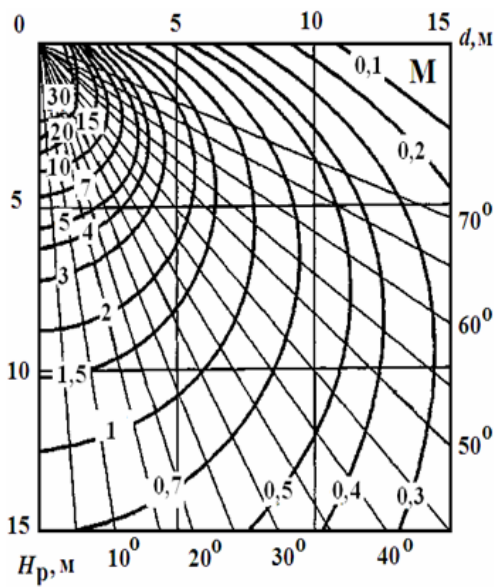
ПРИЛОЖЕНИЕ Б11

Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности для светильников круглосимметричного светораспределения с типовыми и детализированными кривыми силы света (лк)



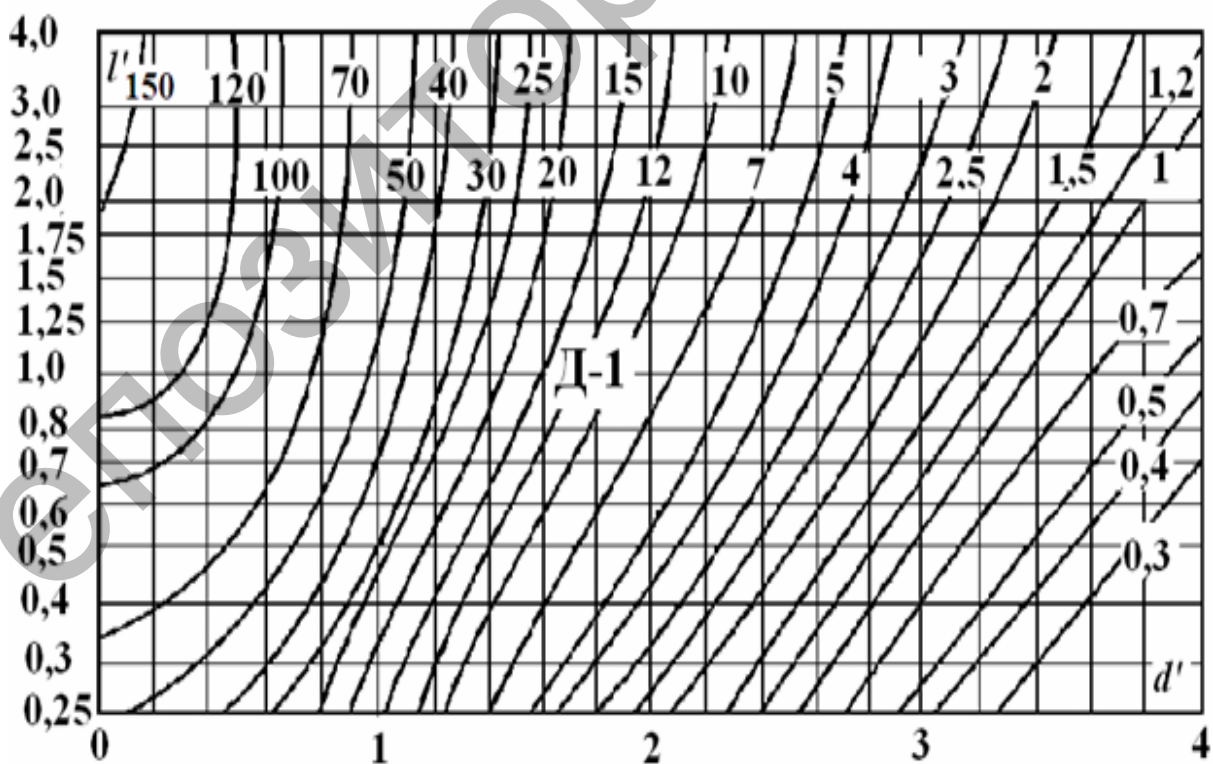
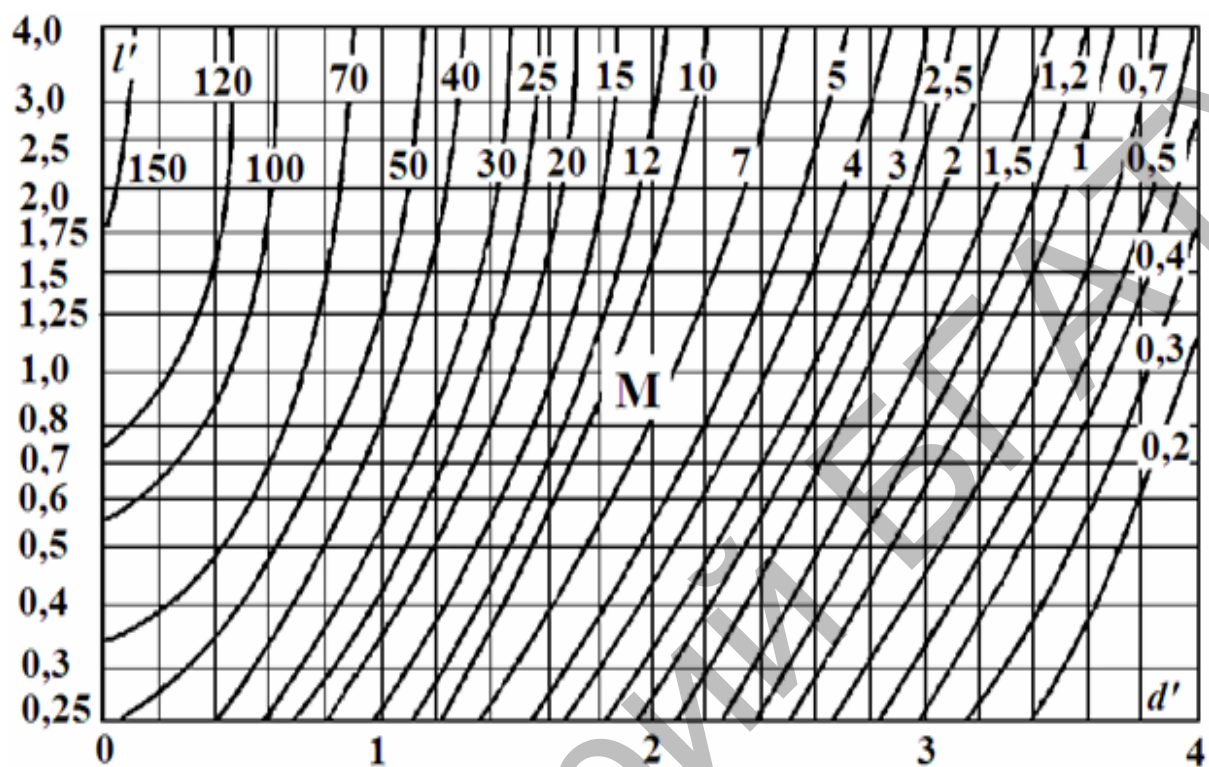


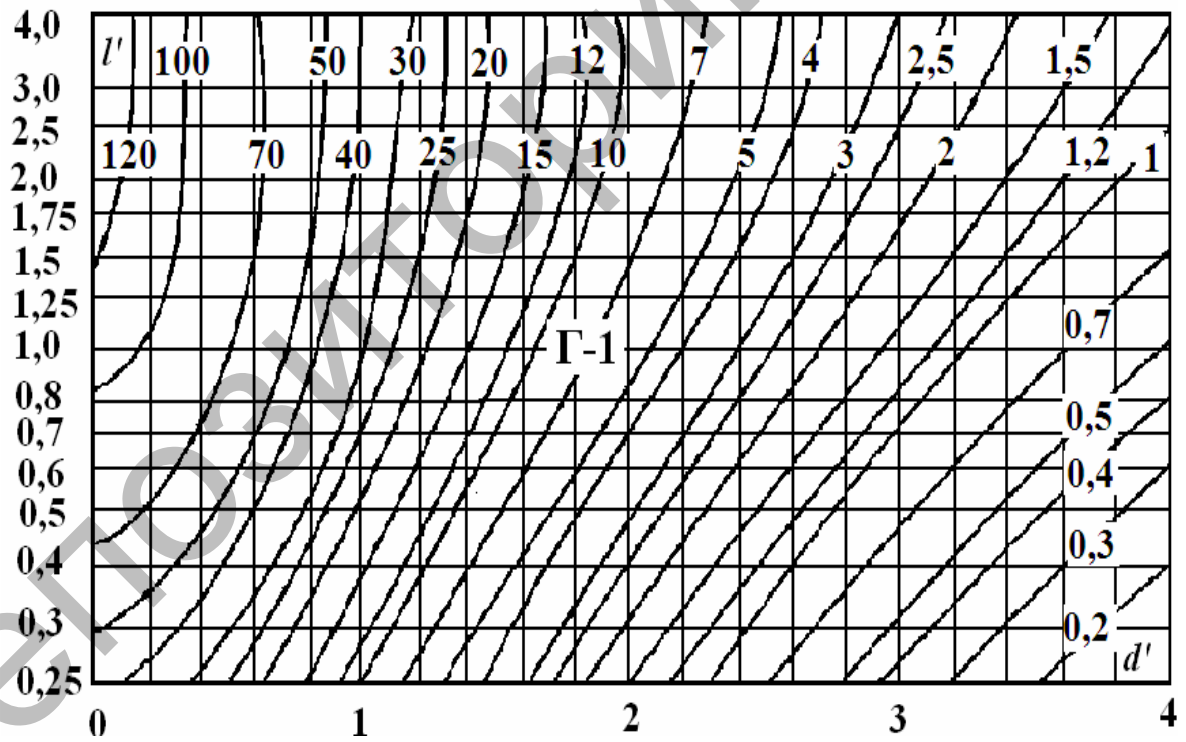
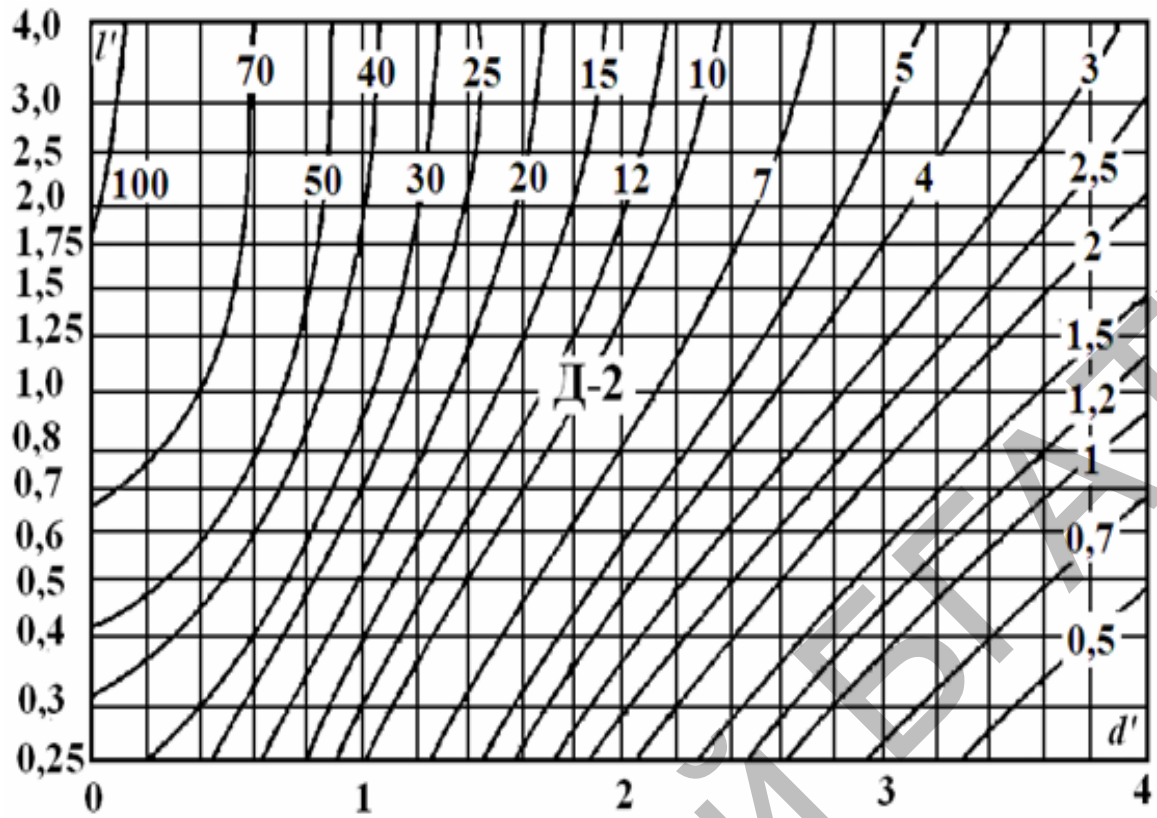




ПРИЛОЖЕНИЕ Б12

Линейные изолюксы условной горизонтальной освещенности
для светильников с детализированными кривыми силы света, лк





ПРИЛОЖЕНИЕ Б13

Значения коэффициентов использования светового потока осветительных установок для светильников с детализированными типами КСС и зональных множителей для верхней полусферы.

Тип кривой силы света	Коэффициент использования светового потока η , %											
	$\rho_{\Pi} = 70, \rho_{С} = 50, \rho_{Р} = 10$ (%)						$\rho_{\Pi} = 70, \rho_{С} = 30, \rho_{Р} = 10$ (%)					
	Индекс помещения, i											
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
М	34	47	56	66	75	86	26	36	46	56	67	80
Д-1	36	47	56	63	73	79	28	40	49	59	68	74
Д-2	42	51	64	76	76	84	33	43	56	74	80	76
Г-1	48	57	71	82	89	94	42	52	69	78	73	76
Г-2	55	64	78	86	92	96	48	60	73	84	90	94
Г-3	62	70	79	86	90	93	57	66	76	84	83	91
Г-4	65	71	78	83	86	87	62	69	76	81	84	85
К-1	69	76	83	88	91	92	65	73	81	86	89	90
К-2	71	78	87	95	97	100	67	75	84	93	97	100
К-3	73	80	90	94	99	102	68	77	86	95	98	101
Л	31	46	55	65	74	83	24	40	50	62	71	77
Зональные множители для верхней полусферы, отн. ед.												
$K_{н.р}$	0,28	0,36	0,46	0,54	0,60	0,66	—	—	—	—	—	—
$K'_{н.р}$	0,22	0,29	0,41	0,50	0,57	0,64	—	—	—	—	—	—

Тип кривой силы света	Коэффициент использования светового потока η , %											
	$\rho_{\Pi} = 50, \rho_{С} = 50, \rho_{Р} = 10$ (%)						$\rho_{\Pi} = 50, \rho_{С} = 30, \rho_{Р} = 10$ (%)					
	Индекс помещения, i											
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
М	31	43	53	63	72	80	23	36	45	56	65	75
Д-1	34	47	54	63	70	77	27	40	48	55	65	73
Д-2	40	48	61	74	92	84	33	42	52	69	75	86
Г-1	44	53	69	77	83	80	41	48	64	76	70	88
Г-2	53	63	76	85	90	94	48	58	72	83	86	93
Г-3	61	68	78	84	88	91	57	65	75	83	86	90
Г-4	65	71	78	81	84	85	62	68	74	81	83	85
К-1	68	77	83	86	89	90	64	73	80	86	88	90
К-2	71	78	87	93	98	99	68	74	84	92	93	99
К-3	72	79	88	94	97	99	68	76	85	93	95	99
Л	30	45	55	65	70	78	24	40	49	60	70	76
Зональные множители для верхней полусферы, отн. ед.												
$K_{н.р}$	—	—	—	—	—	—	0,16	0,21	0,28	0,35	0,40	0,44
$K'_{н.р}$	—	—	—	—	—	—	0,11	0,16	0,24	0,31	0,36	0,42

ПРИЛОЖЕНИЕ Б14

Значения удельной мощности общего освещения светильниками с лампами накаливания (при $\rho_{\Pi} = 50\%$, $\rho_C = 30\%$, $\rho_P = 10\%$, $K_3 = 1,3$; $z = 1,15$ и КПД светильника $\eta_{\Gamma} = 100\%$ *)

Н _р , м	Площадь помещения, м ²	Удельная мощность (Вт·м ²) при освещенности (лк) равной						
		5	10	20	30	50	75	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Светильники с характеристикой светораспределения П и КСС Д-1								
4...6	10...17	2,8	5,5	11,3	13,5	22,2	33,4	44,4
	17...25	2,4	4,6	8,8	11,6	19,3	29,0	38,6
	25...35	2,0	3,8	6,6	9,4	15,6	23,4	31,2
	35...50	1,5	2,9	5,3	7,6	13,2	19,8	26,4
	50...80	1,2	2,3	4,5	6,3	10,4	15,6	20,8
	80...150	1,1	2,1	3,7	5,3	8,5	12,7	16,9
	150...400	0,9	1,8	3,1	4,4	7,3	10,9	14,6
	> 400	0,7	1,4	2,5	3,3	5,8	8,7	11,6
6...8	25...35	2,7	5,0	8,3	12,4	20,6	30,9	41,2
	35...50	2,3	4,2	7,3	10,9	18,1	27,2	36,3
	50...65	1,9	3,4	6,3	9,5	15,8	23,7	31,6
	65...90	1,6	2,8	5,5	8,3	13,8	20,7	27,6
	90...135	1,3	2,3	4,5	6,7	11,2	16,8	22,4
	135...250	1,1	2,0	3,5	5,3	8,8	13,3	17,7
	250...500	1,0	1,8	3,1	4,7	7,8	11,7	15,6
	> 500	0,7	1,3	2,5	3,6	6,1	9,2	12,2
Светильники с характеристикой светораспределения П и КСС Д-2								
2...3	10...15	2,0	3,6	6,4	9,0	14,7	21,1	26,9
	15...25	1,7	3,0	5,2	7,3	11,6	16,8	21,4
	25...50	1,4	2,6	4,5	6,2	10,0	14,2	18,0
	50...150	1,2	2,2	3,8	5,2	8,5	12,0	15,5
	150...300	1,0	1,8	3,3	4,5	7,5	10,6	13,6
	> 300	1,0	1,7	3,0	4,2	7,0	9,9	12,4
3...4	10...15	2,9	4,9	9,8	13,1	20,0	28,6	36,6
	15...20	2,3	3,9	7,3	10,3	17,1	23,0	31,0
	20...30	1,9	3,2	5,8	8,5	13,9	18,6	24,8
	30...50	1,5	2,6	4,6	6,8	10,7	15,0	19,2
	50...120	1,3	2,2	3,8	5,8	9,0	12,5	15,9
	120...300	1,0	1,8	3,3	4,9	7,6	10,4	13,4
	> 300	0,9	1,5	2,9	4,2	6,6	8,8	11,7
Светильники с характеристикой светораспределения П и КСС Г-1								
3...4	10...15	1,9	3,4	6,4	9,0	14,1	20,4	25,2
	15...20	1,7	3,0	5,6	8,2	12,9	17,4	22,5
	20...30	1,6	2,7	5,0	7,3	11,7	15,8	20,4
	30...50	1,3	2,3	4,2	6,3	9,8	13,6	17,4
	50...120	1,1	2,0	3,6	5,3	8,2	11,4	14,7
	120...300	1,0	1,7	2,9	4,6	7,0	9,6	12,9
	> 300	0,9	1,5	2,7	4,1	6,3	8,6	11,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4...6	10...17	2,8	5,1	9,3	14,9	22,7	31,5	42,0
	17...25	2,3	4,2	7,5	11,6	17,3	25,2	33,6
	25...35	1,9	3,5	6,4	9,0	14,0	21,7	28,9
	35...50	1,7	2,9	5,4	7,7	11,6	18,0	24,0
	50...80	1,4	2,5	4,7	6,5	10,0	14,8	19,7
	80...150	1,1	2,0	3,8	5,4	8,3	12,3	16,4
	150...400	0,9	1,7	3,1	4,2	6,6	9,9	13,2
	> 400	0,8	1,4	2,6	3,5	5,5	8,1	10,8
6...8	25...35	2,7	4,5	7,4	11,7	19,5	29,3	39,0
	35...50	2,2	3,8	6,5	9,9	16,5	24,8	33,0
	50...65	1,8	3,3	5,7	8,6	14,3	21,5	28,7
	65...90	1,5	2,9	5,0	7,4	12,4	18,6	24,8
	90...135	1,3	2,5	4,4	6,2	10,3	15,5	20,6
	135...250	1,1	2,0	3,5	5,1	8,6	12,8	17,1
	250...500	0,8	1,7	2,9	4,2	7,1	10,6	14,1
	> 500	0,7	1,3	2,3	3,4	5,6	8,4	11,3
Светильники с характеристикой светораспределения П и КСС Л								
4...6	10...17	3,8	7,5	15,7	27,2	33,6	52,2	69,6
	17...25	3,2	6,1	12,6	19,7	27,2	40,5	54,0
	25...35	2,5	4,5	8,5	12,5	19,4	28,2	37,6
	35...50	1,9	3,3	6,2	8,7	13,6	19,8	26,4
	50...80	1,4	2,5	4,6	6,4	10,2	14,9	19,8
	80...150	1,1	1,9	3,7	5,1	8,0	11,7	15,6
	150...400	1,0	1,6	3,1	4,4	6,7	9,6	12,8
	> 400	0,8	1,4	2,6	3,8	5,6	8,1	10,8
6...8	25...35	3,6	6,6	13,7	21,4	31,5	47,2	63,0
	35...50	3,0	5,4	10,7	15,8	25,0	37,6	50,1
	50...65	2,5	4,3	8,2	11,5	18,8	28,2	37,6
	65...90	1,9	3,4	6,2	8,8	14,0	21,0	28,0
	90...135	1,4	2,5	4,6	6,7	10,6	15,9	21,2
	135...250	1,0	2,0	3,5	5,1	8,3	12,4	16,6
	250...500	0,9	1,6	3,0	4,2	6,7	10,1	8,6
	> 500	0,7	1,4	2,4	3,4	5,6	8,4	11,2
Светильники с характеристикой светораспределения Н и КСС Д-1								
1,5...2	10...15	1,3	2,6	5,1	7,7	12,8	19,1	25,5
	15...25	1,1	2,2	4,3	6,5	10,8	16,1	21,5
	25...50	0,9	1,8	3,6	5,4	9,0	13,5	18,0
	50...150	0,9	1,7	3,3	4,9	8,2	12,2	16,3
	150...300	0,8	1,5	3,0	4,5	7,5	10,5	15,0
	> 300	0,7	1,3	2,6	3,9	6,5	9,8	13,0
2...3	10...15	1,8	3,5	7,0	10,5	17,5	26,3	35,0
	15...25	1,5	2,9	5,9	8,8	14,6	22,0	29,3
	25...50	1,2	2,3	4,5	6,8	11,3	16,9	22,5
	50...150	0,9	1,8	3,6	5,3	8,9	13,3	17,8
	150...300	0,8	1,5	3,0	4,2	7,4	11,2	14,8
	> 300	0,7	1,3	2,6	3,9	6,5	9,8	13,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Светильники с характеристикой светораспределения Р и КСС М								
1,5...2	10...15	1,5	3,0	6,0	9,0	14,9	22,5	29,9
	15...25	1,3	2,6	5,2	7,8	13,1	19,6	26,1
	25...50	1,1	2,2	4,3	6,5	10,8	16,2	21,6
	50...150	0,9	1,8	3,6	5,3	8,9	13,3	17,8
	150...300	0,7	1,4	2,8	4,2	7,0	10,5	14,0
	> 300	0,6	1,2	2,4	3,6	6,1	9,1	12,2
2...3	10...15	2,1	3,6	7,5	11,3	19,0	26,9	35,7
	15...25	1,7	3,4	6,8	10,1	16,9	25,3	33,8
	25...50	1,3	2,6	5,1	7,7	12,8	19,2	25,7
	50...150	1,0	2,0	4,1	6,1	10,1	15,2	20,3
	150...300	0,9	1,7	3,4	5,1	8,5	12,6	16,9
	> 300	0,7	1,4	2,7	4,1	6,8	10,1	13,5
3...4	10...15	4,2	8,5	16,9	25,4	42,3	63,5	84,6
	15...20	3,2	6,3	12,5	18,8	31,3	46,9	62,6
	20...30	2,3	4,5	8,9	13,4	22,3	33,4	44,6
	30...50	1,7	3,3	6,6	9,9	16,4	24,6	32,9
	50...120	1,3	2,5	5,0	7,6	12,6	18,9	25,2
	120...300	1,0	2,0	4,0	5,9	9,9	14,9	19,8
	> 300	0,7	1,4	2,9	4,3	7,2	10,8	14,4

*) При значении КПД светильника в нижнюю полусферу, отличающимся от приведенного в качестве исходных данных при составлении таблицы (100 %), табличное значение удельной мощности следует увеличить на отношение приведенного в качестве исходных данных таблицы КПД к значению КПД в нижнюю полусферу принятого светильника, т. е. $100 / \eta_{\text{н}}$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б15

Значения удельной мощности общего освещения светильниками с лампами типов ДРЛ, ДРИ и ДНаТ (при $\rho_{\text{П}} = 50 \%$, $\rho_{\text{С}} = 30 \%$, $\rho_{\text{Р}} = 10 \%$, $K_3 = 1,5$; $z = 1,15$, $E = 100$ лк и КПД светильника $\eta_{\text{С}} = 100 \%$ *)

Н _р , м	Площадь помещения, м ²	Удельная мощность (Вт·м ²) для светильников с лампами								
		ДРЛ	ДРИ	ДНаТ	ДРЛ	ДРИ	ДНаТ	ДРЛ	ДРИ	ДНаТ
		светораспределение П и КСС Д-1			светораспределение П и КСС Д-2			светораспределение П и КСС Г-1		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4...6	15...30	21,6	14,3	12,5	15,7	10,4	9,1	13,8	9,1	8,0
	30...50	13,1	8,6	7,6	10,8	7,1	6,3	8,4	5,5	4,9
	50...120	7,4	4,9	4,3	6,4	4,2	3,7	6,2	4,1	3,6
	120...300	6,1	4,0	3,5	5,4	3,6	3,1	4,9	3,2	2,8
	> 300	4,1	2,7	2,4	4,1	2,7	2,4	3,9	2,6	2,3
6...8	50...65	13,3	8,8	7,7	11,5	7,6	6,7	9,1	6,0	5,3
	65...90	10,7	7,1	6,2	9,4	6,2	5,5	7,9	5,2	4,6
	90...135	8,7	5,7	5,0	7,3	4,8	4,2	6,6	4,4	3,8
	135...250	6,4	4,2	3,7	6,2	4,1	3,6	6,1	4,0	3,5
	250...500	5,9	3,9	3,4	5,4	3,6	3,1	4,9	3,2	2,8
	> 500	4,5	3,0	2,6	4,2	2,8	2,4	3,9	2,6	2,3
8...12	70...100	17,6	11,6	10,2	14,2	9,4	8,2	11,4	7,5	6,6
	100...130	13,8	9,1	8,0	11,6	7,7	6,7	9,5	6,3	5,5
	130...200	9,9	6,5	5,7	9,4	6,2	5,5	7,8	5,1	4,5
	200...300	7,6	5,0	4,4	6,8	4,5	3,9	6,7	4,4	3,9
	300...600	6,7	4,4	3,9	6,3	4,2	3,7	5,8	3,8	3,4
	600...1500	5,6	3,7	3,2	5,2	3,4	3,0	4,4	2,9	2,6
	> 1500	4,4	2,9	2,6	4,5	3,0	2,6	3,8	2,5	2,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		светораспределение П и КСС Г-2			светораспределение П и КСС Г-3			светораспределение П и КСС Г-4		
4...6	15...30	9,6	6,3	5,6	7,4	5,1	4,4	7,6	5,2	4,5
	30...50	6,4	4,2	3,7	5,9	4,0	3,5	5,8	3,9	3,4
	50...120	5,3	3,5	3,1	4,6	3,1	2,7	4,5	3,1	2,7
	120...300	4,3	2,8	2,5	4,1	2,8	2,4	4,0	2,7	2,4
	> 300	3,5	2,3	2,0	3,6	2,4	2,1	3,5	2,4	2,1
6...8	50...65	8,9	5,9	5,1	6,3	4,6	3,7	6,2	4,2	3,7
	65...90	7,4	4,9	4,3	5,7	3,9	3,4	5,6	3,8	3,3
	90...135	6,1	4,0	3,5	5,2	3,4	3,1	5,0	3,4	3,0
	135...250	5,2	3,4	3,0	4,4	3,1	2,7	4,2	2,9	2,5
	250...500	4,4	2,9	2,6	4,0	2,7	2,4	3,9	2,7	2,3
	> 500	3,8	2,5	2,2	3,6	2,4	2,1	3,7	2,5	2,2
8...12	70...100	10,2	6,7	5,9	7,3	5,2	4,3	7,1	4,8	4,2
	100...130	8,3	5,5	4,8	6,2	4,2	3,7	6,2	4,2	3,7
	130...200	7,1	4,7	4,1	5,6	3,8	3,3	5,4	3,7	3,2
	200...300	6,0	4,0	3,5	5,1	3,5	3,0	4,9	3,3	2,9
	300...600	5,1	3,4	3,0	4,5	3,1	2,7	4,3	2,9	2,5
	600...1500	4,2	2,8	2,4	3,8	2,6	2,2	3,7	2,5	2,2
	> 1500	3,6	2,4	2,1	3,5	2,4	2,1	3,4	2,3	2,0
		светораспределение П и КСС К-1			светораспределение П и КСС К-2			светораспределение П и КСС Л		
4...6	15...30	–	–	–	–	–	–	16,6	11,0	9,6
	30...50	–	–	–	–	–	–	12,3	8,1	7,1
	50...120	–	–	–	–	–	–	8,6	5,7	5,0
	120...300	–	–	–	–	–	–	6,7	4,4	3,9
	> 300	–	–	–	–	–	–	5,3	3,5	3,1

1	2	светораспределение П и КСС К-1			светораспределение П и КСС К-2			светораспределение П и КСС Л		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11
6...8	50...65	5,6	3,7	3,2	8,2	5,4	4,8	13,2	8,6	7,6
	65...90	5,1	3,4	3,0	7,4	4,9	4,3	10,9	7,2	6,4
	90...135	4,7	3,1	2,7	6,1	4,0	3,5	9,1	6,0	5,2
	135...250	4,3	2,8	2,5	5,4	3,6	3,1	7,4	4,9	4,3
	250...500	3,9	2,6	2,3	4,6	3,0	2,7	5,8	3,8	3,3
	> 500	3,4	2,2	2,0	4,0	2,6	2,3	4,6	3,0	2,6
8...12	70...100	6,2	4,1	3,6	7,8	5,1	4,5	16,6	11,0	9,7
	100...130	5,3	3,5	3,1	6,9	4,6	4,0	13,2	8,7	7,7
	130...200	5,1	3,4	3,0	6,2	4,1	3,6	10,7	7,1	6,2
	200...300	4,6	3,0	2,7	5,6	3,7	3,2	8,7	5,8	5,1
	300...600	4,4	2,9	2,6	4,8	3,2	2,8	7,1	4,6	4,1
	600...1500	3,9	2,6	2,3	4,5	3,0	2,6	5,4	3,6	3,2
	> 1500	3,5	2,3	2,0	4,0	2,6	2,3	4,3	2,9	2,5

*) При значении КПД светильника в нижнюю полусферу, отличающегося от приведенного в качестве исходных данных при составлении таблицы (100 %), табличное значение удельной мощности следует увеличить на отношение приведенного в качестве исходных данных таблицы КПД к значению КПД в нижнюю полусферу принятого светильника, т. е. $100 / \eta_{\text{н}}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б16

Значения удельной мощности общего освещения светильниками с люминесцентными лампами типа ЛБ40 (при $\rho_{\Pi} = 50\%$, $\rho_{С} = 30\%$, $\rho_{Р} = 10\%$, $K_3 = 1,5$; $z = 1,1$, $E = 100$ лк и КПД светильника $\eta_{\Gamma} = 100\%$ *)**).

Н _р , м	Площадь помещения, м ²	Удельная мощность (Вт·м ²) для светильников с люминесцентными лампами и КСС			
		Д-1	Д-2	Г-1	Г-2
2...3	10...15	8,1	6,9	5,7	4,6
	15...25	6,1	5,5	4,6	3,8
	25...50	4,8	4,1	3,7	3,4
	50...150	3,8	3,1	2,9	2,6
	150...300	3,4	2,8	2,6	2,5
	> 300	2,9	2,5	2,4	2,3
3...4	10...15	11,5	9,6	9,1	8,5
	15...20	9,8	8,1	7,3	6,7
	20...30	7,7	6,9	5,5	4,2
	30...50	6,0	5,4	4,4	3,9
	50...120	4,6	3,9	3,6	3,2
	120...300	3,8	3,1	2,9	2,7
	> 300	2,9	2,5	2,3	2,2
4...6	10...17	13,7	12,5	11,7	10,4
	17...25	12,0	10,1	9,5	8,1
	25...35	10,4	8,7	8,3	7,2
	35...50	8,6	7,6	6,0	4,9
	50...80	6,6	6,0	4,8	3,8
	80...150	5,3	4,2	4,0	3,3
	150...400	4,0	3,2	3,1	2,8
	> 400	2,9	2,8	2,4	2,2

*) При значении КПД светильника в нижнюю полусферу, отличающегося от приведенного в качестве исходных данных при составлении таблицы (100 %), табличное значение удельной мощности следует увеличить на отношение приведенного в качестве исходных данных таблицы КПД к значению КПД в нижнюю полусферу принятого светильника, т. е. $100 / \eta_{\Gamma}$.

**) Для люминесцентных ламп другого типа приведенное табличное значение удельной мощности целесообразно умножить на отношение светового потока (лм) лампы типа ЛБ40 (3200 лм) к световому потоку принятой лампы.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б17

Рекомендуемые марки проводов и кабелей для различных видов электропроводки, способов прокладки и условий окружающей среды

Вид электропроводки и способ прокладки проводов и кабелей	Категория помещения по условиям окружающей среды					
	Сухое	Пыльное	Влажное	Сырое	Особо сырое	Особо сырое с химически активной средой
1	2	3	4	5	6	7
Открытая по несгораемым и трудносгораемым поверхностям						
непосредственно	АПРН, АПРВ, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АВРГ, АПРН, АВВГ, АВРГ, АПВГ	ПРН, АПРВ, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ, АППР	АППР, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ
в виниловых и стальных трубах	АПВ, АПР, АПРН, АПРВ	АПВ, АПР, АПРТО	АПР, АПРН, АПРТО	АПВ, АПР, АПРН, АПРТО	АПВ, АПРН, АПРТО	АПВ, АПРТО, АПРН
в коробах и на лотках	АПРВ, АПРН, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АПРН, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АВТВ, АПРН, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АПРН, АВТВ, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АВТВ, АВТВУ, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ
на тросах и тросовыми проводами	АПРН, АПРВ, АВТВ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АПРИ, АВТВ, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АРТ, АВТВ, АВТВУ, АВРГ, АВВГ, АНРГ	АПРН, АВТВ, АПРВ, АВРГ, АНРГ, АВВГ	АПРВ, АВТВ, АПРН, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АВТВ, АВРГ, АВТВУ, АНРГ, АВВГ, АПВГ
в гибких металлических рукавах	АПВ, АПР, АПРВ, АПРВ, АППВС	АПВ, АПР, АПРТО, АППВС	АПВ, АПРН, АППВС, АПРТО	АПВ, АПРН, АППВС, АПРТО	АПВ, АПРН, АППВС, АПРТО	АПВ, АПРН, АПРТО
Открытая по сгораемым поверхностям						
непосредственно	АПРВ, АПВ, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АПРИ, АПВ, АВРГ, АВРГ, АПВГ	АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АПРН, АПРВ, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ
в виниловых и стальных трубах	АПВ, АПР, АППВС, АПРН, АПРТО, АПРВ	АПВ, АПР, АПРТО, АППВС, АПРН	АПВ, АПРТО, АПРН, АППВС	АПВ, АПРВ, АПРТО, АПРН	АПВ, АПРТО, АПРН	АПВ, АПРТО

1	2	3	4	5	6	7
в коробах и на лотках	АПРВ, АПРН, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АПРН, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВАГ	АПРН, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АПРН, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АПРН, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ
на тросах и тросовыми проводами	АПРВ, АВТВ, АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВГ	АПРН, АВТВ, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АПРН, АВТВ, АВРГ, АНРГ, АВВГ, АПВГ	АПРН, АВТВ, АВРГ, АВВГ, АНРГ, АПВГ	АПРН, АВТВ, АВРГ, АВВГ, АНРГ, АПВГ	АВТВ, АВРГ, АВТВУ, АВВГ, АНРГ, АПВГ
в гибких металлических рукавах	АПВ, АПРН, АПРТО	–	АПВ, АПРН, АПРТО	АПВ, АПРН, АПРТО	АПВ, АПРН, АПРТО	АПВ, АПРН, АПРТО
Скрытая по несгораемым и трудносгораемым поверхностям						
под штукатуркой	АППВС, АППВ	АППВ, АППВС	АППВ, АППВС	АППВ, АППВС	АППВС	–
в каналах строительных конструкций	АПРВ, АППВС	АПРВ, АПРТО, АППВС	АПРВ, АПРТО, АППВС	АППВС	АППВС	–
в винипластовых и стальных трубах	АПРН, АПРВ, АПРТО, АППВС	АПРН, АПРВ, АПРТО, АППВС	АПРН, АПРВ, АПРТО, АППВС	АППВС	АППВС	–
в полиэтиленовых трубах (только по несгораемым поверхностям)	АПРТО, АППВС, АПРВ	АПРВ, АППВС, АПРТО	АПРВ, АПРТО, АППВС	АПРВ, АПРТО, АППВС	АПРВ, АПРТО, АППВС	АПРВ, АПРТО, АППВС
Скрытая по сгораемым поверхностям						
под штукатуркой	АППВС	АППВС	АППВС	АППВС	ППВС	–
в винипластовых трубах	ПРВ, АПРТО, АППВС, АПРН	АПРВ, АПРТО, АППВС, АПРН	АПРВ, АПРТО, АППВС, АПРН	АПРВ, АПРТО, АПРН, АППВС	АПРВ, АПРТО, АППВС, АПРН	АПРВ, АПРТО, АППВС, АПРН
в стальных трубах	АПРВ, АПРТО, АППВС, АПРН	АПРВ, АПРТО, АППВС, АПРН	АПРТО, АПРВ, АППВС, АПРН	АППВС, АПРТО, АПРН	АППВС, АПРН, АПРТО	–

Примечание. Для прокладки проводов в трубах используются преимущественно пластмассовые трубы и лишь при невозможности их прокладки – стальные.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Репозиторий БГАТУ

Ведомость основных комплектов рабочих чертежей

Обозначение	Наименование	Примечание
02.68.xxx.18-30	Электроосвещение	

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта ЭО

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	Расчетная схема осветительной сети	
3,3а	План расположения светотехнического оборудования	
4	Принципиальная схема группового щитка освещения	
5	Ведомость спецификации оборудования осветительной установки	

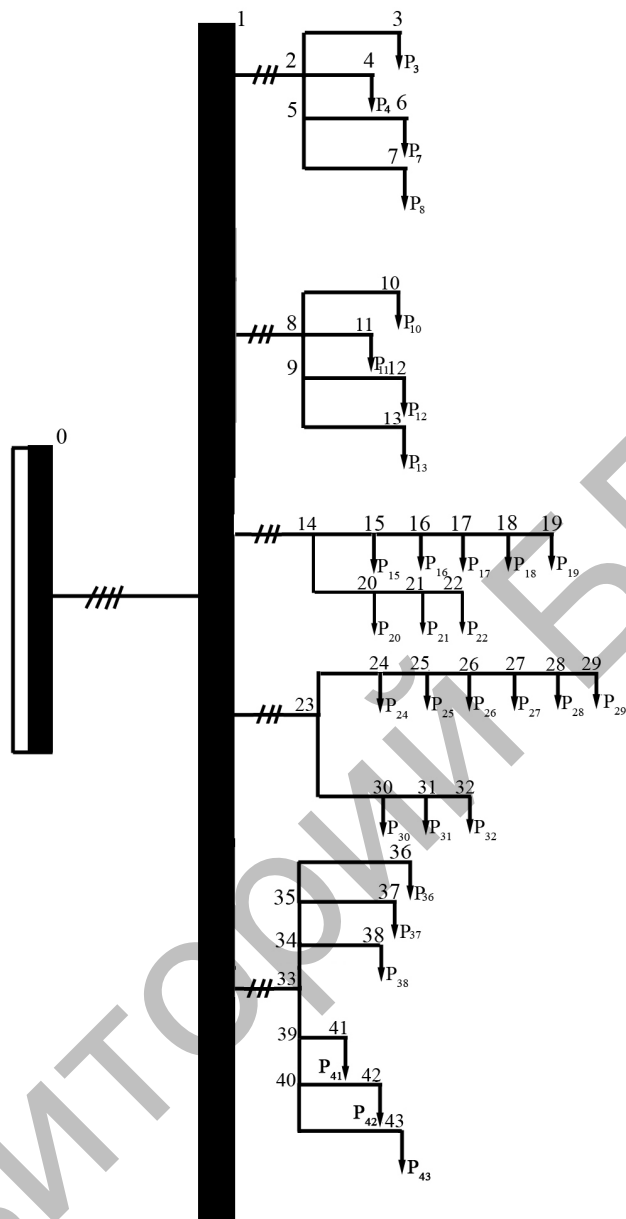
Общие указания

1. Напряжение сети принято 400/230 В
2. Проход кабелей сквозь стены выполнить в отрезках стальных труб с уплотнительным составом УСП-65.
3. Система заземления TN-C-S.

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

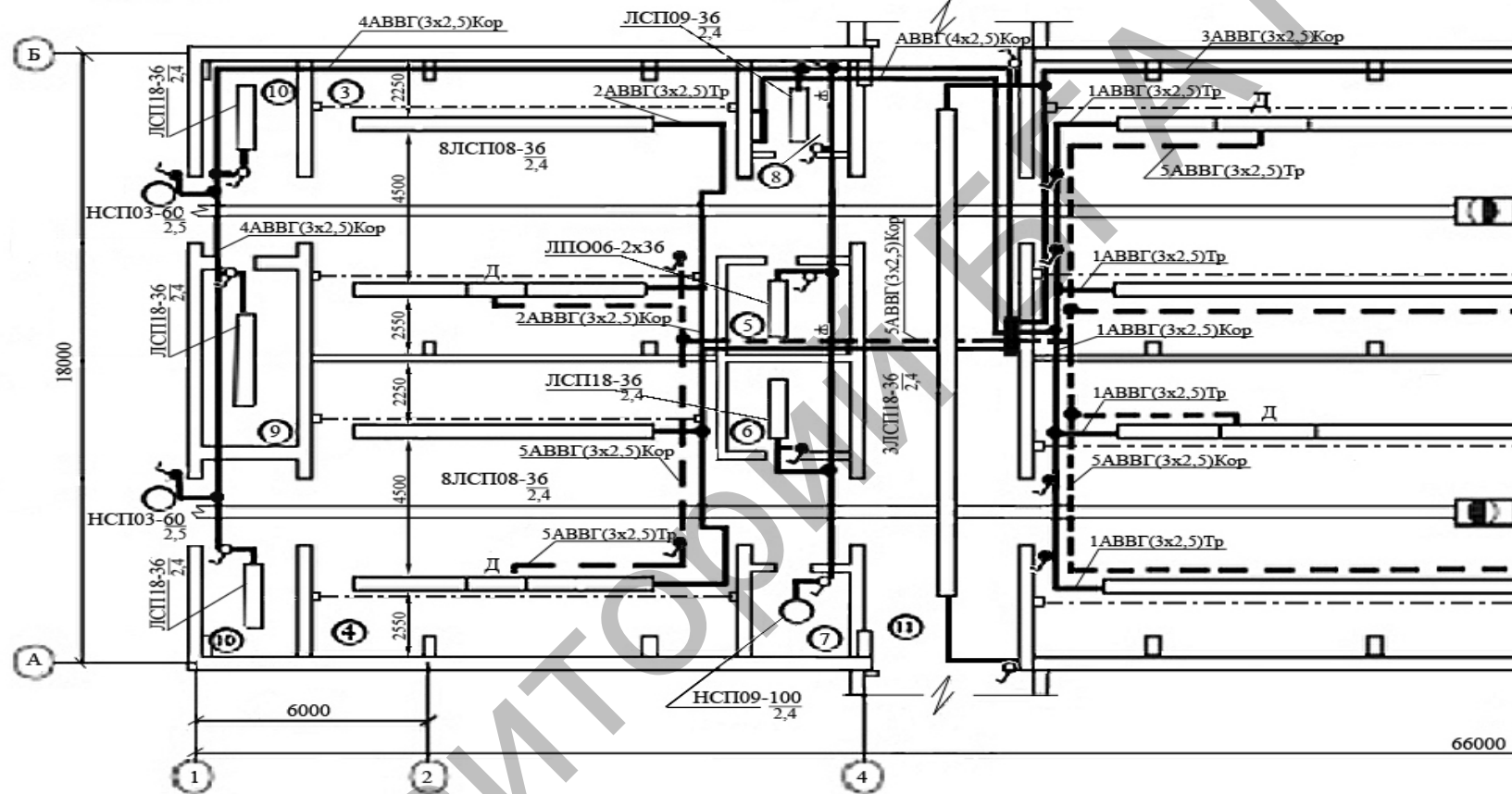
Обозначение	Наименование	Примечание
	Ссылочные документы	
ТКП 45-2.04-153-2009	Естественное и искусственное освещение	
	Строительные нормы проектирования	
ОСН-АПК 2.10.24.001-04	Отраслевые нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий, сооружений	

						02.68.000.18-ПЗ			
						Проект осветительной установки свинарника на 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного молодняка и 3 хряка			
Изм.	Колич.	Лист	№ док	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванов П.И.				Свинарник	Стадия	Лист	Листов
Руковод.		Петров И.И.					С	1	5
Консульт.									
Зав.каф.						Общие данные	БГАТУ, 1326000		
Н.контр									

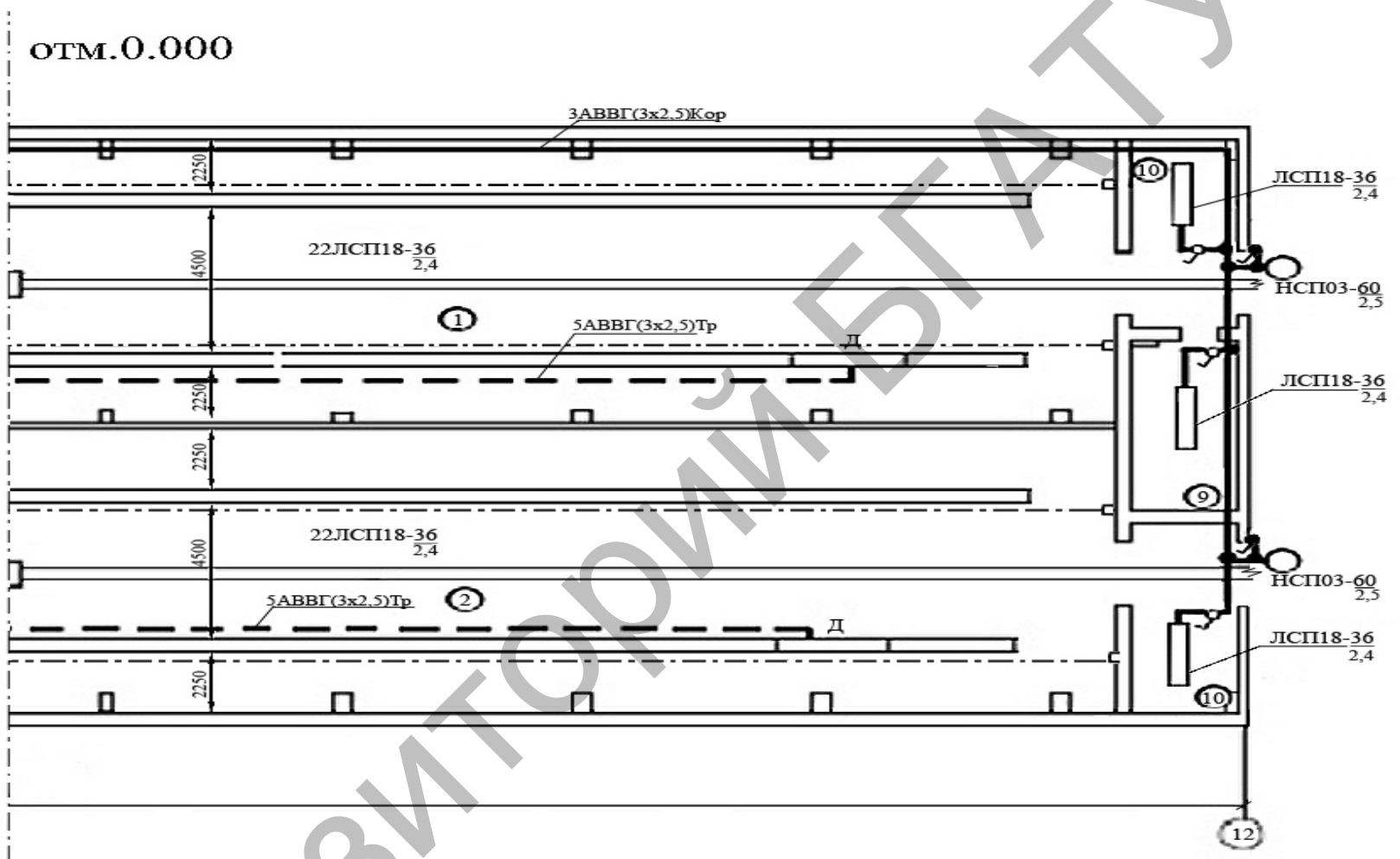


						02.68.000.18-ПЗ			
						Проект осветительной установки свинарника на 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного молодняка и 3 хряка			
Изм.	Колич.	Лист	№док	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванов П.И.				Свинарник	Стадия	Лист	Листов
Руковод.		Петров И.И					С	2	5
						Расчетная схема осветительной сети			
						БГАТУ, 1326000			

ПЛАН на

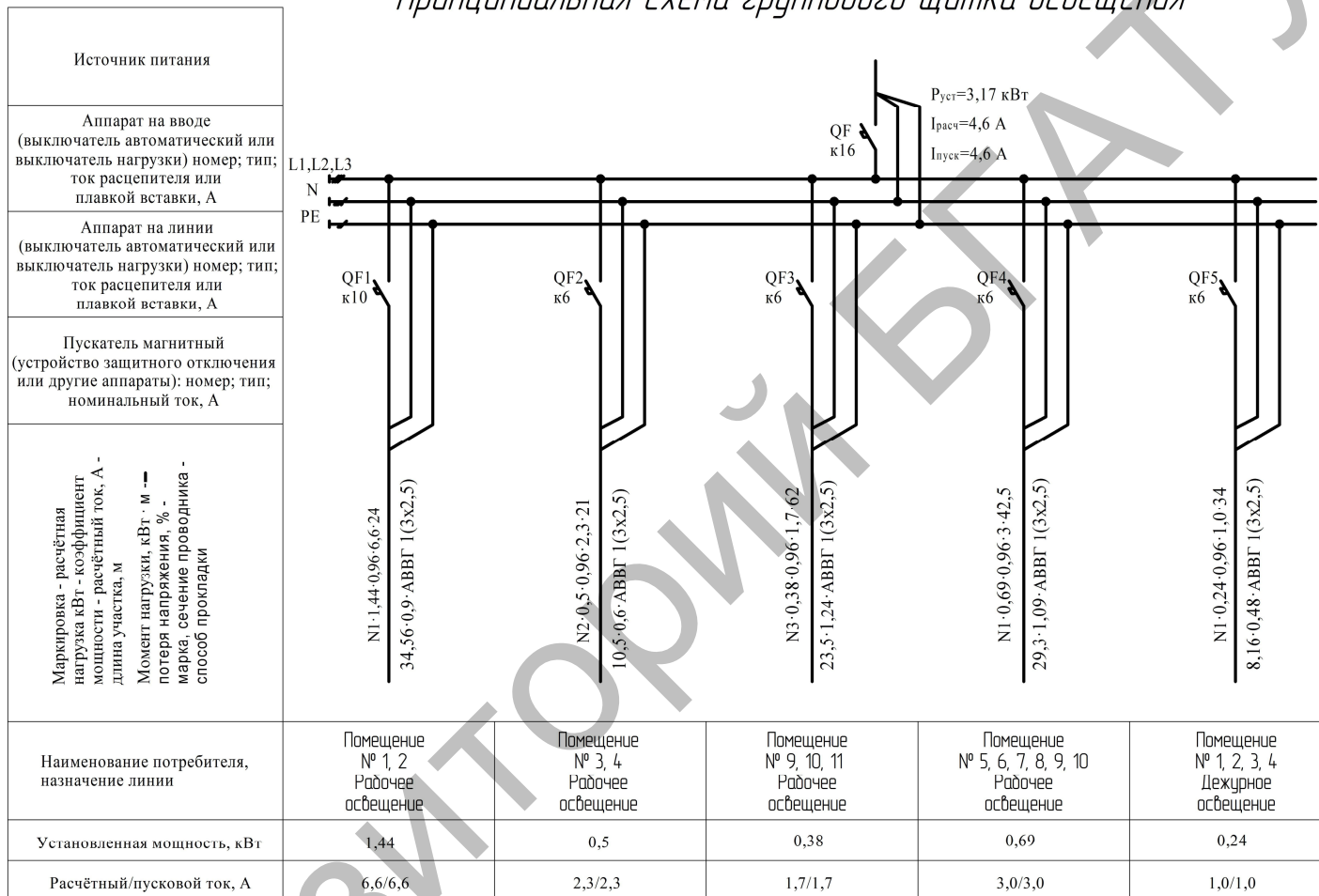


						02.68.000.18-ПЗ				
						Проект осветительной установки свиарника на 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного молодняка и 3 хряка				
Изм.	Колич.	Лист	№док	Подпись	Дата			Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Иванов П.И.				Свиарник		С	3	5
Руковод.		Петров И.И.								
Консульт.										
Зав.каф.						План расположения светотехнического оборудования (начало)		БГАТУ, 1326000		
Н.контр										



						02.68.000.18-ПЗ				
						Проект осветительной установки свиарника на 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного молодняка и 3 хряка				
Изм.	Колич.	Лист	№док	Подпись	Дата	Свиарник		Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Иванов П.И.						С	3а	5
Руковод.		Петров И.И.								
Консульт.										
Зав.каф.										
Н.контр						План расположения светотехнического оборудования (окончание)		БГАТУ, 1326000		

Принципиальная схема группового щитка освещения



						02.68.000.18-ПЗ			
						Проект осветительной установки свиначника на 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного молодняка и 3 хряка			
Изм.	Ко-лич.	Лист	№ док	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванов П.И.				Свинарник	Стадия	Лист	Листов
Руковод.		Петров И.И.					С	4	5
Консульт.									
Зав.каф.						Принципиальная схема группового щитка освещения	БГАТУ, 1326000		
Н.контр									

№ п/п	Наименование оборудования	Единицы измерения	Количество	Примечание
1	Щит распределительный ЩРН-24 (степень защиты IP66, климатическое исполнение – УХЛ 2)	шт	1	
2	Светильник ЛСП 18-36	шт	71	
3	Светильник ЛПО 06-2х36	шт	2	
4	Светильник ЛСП 09-36	шт	2	
5	Светильник НСП 09-100	шт	1	
6	Светильник НСП 03-60	шт	4	
7	Лампа ЛБ 36	шт	77	
8	Лампа Б225-235-75 (КЛЛ-15)	шт	1	
9	Лампа Б225-235-60 (КЛЛ-!%)	шт	1	
10	Автоматический выключатель ВА47-63-3P-16	шт	1	
11	Автоматический выключатель ВА47-63-1P-10	шт	1	
12	Автоматический выключатель ВА47-63-1P-6	шт	4	
13	Устройство защитного отключения (УЗО) серии ВД1-63-16-30	шт	5	
14	Выключатель однополюсный А56-1-IP44-018-10/230	шт	26	
15	Переключатель проходной одноклавишный, 10А, 250В	шт	2	
16	Розетка однополюсная РА16-20- IP20-307-10/230	шт	2	
17	Коробка монтажная КМ-209	шт	92	
18	Кабель АВВГ 4×2,5	м	20	
19	Кабель АВВГ 3×2,5	м	580	
20	Кабель-канал 25х25	м	20	
21	Кабель-канал 25х16	м	160	
22	Кабель-канал 15х10	м	84	
23	Дюбель пластмассовый 6х40	шт	1000	
24	Шуруп металлический 4,2х40	шт	1000	
25	Изоляционная лента на основе ПВХ (15мм)	м	50	

02.68.000.18-ПЗ

Проект осветительной установки свиарника на 335 холостых и супоросных свиноматок, 20 мест ремонтного молодняка и 3 хряка

Изм.	Колич.	Лист	№ док	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванов П.И.				Свиарник	Стадия	Лист	Листов
Руковод.		Петров И.И.					С	5	5
						Спецификации электрооборудования и материалов	БГАТУ, 1326000		

Учебное издание

**СВЕТОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ.
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Учебно-методическое пособие

Составители:

**Степанцов Вячеслав Павлович,
Кустова Раиса Ивановна,
Бондарчук Оксана Владимировна**

Ответственный за выпуск *П. В. Кардашов*

Корректор *Г. В. Анисимова*

Компьютерная верстка *Д. А. Пекарского*

Дизайн обложки *Д. О. Бабаковой*

Подписано в печать 18.06.2019. Формат 60×84¹/₈.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 21,16. Уч.-изд. л. 8,36. Тираж 100 экз. Заказ 205.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Учреждение образования

«Белорусский государственный аграрный технический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/359 от 09.06.2014.

№ 2/151 от 11.06.2014.

Пр-т Независимости, 99-2, 220023, Минск.