НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

СВЕТОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ

Методические указания
для самостоятельной и расчётно-графической работы

Новосибирск 2018

УДК

Кафедра техносферной безопасности и электротехнологии

Составители: *И.П. Щеглов,* ст. преподаватель
В.Г. Ляпин, канд. техн. наук, доцент
С.А. Никонов, заведующий лабораториями, ассистент
Д.С. Болотов, аспирант

Светотехника и электротехнологии: метод. указания для сам. и расчётно-графической работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: И.П. Щеглов, В.Г. Ляпин, С.А. Никонов, Д.С. Болотов – Новосибирск, 2018. - 52 с.

Рецензент: доцент, канд. техн. наук *А.Т. Калюжный*

Методические указания содержат перечень изучаемых по дисциплине тем и вопросы для самостоятельной подготовки; варианты и указания к выполнению расчетно-графической работы; примеры методик светотехнических расчетов, а также требования к оформлению РГР.

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (профиль Электрооборудование и электротехнологии в агропромышленном комплексе).

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Инженерного института (протокол №5 от 12 декабря 2017 г.).

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2018
© Щеглов И.П., Ляпин В.Г., Никонов С.А., Болотов Д.С., 2018

ВВЕДЕНИЕ

Оптимальная световая среда, являясь составной частью жизненной среды, должна обеспечивать комфортные условия для работы и отдыха, восстановления сил, улучшение здоровья человека, формирование его настроения и поведения. Высокий уровень производительности и высококачественная работа определяются условиями освещения потому, что свет обеспечивает идентификацию зрительной задачи, способствует концентрации внимания в течение рабочего дня. В настоящее время необходимо учитывать условия этой работы.

На современном этапе развития науки и техники возможно создание такой жизненной среды обитания, которая обладает всей совокупностью параметров, необходимых для человека. поэтому проектируемую световую среду помещения следует рассматривать в контексте взаимодействия человека и его окружения в процессе зрительного восприятия.

Дисциплина Светотехника и электротехнологии в соответствии с требованиями ФГОС ВО направлена на формирование следующих общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК) бакалавра:

– готовностью к использованию технических средств автоматики и систем автоматизации технологических процессов (ОПК-9);

– способностью использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами (ПК-10).

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- физические основы преобразования электрической энергии в другие виды энергии и непосредственного использования электрической энергии в технологических процессах;

- устройство, принцип действия и применение современного оборудования для освещения, облучения, нагрева, использования электрической энергии в технологических процессах, принципам управления и автоматизации, правилам эксплуатации

уметь:

- рассчитывать (в том числе, с применением ПК) светотехнические, электротермические и специальные электротехнологические установки;

- обеспечивать эффективную и безопасную работу персонала с электротехнологическим и светотехническим оборудованием;

владеть:

- методами исследования и расчета электромагнитных процессов и преобразователей энергии.

1. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ, ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Краткое содержание темы 1, вопросы для самопроверки

Тема 1. Введение

Краткое содержание: *Основные понятия, определения, терминология, классификация. Использование электромагнитного поля непосредственно в процессах сельскохозяйственного производства. Электрофизические факторы в природе и их влияние на растения и животных. Взаимодействие биологических объектов и электромагнитного поля, целенаправленные воздействия на биологические объекты сельскохозяйственного производства.*

Вопросы для самопроверки

1. Поясните термин электротермическое оборудование?
2. Составные компоненты классификации электротермического оборудования?
3. В каких процессах сельскохозяйственного производства применяют электромагнитные поля?

Краткое содержание темы 2, вопросы для самопроверки

Тема 2. Основы теории и расчета электротермических устройств

Краткое содержание: *Способы преобразований электрической энергии в тепловую, характеристики, области применения. Электротермическое оборудование: определения, терминология, классификация, области применения в сельскохозяйственном производстве. Задачи и содержание расчета электротермического оборудования. Тепловой расчет электротермического оборудования. Основные законы теплопередачи в электротермическом оборудовании. Дифференциальные уравнения нагрева и их анализ. Расчет мощности и определение основных конструктивных и энергетических параметров оборудования. Электронагрев сопротивлением (косвенный). Методы расчета электронагревателей. Область применения. Расчет и выбор трубчатых электрических нагревателей. Электроконтактный нагрев. Расчет мощности и выбор нагревательных трансформаторов. Электродный нагрев. Особенности и область применения. Электродные системы и их параметры. Расчет электродных систем нагревателей. Инфракрасный нагрев. Область и особенности применения инфракрасного нагрева. Методы расчета нагревателя сопротивления. Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Устойчивость горения дуги. Особенности электрической дуги переменного тока. Источники питания дуговой сварки. Плазменно-дуговой нагрев, дуговые плазмотроны. Индукционный нагрев. Область применения. Основные закономерности индукционного нагрева. Индукторы и индукционные нагреватели. Режимы высокочастотного индукционного нагрева. Расчет параметров и выбор установок.*

Приближенный расчет индукторов. Расчет индукционных нагревателей промышленной частоты. Источники питания установок индукционного нагрева. Диэлектрический нагрев. Особенности и область применения. Физические основы диэлектрического нагрева. Расчет параметров и выбор установок, определение размеров рабочего конденсатора. Нагрев в поле сверхвысокой частоты. Источники питания установок диэлектрического нагрева. Электронно-лучевой нагрев. Устройство электронно-лучевых пушек и установок, применение в ремонтном производстве. Лазерный нагрев, принцип действия, устройство и работа газового лазера, применение в сельскохозяйственном производстве. Термоэлектрический нагрев и охлаждение. Физические основы. Энергетические характеристики термоэлектрических преобразователей.

Вопросы для самопроверки

1. Какие классы электротермического оборудования существуют?
2. Из каких этапов состоит расчет электротермического оборудования?
3. Какие методы расчета электронагревателей существуют?
4. Поясните явления косвенного электрического, электроконтактного и электродного нагрева.
5. В результате чего происходит электродуговой и инфракрасный нагрев?

Краткое содержание темы 3, вопросы для самопроверки

Тема 3. Электротермическое оборудование сельскохозяйственного назначения

Краткое содержание: *Электрические водонагреватели и котлы. Область применения и классификация, схемы управления и автоматизации. Особенности эксплуатации электрических водонагревателей и котлов. Электротермическое оборудование для создания микроклимата. Область применения и классификация. Электрические калориферы и электрокалориферные установки. Электрообогреваемые полы и панели. Установки инфракрасного и комбинированного обогрева молодняка. Устройство электрообогрева почвы и воздуха в сооружениях защищенного грунта. Установки микроклимата хранилищ сельскохозяйственной продукции. Комплекты микроклиматического оборудования.*

Типовые схемы автоматизации. Способы повышения энергетической эффективности систем микроклимата. Электротермическое оборудование для тепловой обработки сельскохозяйственных материалов, активном вентилировании и конвективной сушке зерна, сена, плодов и др. Расчет мощности электроподогревателей воздуха. Электротермическое оборудование ремонтного производства. Классификация и назначение. Электрические печи сопротивления, печи-ванны, сушильные печи. Электросварочное оборудование для дуговой и контактной сварки. Установки плазменного, электронно-лучевого лазерного нагрева. Высокочастотные установки для индукционного и диэлектрического нагрева.

Термоэлектрические тепловые насосы, холодильные машины и генераторы, источники питания. Низкотемпературные установки. Бытовые электронагревательные приборы. Электронагревательные приборы для приготовления пищи, нагрева воды, отопления. Профилактика электротравматизма в быту.

Вопросы для самопроверки

1. Какова область применения электрических водонагревателей, и какие их виды известны вам?
2. Какие виды электрообогревательных установок можно использовать для обогрева административных зданий в АПК?
3. Какие параметры определяются в рамках расчёта мощности электроподогревателей воздуха?
4. Какие бытовые электронагревательные приборы за последние годы получили широкое распространение?
5. Где используется плазменный нагрев?

Краткое содержание темы 4, вопросы для самопроверки

Тема 4. Физические основы оптического излучения

Краткое содержание: *Возникновение и преобразование оптического излучения (ОИ). Квантовая и волновая природа ОИ. Источники излучения. Монохроматические и сложные излучения. Спектры излучения. Спектральная интенсивность (плотность) излучения. Интегральный поток. Относительные спектральные характеристики. Приемники ОИ. Спектральные и интегральные коэффициенты поглощения, отражения и пропускания. Преобразование энергии ОИ в другие виды энергии. Абсолютная и относительная чувствительность приемников ОИ. Понятие об активных и эффективных потоках. Единицы измерения. Методика расчета. Энергетическая система величин: плотность излучения, светимость, облученность, освещенность, сила света, сила излучения, яркость. Единицы их измерения. Световые величины и единицы их измерения. Витальные, бактерицидные и фотосинтетические системы величин и единицы их измерения. Светотехнические измерения. Классификация приемников ОИ: селективные, неселективные, с внутренним фотоэффектом, фотодиоды, фоторезисторы. Методы и схемы измерения ОИ. Приборы для измерения ОИ. Их конструкция, электрические и оптические схемы.*

Вопросы для самопроверки

1. Какие источники оптического излучения вам известны?
2. Единицы измерения светового потока и освещенности.
3. Какие измерительные приборы используются для измерения освещенности, облученности?
4. Какие классы приёмников оптического излучения известны вам?

Краткое содержание темы 5, вопросы для самопроверки

Тема 5. Электрические источники оптического излучения

Краткое содержание: *Искусственные источники ОИ. Классификация. Основные законы теплового излучения: Кирхгофа, Стефана-Больцмана, закон Смещения Вина. Световой КПД. Лампы накаливания (ЛН). Устройство ЛН, их классификация. ЛН с галогенными циклами. Световые и электрические характеристики ЛН. Перспективы совершенствования ЛН. Источники ИК-излучения. Электрический разряд в газе. Условия возникновения разряда в газе или парах металлов. Электронно-ионная проводимость газа. Стабилизация разряда. Влияние вида балластного сопротивления и частоты тока на работу газоразрядных ламп. Газоразрядные лампы (ГРЛ) низкого давления (НД). История развития, устройство и принцип действия ГРЛ НД. Светотехнические и энергетические, эксплуатационные характеристики ГРЛ НД. Схемы включения и анализ работы. Пускорегулирующая аппаратура (ПРА) для ГРЛ НД и схемы включения. Компактные и безэлектродные люминесцентные лампы. Бактерицидные и витальные лампы. ГРЛ высокого давления (ВД). Электрические и светотехнические характеристики. Схемы зажигания.*

Вопросы для самопроверки

1. Какие искусственные источники оптического излучения применяются в АПК?
2. Почему в последние годы в России были наложены ограничения на производство, продажу и использование ламп накаливания мощностью более 100 Вт?
3. Какие элементы входят в состав пускорегулирующей аппаратуры ГРЛ?
4. Приведите примеры электрических схем для запуска ламп ГРЛ.

Краткое содержание темы 6, вопросы для самопроверки

Тема 6. Осветительные установки

Краткое содержание: *Общие принципы нормирования освещенности. Контраст, пороговая яркость и пороговый контраст. Блесткость, ослепленность. Качество освещения, коэффициент пульсации и способы его снижения. Осветительные приборы, их классификация, фотометрическое тело, продольная кривая силы света. Проектирование электрического освещения. Виды и системы освещения. Выбор типа источника света и светильника по исполнению и экономичности. Расчет размещения светильников. Выбор метода расчета ОУ. Метод расчета ОУ от точечного источника. Изолюксы и их построение, расчет освещенности. Расчет освещенности от линейного источника. Линейные изолюксы. Метод коэффициента использования светового потока ОУ. Оценка и выбор коэффициентов отражения поверхностей помещения. Метод удельной мощности. Особенности расчета установок наружного освещения. Понятие о прожекторном освещении.*

Вопросы для самопроверки

1. Из каких источников можно установить норму освещенности для помещения сельскохозяйственного назначения?
2. Какие достоинства и недостатки методов расчёта осветительных установок вам известны?
3. Как определить коэффициент отражения стен, пола и потолка здания?
4. Зона использования прожекторного освещения.
5. В чём состоит расчёт осветительной сети помещения, здания?

Краткое содержание темы 7, вопросы для самопроверки

Тема 7. Облучательные установки

Краткое содержание: *Использование отдельных участков спектра ОИ в сельскохозяйственном производстве. Воздействие ОИ на живые организмы и другие тела. ОБУ, их классификация и основные характеристики.*

ОБУ ультрафиолетового излучения. Витальные ОБУ. Бактерицидные ОБУ. Классификация по назначению и типу применяемого источника обеззараживания воды, воздуха, тары и др. Облучательные установки ИК-излучения. Тепловой баланс. Установки обогрева животных. Расчет облученности и высоты размещения. Сушильные установки. Пастеризация молока ИК-излучением. Комбинированные ОБУ. Примеры установок, конструкции, электрические схемы. Использование видимого излучения. Технологические ОУ. Воздействие освещения на продуктивность животных и птицы. Графики суточных и сезонных режимов работы ОУ. Электрические схемы. Установки облучения растений. Классификация фитоустановок, конструкции, источники излучения.

Вопросы для самопроверки

1. Как именно ОИ влияет на живые организмы?
2. Витальные ОБУ и ОБУ ультрафиолетового излучения. Чем они похожи и в чём их различия?
3. Какие ОБУ применяют для обеззараживания питьевой воды?
4. Для чего в АПК используют установки ИК-излучения?
5. Для чего определяют тепловой баланс?
6. Каким образом производится пастеризация молока ИК-излучением?

2. УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Расчётно-графическая работа по светотехнике и электротехнологии выполняется студентами с целью закрепления и углубления знаний и выработки умения применять теоретические положения изучаемой дисциплины и достижения науки и техники для решения конкретных практических задач.

Расчётно-графическая работа включает в себя характеристику помещений, светотехнический и электротехнический разделы и графическую часть.

2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОМЕЩЕНИЙ ОБЪЕКТА

В общей характеристике помещений объекта указывают наименование помещений, их основные геометрические параметры (площадь, длину, ширину и высоту), среду внутри помещений (С - сырое помещение, П - пыльное помещение. Су - сухое помещение, Кр - крытое помещение), коэффициенты отражения ограждающих поверхностей (потолка, стен, рабочей поверхности). Наиболее удобным вариантом представления характеристики помещений объекта является представление в табличном виде (таблица 2.1.1).

Таблица 2.1.1. Пример оформления характеристики помещений объекта

Наименование	Площадь, м^2	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Среда	Коэффициент отражения, %			Примечание
						Потолка	Стен	Раб. поверхности	

В качестве объекта расчётно-графической работы следует выбирать производственное помещение сельскохозяйственного назначения, либо помещение иного назначения (например, сельский жилой дом). В качестве объекта могут быть выбраны типовые объекты сельскохозяйственного назначения, приведённые в приложении, либо иные объекты с согласия ведущего преподавателя данной дисциплины.

2.2. СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

При выполнении светотехнического раздела придерживаются следующей последовательности:

- выбирают источники света, систему и вид освещения, нормируемую освещенность E_H и коэффициент запаса $K_З$, тип светового прибора;
- размещают светильники в освещаемом пространстве;
- рассчитывают мощность осветительной установки;
- проверяют фактическую освещенность в контрольных точках;
- составляют светотехническую ведомость.

2.2.1. Выбор источников света и типа светового прибора

Для освещения помещений используют различные виды ламп (светодиодные, люминесцентные, газоразрядные, галогенные и накаливания и др.). При этом светодиодным лампам следует отдавать предпочтение в связи с тем, что они самые энергоэффективные. Помимо светильников с источниками света в виде ламп, широко используются светильники со светодиодной матрицей.

Выбор световых приборов определяется характером окружающей среды, требованиями к светораспределению и ограничению слепящего действия,

экономической целесообразностью и учетом их эксплуатационной группы. Обычно световые приборы выбирают по трем критериям: конструктивному исполнению, светотехническим характеристикам и экономическим показателям.

По ГОСТ 13828-74 светильники подразделяют на пять классов в зависимости от того, какую долю всего светового потока составляет поток нижней полусферы: прямого света II (поток нижней полусферы составляет больше 80 %); преимущественно прямого света Н (60 – 80%); рассеянного света Р (40 – 60%); преимущественно отраженного света В (20 – 40%) и отраженного света 0 (менее 20%).

2.2.2. Выбор системы и вида освещения

СНиП различают две системы освещения - общего (равномерного или локализованного) и комбинированного. При любой системе освещения допускаются отклонения расчетной освещенности от нормированной в любой точке поверхности не более чем на +20...-10%.

Одно общее освещение рекомендуется устраивать во всех животноводческих и других помещениях, где нормированная освещенность при лампах накаливания не превышает 50 лк, при люминесцентных лампах - 150 лк. При устройстве общего освещения предпочтение отдают локализованному, обеспечивающему повышенную освещенность в главных точках рабочей поверхности: кормовых и навозных проходах, кормушках, стеллажах, верстаках и т.д. При этом на других участках рабочей поверхности помещения освещенность должна быть не менее 75% от средней.

Систему комбинированного освещения (общего и местного) рекомендуется применять тогда, когда необходимо создать на рабочих поверхностях освещенность, превышающую 75 лк при лампах накаливания и 150 лк при газоразрядных лампах.

Светильники местного освещения устанавливают на рабочем месте (стол, станок, верстак, приборный щит) или применяют переносной светильник. Применение только местного освещения в помещениях недопустимо. Общее освещение в комбинированной системе рекомендуется выполнять газоразрядными, либо светодиодными лампами. При этом общая освещенность должна составлять не менее 10% нормируемой освещенности для комбинированной системы независимо от типа ламп местного освещения, но не менее 50 лк при лампах накаливания и 150 лк при газоразрядных лампах. В помещениях без естественного света освещенность, создаваемая светильниками общего освещения, должна приниматься согласно СНиП 23-05-95* [7].

В сельскохозяйственных помещениях и помещениях перерабатывающих предприятий АПК предусматривают следующие виды освещения: рабочее, технологическое, аварийное (освещение безопасности и эвакуационное), охранное и дежурное. Проявления воздействия видимого излучения на микро- и

растительные организмы, животных, птицу разнообразны и зависят от спектрального состава света.

Рабочее освещение должно обеспечивать нормированную освещенность во всех точках рабочей поверхности и иметь соответствующее качество, которое определяется отклонениями питающего напряжения, пульсацией светового потока, направлением и спектральным составом света, равномерностью освещения и др. Рабочее освещение включается только при выполнении персоналом работ в данном помещении.

Технологическое освещение выполняется теми же светильниками, что и рабочее освещение и отличается режимом освещения (длительностью освещения и пауз). Включение и выключение технологического освещения производится по программе в зависимости от фазы развития растений, вида и возраста животных и птицы. Светильники технологического освещения располагаются в зоне обитания животных или над растениями.

Дежурное освещение устраивается во всех животноводческих помещениях с целью периодического наблюдения за состоянием животных в нерабочее время и безопасности движения персонала в проходах и коридорах. Светильники дежурного освещения выделяются из числа светильников общего освещения. В помещениях, предназначенных для содержания животных, они должны составлять 10%, а в родильных отделениях - 15% от общего числа светильников рабочего освещения. Светильники дежурного освещения обычно располагают равномерно по проходам животноводческих помещений. К дежурному освещению может относиться наружное освещение входов в помещения.

Аварийное освещение выполняется для продолжения работ и может быть использовано для эвакуации. Аварийное освещение для продолжения работ предусматривается в помещениях (инкубаторные станции, электрические станции, подстанции, зерноперерабатывающие пункты с протравливателями, ветпункты, сушильные установки и т.д.), где внезапное отключение рабочего освещения может вызвать взрыв, пожар, отравление людей или длительное нарушение технологического процесса. Наименьшая освещенность рабочих поверхностей в этом случае принимается в пределах 5% от рабочей освещенности, но не менее 2 лк внутри помещений и 1 лк для наружных площадок.

Освещение для эвакуации людей надлежит устраивать: в местах, опасных для прохода людей, в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей при числе эвакуирующихся более 50 чел.; в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где их выход из помещения связан с опасностью травматизма из-за продолжения работы производственного оборудования, а также в производственных помещениях, где одновременно могут пребывать более 100 человек и в производственных помещениях без естественного света.

Освещение для эвакуации должно обеспечивать освещенность на полу основных проходов и лестниц не менее чем 0,5 лк в помещениях, 0,2 лк на открытых территориях. Для аварийного освещения можно применять как лампы накаливания, так и газоразрядные лампы низкого давления.

Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения окраской или типом. Они должны быть запитаны от автономного источника или присоединены к сети, независимой от сети рабочего освещения, начиная от щита подстанции, а при одном вводе в здание - от вводного щита. Аварийное освещение допускается устраивать от источника постоянного тока с применением переносных электрических фонарей.

2.2.3. Выбор нормируемой освещенности и коэффициента запаса

Нормируемая освещенность выбирается в зависимости от характеристики зрительных работ, наименьшего размера объекта различения, его контраста с фоном, характеристики фона и вида источника света. Величина нормируемой освещенности приведена в СНиП 23-05-95* [7] и в отраслевых нормах освещения предприятий, зданий, сооружений.

При эксплуатации осветительной установки освещенность на рабочих местах снижается из-за уменьшения светового потока ламп в результате их старения, загрязнения осветительной арматуры, ламп, стен и потолка освещаемого помещения.

Чтобы освещенность не снизилась ниже нормируемого значения, на стадии проектирования осветительной установки вводят коэффициент запаса K_3. Значение коэффициента запаса, зависит от типа источника света, от конструкции светильников и периодичности их чистки, от наличия пыли, дыма и копоти в рабочей зоне помещения. Для ламп накаливания K_3 = 1,15-1,7, для газоразрядных - 1,3-2,1. Для сельскохозяйственных помещений рекомендуется применять K_3 = 1,15 для ламп накаливания и K_3 = 1,3 для газоразрядных ламп.

2.2.4. Размещение световых приборов

Существует два вида размещения световых приборов: равномерное и локализованное. При локализованном способе размещения световых приборов выбор места расположения их решается в каждом случае индивидуально в зависимости от технологического процесса и плана размещения освещаемых объектов.

2.2.5. Определение мощности осветительной установки

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

2.2.5.1. Расчет освещения методом коэффициента использования

Метод коэффициента использования светового потока целесообразно применять при расчёте общего освещения горизонтальных поверхностей с учётом

отражённых от стен и потолка световых потоков. Метод нельзя применять при расчёте: а) локализованного освещения; б) освещения наклонных поверхностей; в) местного освещения.

Данный метод используется для расчета электрического освещения помещений, в которых предполагается размещение светильников со светодиодными и люминесцентными лампами, а так же лампами накаливания. Метод коэффициента использования сводится к определению электрической мощности лампы по величине потребного расчетного светового потока *F*.

Последовательность проведения расчета по данному методу состоит в следующем.

- В соответствии с характером работ и разрядом помещения определяют необходимую освещенность *E*, рекомендуемый источник света и тип светильника.
- Определяют расчетную высоту подвеса *h* (в метрах) из условия (см. рис. 2.2.5.1.1).

$$h = H - h_c - h_{р.п.}, \qquad (2.2.5.1.1)$$

где h_c - расстояние от потолка до светового центра светильника, м; (но не более 1,5 м.) Для светильников потолочного типа $h_c = 0{,}1$ м; встраиваемых в перекрытие $h_c = 0$; подвесных $h_c = 0{,}2\ (H - h_{раб.\ п.})$ м; $h_{рп.} = 0{,}8$ ... 1 м - высота рабочей поверхности над полом, м; H – высота помещения, м.

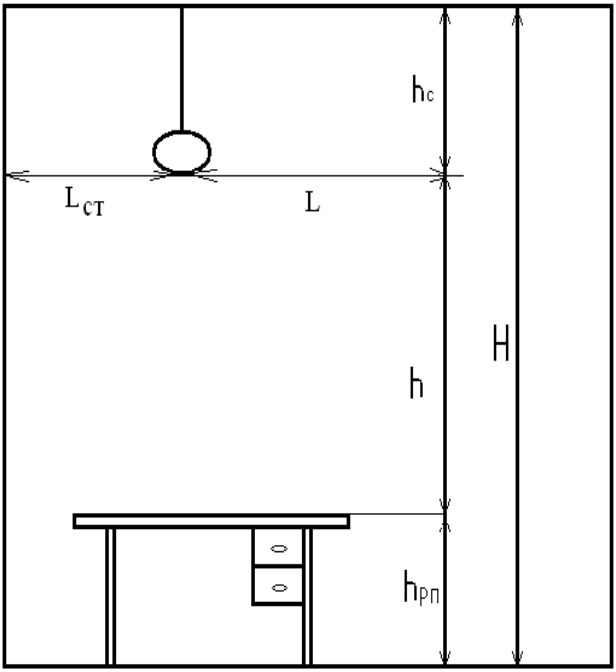


Рис. 2.2.5.1.1 Размещение светильников в помещении

Рассчитывают оптимальное расстояние между светильниками в ряду и между рядами L_a находят из условия:

$$\lambda_c \cdot h \le L \le \lambda_э \cdot h,$$

где λ_c *и* $\lambda_э$ – относительные светотехнические и энергетические наивыгоднейшие расстояния между светильниками.

Численные значения λ_c *и* $\lambda_э$ зависят от типа кривой силы света и определяются по таблице 2.2.5.1.1.

Таблица 2.2.5.1.1. Рекомендуемые и допустимые значения λ_c *и* $\lambda_э$

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

Светотехнические наивыгоднейшие расстояния λ_c обеспечивают равномерную освещенность всей освещаемой поверхности. При увеличении λ_c ухудшается освещенность рабочей поверхности, а установленная мощность установки уменьшается.

Расчет производится на основе рекомендаций, нормирующих отношение $L/h = \lambda$ из условия $L = h \cdot \lambda$. Расстояние от светильников до стен $L_{ст}$ можно принять равным $(0{,}24 \ldots 0{,}3) \cdot L$, если вдоль стен имеются рабочие места, и $(0{,}4 \ldots 0{,}5) \cdot L$ при их отсутствии.

Далее определяем число рядов и число светильников в ряду по следующим формулам:

число рядов:

$$n_в = B \div L, \qquad (2.2.5.1.2)$$

число светильников в ряду:

$$n_a = A \div L, \qquad (2.2.5.1.3)$$

Общее число светильников в помещении определяем по формуле:

$$N = n_a \cdot n_в, \qquad (2.2.5.1.4)$$

Для того чтобы найти коэффициент использования светового потока η определим индекс помещения:

$$I = S \div \left[h(A + B)\right], \qquad (2.2.5.1.5)$$

где A – длинна помещения, м;

B – ширина помещения, м;

S – Площадь помещения, м^2.

Согласно полученной величине индекса помещения и типу светильника определяем коэффициент использования светового потока η см. таблица П-5, таблица П-6.

Для светодиодных ламп следует выбирать коэффициент использования светового потока как для ламп накаливания т.к. эти коэффициенты максимально приближенные.

Для заданной (нормируемой) освещенности E_{min} рассчитывают необходимый световой поток Ф одной светящейся линии или одной лампы:

$$\Phi = \frac{E_{\min} \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot n \cdot \eta}, лм \qquad (2.2.5.1.6)$$

где k – коэффициент запаса;

z – коэффициент неравномерности освещения;

S – освещаемая площадь, м^2;

N – число светильников;

n – число ламп в светильнике.

η - коэффициент использования светового потока.

Коэффициент z вводят в формулу, чтобы получить освещенность, при которой ни в одной точке поверхности освещенность не была бы ниже нормируемой. Величина z = 1…1,15 при индивидуальной установке светильников и z = 1,1 при устройстве светящихся линий.

Коэффициент запаса k учитывает снижение освещенности в связи с загрязнением поверхности светильника, стен и потолка помещения и в связи со старением ламп. Для всех помещений за исключением горячего цеха принимается k = 1,5, для горячего цеха k = 1,8.

Световой поток, для многоламповых светильников принятый, к установке светильника определяют по упрощенной форме: $F_{св} = n_л F_л$,

После того как рассчитан световой поток одной лампы, выбирается из каталога ближайшая лампа по полученному световому потоку. Выбрав лампу нужно провести проверку по отклонению фактической освещенности от нормируемой:

$$\Delta E = \frac{\Phi_{ном} - \Phi}{\Phi} \cdot 100\%, \qquad (2.2.5.1.7)$$

При этом должно соблюдаться условие: -10 <ΔE< +20 %.

Если величина ΔE в пределах допустимого, то расчет освещения помещения выполнен правильно.

Далее определяется фактическое расстояние между рядами $L_ф = B / n_в$ и сравнивается с предельно допустимым значением $L_п$ (табл. П-3).

Удельная электрическую мощность светильников в помещении и мощность установки определяют по следующим формулам:

$$P_{уд} = \frac{P_{сп}}{S}, Вт / м^2 \qquad (2.2.5.1.8)$$

где $P_{сп}$ - потребная мощность одного светильника, Вт.

Результаты расчета сводятся в светотехническую ведомость (таблица 2.2.5.1.2).

Таблица 2.2.5.1.2.Светотехническая ведомость

Характеристика помещения					E_{min}, лк	Вид освещения	Система освещения	Светильники		Лампы		h_p
№ по плану	Название помещения	Количество	Площадь, $м^2$	Высота, м				Тип	Кол-во	Тип	Кол-во	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

На плане помещения, на котором может быть указано расположение технологических машин, производят вычерчивание плана электроосвещения, где показывают: вводы, групповые осветительные щиты, выключатели, светильники, шины питания групповых щитков от ввода, линии питания светильников.

Примечания:

1. При $L_{св} > А$ или $L_{св} > Б$, в зависимости от принятой ориентации светильников в помещении, возможно несколько вариантов корректирования расчета: увеличение числа полос; применение светильников с большим количеством ламп или с лампами, имеющими больший световой поток; установка части светильников вдоль торцевых стен.

2. При $L_{св} < А$ или $L_{св} < Б$ устраивается ряд с равномерно распределенными вдоль него разрывами между светильниками или между группами светильников.

3. Фактическое количество светильников вовсе не обязательно принимать равным расчетному. В зависимости от соотношения $L_{св}$ и А или $L_{св}$ и В их число можно увеличить или уменьшить, чтобы при этом величина ΔE не выходила за установленные пределы.

Пример расчета освещения методом коэффициента использования

Рассчитать освещение торгового зала столовой. Размеры зала: длина А = 24 м; ширина В = 12 м; высота Н = 3,6 м. Стены и потолок побелены.

Решение. Площадь зала $S = A \cdot B = 24 \cdot 12 = 288$ $м^2$ более 50 $м^2$, поэтому расчет ведем по методу коэффициента использования.

Нормируемая освещенность помещения Е = 200 лк [7], высота плоскости нормирования освещенности $h_{раб.п}$ = 0,8 м, рекомендуемый светильник типа ЛПО46-2х36-504 с лампой, аналогом ЛБ40. Используем светильники как потолочные (h_c = 0,1 м) и предусмотрим их установку в линию вдоль стороны А.

Конструктивно - светотехническая схема светильника III,Б, кривая силы света (КСС) косинусная (Д), длина светильника $l_{св}$ = 1,252 м [4]. Согласно

(табл. П-4) принимаем коэффициенты отражения потолка $\rho_п$ = 70%, стен $\rho_с$ = 50 %, расчетной рабочей поверхности $\rho_р$ = 30 %.

Расчетная высота помещения определится из условия (2.2.5.1.1)

h = 3,6 - 0,8 - 0,1 = 2,7 м.

Рекомендуемое расстояние между линиями для светильника с косинусной КСС (табл. П-3) $L = 1{,}1 \cdot 2{,}7 = 3м$

Определим число светильников в ряду (2.2.5.1.2):

$n_a = 24 \div 3 = 8$

Определим число рядов (2.2.5.1.3):

$n_â = 12 \div 3 = 4$

Определим общее число светильников в помещении (2.2.5.1.4):

$N = 8 \cdot 4 = 32$

Определяем индекс помещения (2.2.5.1.5):

$$I = 288 \div [2{,}7 \cdot (24 + 12)] = 2{,}96$$

Определим световой поток одной лампы:

$$Ф = 200\ 1{,}5\ 1{,}1 \cdot 288 / 18 \cdot 0,\ 56 = 2651 \text{ лм},$$

по (табл. П–6), предварительно определив η - коэффициент использования светового потока.

Выбираем из каталога лампу с приближенным световым потоком к расчетному: SYLVANIA F36W 2600 Lm.

Отклонение фактической освещенности от нормируемой будет равной (2.2.5.1.7)

$$\Delta E = \frac{2600 - 2651}{2651} \cdot 100\% = -2\%,$$

что в пределах допуска -10 ... +20 %.

Поскольку ΔE в пределах допустимого из этого следует, что расчет освещения зала выполнен правильно.

Удельная мощность светильников зала (2.2.5.1.8)

$P_{уд} = P / S = 2304 / 288 = 8$ Вт/м^2.

2.2.5.2. Расчет освещения по удельной мощности

Под удельной мощностью ω понимается отношение мощности всех источников света в помещении $P_{уст}$ к освещаемой площади S:

$$\omega = P_{уст} / S, \text{ Вт / м}^2.$$

Расчет проводят с использованием табл. П-7, П-8, позволяющих учесть влияние на величину ω многих факторов *(E, h, S, l, z,* типа светильников и др.). Эти таблицы позволяют без сложных вычислений определить необходимую мощность всех ламп $P_{уст} = \omega S$ и после размещения светильников на плане и выяснения их числа N определить мощность одной лампы $P_л = P_{уст} / N$.

Следует иметь в виду, что этот метод предназначен для расчета равномерного освещения помещений, без учета затенений. В тех случаях, когда длина помещения значительно превышает его ширину, т. е. А / В > 2,5, то определение табличного значения удельной мощности ω производят по фиктивной площади, которую вычисляют из условия $S_ф = 2 \cdot B^2$.

При расчете освещения главных коридоров шириной 1,5 - 2,4 м и высотой 2,5 - 3,0 м при освещенности Е = 75 лк рекомендуется установка светильников 2х40 Вт на каждые 5 - 6 м длины коридора. Для коридоров указанных размеров при освещенности 50 лк рекомендуются к применению светильники 1х40 Вт, установленные через 4 - 5 м. При этом светильники могут размещаться длинной стороной как вдоль, так и поперек коридора. Во втором случае при значительных интервалах между светильниками достигается несколько большая освещенность и создается зрительная иллюзия уменьшения длины коридора.

Для помещений площадью S < 10 м² при их освещении лампами накаливания, светотехнический расчет не проводится. В этом случае мощность лампы светильника принимается по табл. П-9 в соответствии с фиктивной площадью помещения $S_ф$. Мощность ламп накаливания светильников принимается по табл. П-2.

Результаты расчета сводятся в светотехническую ведомость (таблица 2.2.5.1.2).

Пример расчета освещения методом удельной мощности

Рассчитать освещение моечной столовой посуды. Размеры помещения: А = 9 м; В = 5 м; Н = 3,6 м. Стены и потолок побелены.

Решение. Площадь помещения менее 50 м². Расчет ведем по методу удельной мощности.

Помещение сырое с нормируемой освещенностью 200 лк и высотой плоскости нормирования освещенности $h_{раб.п} = 0,8$ м. Согласно табл. П-4 принимаем коэффициенты отражения потолка $\rho_п = 50\%$, стен $\rho_с = 30$ %, расчетной рабочей поверхности $\rho_р =$ 10 %. Принимаем к установке светильник ПВЛМ - ДР – 2х40 [4] с глубокой КСС и длиной светильника $l_{св} = 1,33$ м [4], используя его как потолочный. В этом случае высота подвеса светильника принимается $h_с = 0,1$ м.

Находим $h = H - h_{раб.\ п} - h_с = 3,6 - 0,8 - 0,1 = 2,7$ м.

Оптимальное расстояние между рядами светильников с глубокой КСС согласно табл. П-3 $L = 1,0 \cdot h = 1,0 \cdot 2,7 = 2,7$ м.

Ориентируя ряды светильников по длине помещения, определяем количество рядов:

$$n_р = B / L = 5 / 2,7 \approx 2.$$

По табл. П-8 (для светильников группы 1, лампа ЛБ40) находим: при освещенности 100 лк удельная мощность должна составлять $\omega_т = 5,7$ Вт/ м². В

нашем случае нормированная освещенность помещения составляет $E = 200$ лк [7]. Следовательно, нормированное значение удельной мощности

$$\omega = 2\omega_{т} = 2 \cdot 5{,}7 = 11{,}4 \text{ Вт / м}^2.$$

Расчетное количество светильников

$$n_{св} = \frac{\omega \cdot S}{P_{св}} = \frac{11{,}5 \cdot 45}{80} \approx 7 \cdot$$

К установке примем 8 светильников ($n_{св.ф}$ =8), предполагая разместить их попарно в два ряда. При этом действительное значение удельной мощности составит

$$\omega_{св} = \frac{n_{с\ вф} \cdot P_{св}}{S} = \frac{8 \cdot 80}{45} = 14{,}2 \text{ Вт / м}^2.$$

Отклонение действительного значения удельной мощности от нормируемого

$$\Delta\omega_{ф} = \frac{\omega_{ф} - \omega}{\omega} \cdot 100 = \frac{14{,}2 - 11{,}4}{11{,}4} \cdot 100 = +24{,}6\%,$$

что недопустимо, так как выходит за верхний допустимый предел (+20%).
Примем $n'_{св.ф} = 6$, тогда получим:

$$\omega'_{св} = \frac{n'_{с\ вф} \cdot P_{св}}{S} = \frac{6 \cdot 80}{45} = 10{,}7 \text{ Вт/ м}^2;$$

$$\Delta\omega_{тм} = \frac{\omega'_{тм} - \omega}{\omega} \cdot 100 = \frac{10{,}7 - 11{,}4}{11{,}4} \cdot 100 = -6{,}1\%,$$

что оказывается в пределах допустимого (- 10%).

Расчетная длина линии по длине помещения *А:* $L_{св} = n_{рл}\, l_{св} = 3 \cdot 1,\ 33 = 3{,}99$ м. Поскольку $L_{св} <$ А, то светильники устанавливаем в линии с разрывами между торцами.

Установленная мощность светильников $P = n'_{св.ф} \cdot P_{св} = 6 \cdot 80 = 480$ Вт.

Примечания:

1. Если и во втором варианте окажется, что $\Delta\omega$ выходит за пределы допустимого, то нужно принять $n_{св.\ ф} = n_{св.р}$, расположив один из светильников над рабочим местом, требующим наибольшего освещения.

2. При размещении светильников рядами иногда бывает целесообразно распределять их по рядам в неравном количестве, например, если в помещении установлен лифт [3].

3. При расчете освещения в помещении аналогичного назначения с аналогичными светильниками, но имеющем значительно меньшую площадь, варьировать изменением количества светильников (по причине их малого числа) не имеет смысла. Фактическое количество светильников принимается равным одному из округленных расчетных значений.

2.2.5.3. Расчет освещения точечным методом

Точечный метод расчёта даёт возможность определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещённости в любой точке произвольно расположенной плоскости при любом расположении светильников, если отражённый от стен и потолка световой поток не имеет большого значения. Метод применяется при расчёте:

1. Общего локализованного освещения;
2. Местного освещения;
3. Освещения негоризонтальных плоскостей;
4. Наружного освещения.

Метод пригоден как для прямого, так и для поверочного расчета. Результаты расчета сводятся в светотехническую ведомость (таблица 2.2.5.1.2).

Пример расчета освещения точечным методом

Расчет мощности осветительной установки площадки перед входом

Исходные данные:

Геометрические размеры: 2 х 3 х 2, м.

Коэффициенты отражения ограждающих конструкций: 0 %

Нормируемая освещенность $E_н$ = 2 лк [7].

Нормированная освещенность ниже 50 лк, поэтому целесообразно использовать светильник с лампами накаливания (ЛОН). Для этих ламп определяем коэффициент запаса, равный 1,7.

Система освещения: общая, равномерная, нет необходимости в местном освещении, работы выполняются с одинаковой точностью по всей площади.

Вид освещения: рабочее, которое необходимо только при работе персонала в помещении.

Среда: сырое помещение.

Согласно исходным данным (КСС-М; IP54) выбираем из таблицы 2.2.5.3.1 варианты светильников.

Таблица 2.2.5.3.1. Технические характеристики некоторых светильников сЛОН

Серия, тип светильника	Мощность, Вт	Степень защиты по ГОСТ 14254-80	КСС	Общий КПД, %
НСР01	100,200	IP54	М	75
НСПОЗМ	60	IP54	М	85
НПП05	100	IP55	М	75
НСП11	200	IP62	М	77

Исходя из наивысшего КПД, учитывая требования к КСС, выбираем светильник НСПОЗМ-60.

Ввиду отсутствия отражающих поверхностей, для расчета данного помещения можем использовать только точечный метод.

1) Определение типа и мощности требуемой лампы:

Число светильников: один светильник, размещенный над дверью.

Для расчета освещенности используем данные рис. 2.2.5.3.1.

$$\cos\alpha = \frac{H}{\sqrt{x^2 + y^2 + H^2}},$$

где *x, y, H* – геометрические параметры системы, м (см. рис.2.2.5.3.1);

$$\cos\alpha = \frac{2}{\sqrt{2^2 + 1{,}5^2 + 2^2}} = 0{,}625,$$

откуда $\alpha = 51{,}32°$. Зная, что КСС данного светильника - М, определим силу света в данном направлении лампы в 1000 лм:I_α^{1000}= 73 кд.

Теперь можем определить величину создаваемой этой лампой условной освещенности.

Условная освещённость точки от точечного источника света может быть определена по формуле

$$e = \frac{I_\alpha^{1000} \cdot \cos^3\alpha}{H^2},$$

$$e = \frac{73 \cdot 0{,}625^3}{2^2} = 4{,}45 \text{ лк.}$$

Поток реальной лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot 1000}{e \cdot \mu} \cdot K_З,$$

где $E_Н$ – нормируемая освещённость в помещении, лк;

μ – коэффициент, учитывающий свет от ограждающих конструкций и других источников света;

$К_З$ – коэффициент запаса.

$$\Phi = \frac{2 \cdot 1000}{4{,}45 \cdot 1 \cdot 0{,}85} \cdot 1{,}5 = 793 \text{ лм.}$$

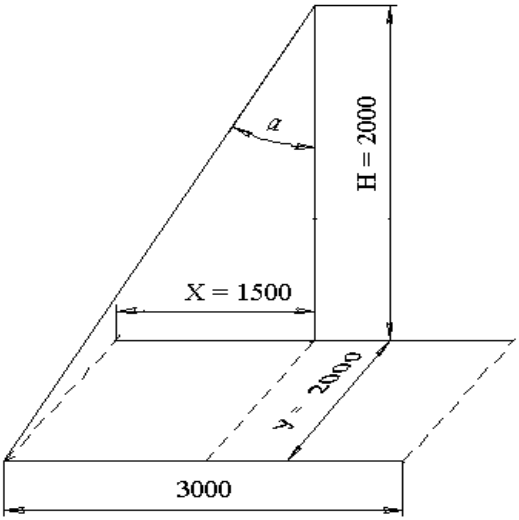


Рис. 2.2.5.3.1. Взаимное расположение источника света и контрольной точки (к расчету площадки перед входом)

Согласно каталожным данным, выбираем лампу БК215 – 225 – 60 [4]. При этом отклонение потока от расчетного значения составит

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_T - \Phi}{\Phi} \cdot 100\ \%,$$

где Φ_T – каталожный (номинальный) поток лампы, лм.

$$\Delta\Phi = \frac{790 - 793}{793} = -0{,}3\ \%.$$

2) Определение удельной мощности установки:

$$P_{уд} = \frac{P_{СП} \cdot N}{a \cdot b},$$

где $P_{СП}$ - потребная мощность одного светильника, Вт.

N – общее число светильников.

$$P_{уд} = \frac{60 \cdot 1}{2 \cdot 3} = 10\ \text{Вт/м}^2.$$

2.2.5.4. Расчет электрического освещения при помощи специализированных программ

Светотехнические расчеты осветительных установок относятся к наиболее трудоемким видам расчетов. Используемая методология расчета содержит существенные допущения и упрощения, загрубляющие расчетную модель. Но разнообразие условий освещения и широкая номенклатура световых приборов и источников света не позволяют дать исчерпывающие рекомендации по их применению. Одинаковые нормируемые параметры осветительных установок

могут быть обеспечены световыми приборами и источниками света разных типов и мощности при различных схемах их размещения по отношению к освещаемому объекту. Даже по упрошенным методикам проектирование освещения требует больших затрат времени. Поэтому определение варианта осветительной установки с высокими технико-экономическими показателями возможно лишь при многовариантной проработке проектных решений с применением специализированных программных продуктов для ЭВМ. Наиболее доступным вариантом является компьютерная программа Dialux. Dialux - рекомендуют как инструмент для расчета внутреннего и уличного освещения с возможностью создания расчетных картинок среднего качества. Использовать программу можно как в проектном, так и благодаря подпрограмме Dialux-Light, в менеджерском или в консультационном отделе светотехнической фирмы. Позволяет быстро рассчитать количество светильников и уровни освещенности. В рамках расчётно-графической работы применение программ целесообразно для проверки результатов расчётов, полученных общеизвестными методами (точечным, методом коэффициента использования светового потока осветительной установки и методом удельной мощности). В расчетно-графической работе как минимум для одного помещения должны быть привёдены результаты расчёта, полученные при помощи специализированной программы.

Пример расчета электрического освещения при помощи программы Dialux

Рассмотрим форму представления результатов расчёта (рис. 2.2.5.4.1, 2.2.5.4.2) осветительной сети в программе Dialux на примере осветительной сети участка технического обслуживания, имеющего площадь 840,16 м^2, длина 23,6 м, ширина 35,6 м, высота 9 м, среда – сухое помещение, коэффициенты отражения для потолка 30 %, для стен 30 %, для рабочей поверхности 10 %.

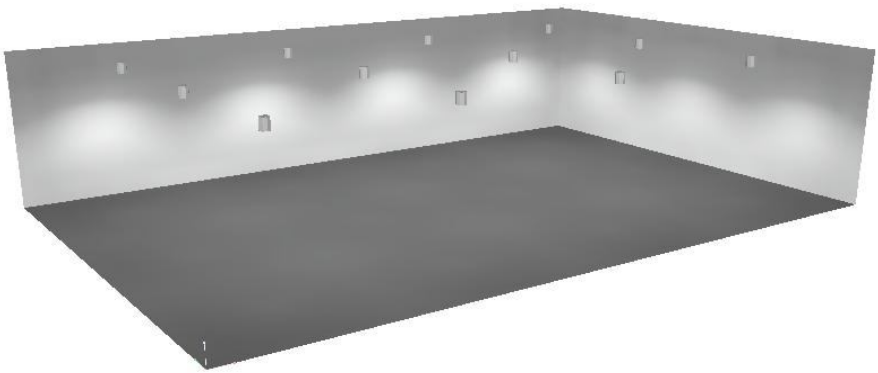


Рис. 2.2.5.4.1. 3-d модель системы освещения участка технического обслуживания

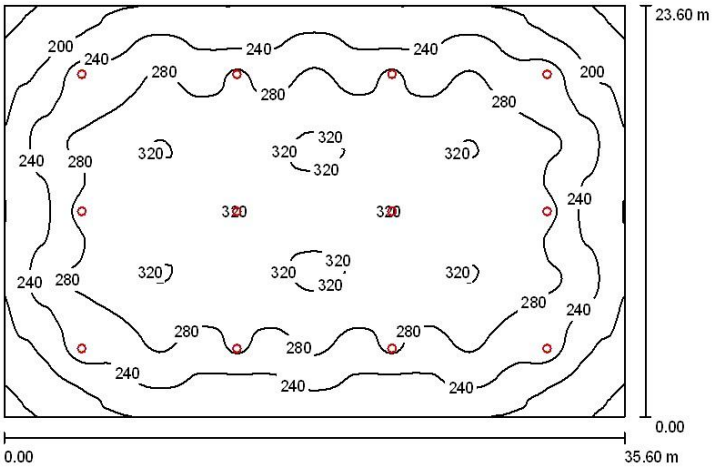


Рис. 2.2.5.4.2. Плоскостное распределение освещённости участка технического обслуживания

Полученные результаты плоскостного распределения освещенности в помещении (рис. 2.2.5.4.2) необходимо сопоставить с величиной нормированной освещенности и сформировать выводы о соблюдении, или не соблюдении норм освещенности.

2.3. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

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

2.3.1. Выбор схемы электроснабжения и напряжения питания осветительной установки

Питание осветительной сети осуществляется от трансформаторов. При напряжении силовых приемников 380В питание установок осуществляется, как правило, от трансформаторов 380/220В, общих для силовой и осветительной нагрузки. Более того, осветительные щиты запитываются через силовой распределительный щит (пункт). На каждый осветительный щит в силовом распределительном пункте предусматривается отдельная группа.

В сельскохозяйственном производстве в основном применяются осветительные сети переменного тока с заземленной нейтралью напряжением 380/220В [5]. Сети с изолированной нейтралью используются в специальных установках с повышенным требованием к электробезопасности, а постоянный ток - для резервного питания особо ответственных осветительных приемников и в специальных электроустановках. В последние годы применяется система трехфазного тока с напряжением 660/380В с заземленной нейтралью. ПУЭ [5] разрешает использовать напряжение 380В, если вводы в светильник выполнены медным проводом с изоляцией, рассчитанной на напряжение 660В. В помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных помещениях с этим напряжением все фазные провода, вводимые в светильники, отключаются одновре-

менно, а на корпус светильника наносятся хорошо различимые знаки "380В". При системе напряжения 660/380В часто применяют понижающие трансформаторы с вторичным напряжением 380/220В, от которых запитывают осветительные щиты.

В помещениях опасных и особо опасных при применении напряжения 380/220В светильники должны устанавливаться на высоте не менее 2,5м и конструкция их должна исключать доступ к лампам без специального инструмента. Если светильники располагаются ниже 2,5м, то напряжение должно быть не более 42В [5]. Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания и ручных переносных должно применяться напряжение до 42В [5].

2.3.2. Компоновка осветительной сети

На этой стадии проектирования решаются вопросы о месте расположения осветительных щитов, числе групп и количестве проводов на участках сети. Групповые щитки для питания групповых осветительных сетей необходимо располагать в доступных, удобно обслуживаемых местах, чтобы было наиболее рациональное и экономичное построение сети с учетом размещения источников питания, приборов управления и т.д. Приборы управления, а также щитки, если с них производится управление освещением, размещаются так, чтобы с места их установки были видны управляемые светильники. Щитки по своей конструкции должны соответствовать условиям окружающей среды. Запрещается располагать их в помещениях с тяжелыми условиями среды, во взрывоопасных и пожароопасных помещениях.

В начале каждой групповой линии сети освещения устанавливают аппараты защиты только на фазных проводах, а во взрывоопасных помещениях и на нулевом проводе.

При компоновке осветительной сети следует руководствоваться следующими положениями:

1. Согласно ПУЭ предельный ток групп не должен превышать 25А, а если к группе присоединены лампы накаливания 500 Вт и более, а так же газоразрядные лампы мощностью более 125 Вт, то предельный ток группы может быть увеличен до 63А [5];

2. В каждой однофазной группе не должно быть более 20 ЛН, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ, а так же розеток;

3. В однофазной группе можно применять до 100 ЛЛ мощностью до 20 Вт, 75 ЛЛ до 40 Вт и 60 ламп до 80 Вт включительно [5];

4. Рекомендуется применять четырехпроводную группу длиной около 80м, трех- и двухпроводную соответственно 60 и 35м;

5. Светильники дежурного и наружного освещения лучше всего включить в отдельную группу.

Однофазные группы целесообразно применять для небольших помещений с малым числом светильников с небольшой мощностью. При большом числе помещений в производственных зданиях общее освещение рекомендуется выполнять трехфазными группами с однофазными ответвлениями в отдельные помещения.

При компоновке осветительной сети вычерчивают в масштабе план объекта проектирования, на котором отмечают места расположения выбранных светильников, розеток, силового щита и щита освещения. Заканчивают этот раздел составлением расчетной схемы, на которой указывают все осветительные щиты и группы, число проводов и длину групп, мощность источников света и розеток, а также места ответвления. Пример расчетной схемы приведен на рис. 2.3.2.1.

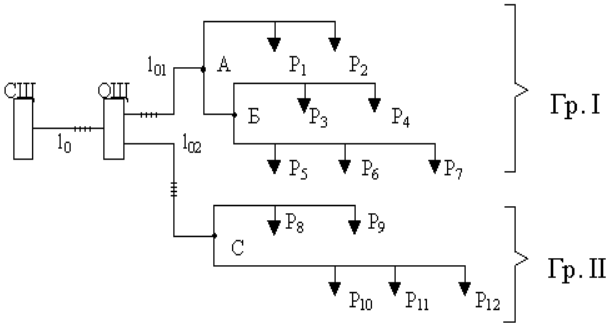


Рис. 2.3.2.1. Расчетная схема осветительной сети

2.3.3. Выбор марки проводов и способов их прокладки

Виды осветительных электропроводок определяются в зависимости от условий среды, назначения помещений, требований к надежности, электро- и пожарной безопасности, эстетики, удобству эксплуатации, особенностей строительных конструкций.

Способ прокладки должен обеспечивать надежность, долговечность, пожарную безопасность, экономичность и по возможности заменяемость проводов. Основными видами прокладок проводов являются скрытые прокладки, открытые беструбные, а также электропроводки в пластмассовых трубах и кабельных каналах. Электропроводка в стальных трубах допускается при невозможности использовать другие виды электропроводок и ее следует особо обосновать.

Открытые проводки должны прокладываться в местах, где исключена возможность их механических повреждений. Открытая прокладка незащищенных изолированных проводов со сгораемой изоляцией запрещена. Нельзя применять плоские провода во взрывоопасных помещениях и с химически агрессивной средой, по сгораемым основаниям, для зарядки подвесных светильников, в зрительных залах, клубах, на чердаках и при открытой прокладке. При скрытой прокладке плоских проводов под штукатуркой запрещается заделка проводов растворами, содержащих поташ, милонаф и другие вещества, которые могут разрушить изоляцию.

В общественных, административно-бытовых, инженерно-лабораторных заведениях, как правило, используют скрытые электропроводки. В производственных и вспомогательных помещениях следует преимущественно применять открытую проводку - тросовыми проводами, кабелями и защищенными проводами, незащищенными изолированными проводами на изоляторах, в лотках, трубах, коробах, каналах.

2.3.4. Выбор сечения проводов и кабелей

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

В процессе монтажа и эксплуатации провода и кабели испытывают механические нагрузки, которые могут привести к обрыву токоведущих жил. Чтобы этого не произошло, ПУЭ ограничивает минимальное сечение проводов в зависимости от способов прокладки и материала токоведущих жил. Например, согласно ПУЭ [5] сечение алюминиевых жил проводов и кабелей должно быть не менее 2,5 мм^2, а при прокладке на изоляторах - не менее 4 мм^2.

Нагрев проводников вызывается прохождением по ним электрического тока. Температура провода зависит от величины этого тока и условий теплоотдачи в окружающую среду. Допустимая температура провода ограничивается классом его изоляции. В практических инженерных расчетах электрических сетей установившуюся температуру провода обычно не рассчитывают. Чтобы температура не превысила допустимого значения в зависимости от класса изоляции, материала жилы провода и способа его прокладки, ограничивают для каждого стандартного сечения допустимую силу тока.

Потеря напряжения в проводах зависит от сечения, материала токоведущей жилы, длины провода, силы тока и системы напряжения. Обычно значение допустимой потери напряжения в осветительной сети задано (или его можно рассчитать). ГОСТ 13109-99 допускает потери напряжения в осветительных сетях производственных помещений и общественных зданий, а также в прожекторных установках наружного освещения до 5% [2]. Сечение жил проводов можно рассчитать по потере напряжения и на минимум проводникового материала. Расчет сечения проводов по потере напряжения производят по формуле

$$S=(\sum M_i)/C \cdot \Delta U, \qquad (2.3.4.1)$$

где C - коэффициент, зависящий от напряжения сети, материала жилы, числа проводов в группе (таблица 3.4.1);

M_i - электрический момент i-го приемника (светильника), кВт•м;

ΔU - располагаемая потеря напряжения, %.

Электрический момент M_i определяют как произведение мощности i-го светильника на расстояние от щита (или точки разветвления) до этого светильника. Например (рис. 2.3.2.1)

$$M_{AP2} = P_1 \cdot l_{AP1} + P_2 \cdot l_{iAP2},$$

$$M_{OA} = l_{OA} \cdot \sum_{K=1}^{7} P_K .$$

Таблица 2.3.4.1. Значение С, входящего в формулы для расчёта сетей по потере напряжения

Номинальное напряжение сети, В	Система сети и род тока	Выражение коэффициента С	Значение коэффициента для проводников	
			медных	алюминиевых
380/220	Трехфазная с нулём	$\gamma \cdot U_л^2/10^5$	72	44
380	Трёхфазная без нуля			
380/220	Двухфазная с нулём	$\gamma \cdot U_л^2/2{,}25 \cdot 10^5$	32	19,5
220			12	7,4
36	Двухпроводная	$\gamma \cdot U_л^2/2 \cdot 10^5$	0,324	0,198
24	переменного или		0,144	0,088
12	постоянного тока		0,036	0,022

При вычислении следует учитывать, что мощность светового прибора с газоразрядной лампой примерно на 20% больше мощности источника света.

Расчет сечения проводов производится из условия, что суммарная потеря напряжения, начиная от ввода до самой дальней лампы, не должна превышать 5%. Для этого произвольно выбирают потери напряжения на отдельных участках (например: ΔU_0 =0,2%; ΔU_{AP2} =4,8%; ΔU_{AB} =2%; ΔU_{BP7} =2,8%) и рассчитывают электрические моменты и сечения этих участков.

Расчет сечения проводов на минимум проводникового материала производится по формуле

$$S = \frac{\sum M + \sum_{K=1}^{n} \alpha_K \cdot m_K}{C \cdot \Delta U}, \qquad (2.3.4.2)$$

где $\sum M_i = \sum P_i \cdot l_i$ - сумма моментов рассчитываемого и всех последующих участков с тем же числом проводов, что и у рассчитываемого, кВт•м;

$\sum_{K=1}^{n} \alpha_K m_K$ - сумма моментов ответвлений с другим числом проводов, чем у рассчитываемого участка, кВт•м;

α - коэффициент приведения моментов, зависящий от числа проводов расчетного участка и в ответвлениях (таблица 2.3.4.2).

Таблица 2.3.4.2. Значения коэффициентов приведения моментов α

Линия	Ответвления	α
Трехфазная с нулем	Однофазное	1,85
	Двухфазное с нулем	1,39
Двухфазная с нулем	Однофазное	1,33
Трехфазная без нуля	Двухпроводное	1,15

Пользуясь уравнением (2.3.4.2), вначале определяют сечение головного участка. Для этого определяют моменты отдельных участков, начиная от удаленных ламп, и приведенный момент. Для схемы рис. 3.2.1.

$$S_O = \frac{l_O \sum_{i=1}^{12} P_i + 1 \cdot M_{гр1} + \alpha_2 M_{гр2}}{C_1 \cdot 5\%},$$

где, например, момент группы 1

$$M_{гр1} = l_{01} \sum_{k=1}^{7} P_k + \alpha_3 (P_1 l_{АР1} + P_2 l_{АР2}) + \alpha_2 l_{АБ} \sum_{n=4}^{7} P_n +$$
$$+ \alpha_3 (l_{БР3} P_3 + l_{БР4} P_4) + \alpha_3 (l_{БР5} P_5 + l_{БР6} P_6 + l_{БР7} P_7).$$

Найденное значение округляют до ближайшего большего по стандарту и находят фактическую потерю напряжения на головном участке по величине момента нагрузки для него, т.е. по произведению суммарной нагрузки на длину головного участка

$$\Delta U = \frac{m_O}{C_1 \cdot S_{O(стандарт)}} = \frac{l_O \sum_{i=1}^{12} P_i}{C_1 \cdot S_{O(стандарт)}}.$$

Последующие участки рассчитывают аналогично на оставшуюся потерю напряжения.

Найденное сечение провода проверяют на нагрев и механическую прочность. Значение расчетного тока для каждого из участков сети определяют по формуле

$$I_p = \sum P_i / m \cdot U_Ф \cdot \cos\varphi, \qquad (2.3.4.3)$$

где $\sum P_i$ - расчетная нагрузка (включая потери пускорегулирующей аппаратуре), Вт;

$U_Ф$ - фазное напряжение в сети, В;

$\cos\varphi$ - коэффициент мощности нагрузки;

m **-** количество фаз сети.

По допустимому нагреву проверяют все участки электрической сети на выполнение условия

$$I_{доп} \geq I_р, \qquad (2.3.4.4)$$

где $I_{доп}$ - длительно допустимый ток нагрева для данного способа прокладки, числа жил и сечения провода, А.

Если по одному из последних условий сечение провода не проходит, то его увеличивают. После окончательного выбора сечения провода определяют фактическую потерю напряжения по каждой группе.

2.3.5. Выбор защитной аппаратуры

Согласно ПУЭ, все осветительные сети подлежат защите от токов короткого замыкания. Кроме того, требуется защита от перегрузок для сетей жилых и общественных зданий, торговых предприятий, пожаро- и взрывоопасных помещений, а также сетей, выполненных открыто проводами с горючей изоляцией. Аппараты защиты устанавливаются на линиях, отходящих от щитов, вводах в здание, высшей и низшей сторонах понижающих трансформаторов. Осветительные сети защищают автоматическими воздушными выключателями или предохранителями. Полный выбор этих аппаратов сложен [3], поэтому в расчётно-графической работе нужно выбрать только токи уставок автоматов и токи плавкой вставки предохранителя.

Ток плавкой вставки предохранителя

$$I_в \geq K \cdot I_р, \qquad (2.3.5.1)$$

где $I_р$ - расчетный ток группы, А;

K - коэффициент, учитывающий пусковые токи ламп (для газоразрядных ламп низкого давления и ламп накаливания мощностью до 300 Вт K=1, для других K=1,2).

Ток уставки комбинированного и теплового расцепителей определяется по формуле

$$I_к = I_т = K' \cdot I_р, \qquad (2.3.5.2)$$

где K' - коэффициент, учитывающий пусковые токи.

Для газоразрядных ламп низкого давления K'=1, для всех других ламп K'=1,4. Выбрав по справочным таблицам [2, 3] стандартную плавкую вставку или уставку автомата, следует согласовать ток уставки или вставки с допустимым током провода [3].

После выбора вставок защитного аппарата производят проверку сечения проводов на соответствие расчетному току вставки (уставки) защитного аппарата:

$$I_{доп} \geq 1{,}25 I_в; \qquad (2.3.5.3)$$

$$I_{доп} \geq 1{,}25 I_{вт}; \qquad (2.3.5.4)$$

$$I_{доп} \geq 1{,}25 I_к. \qquad (2.3.5.5)$$

Если сеть защищается только от токов короткого замыкания, то:

$$I_{доп} \geq 0{,}22 I_э; \qquad (2.3.5.6)$$

$$I_{доп} \geq 0{,}33 I_в. \qquad (2.3.5.7)$$

2.3.6. Разработка схемы управления

В помещениях животноводческих ферм и комплексов следует поддерживать не только нормируемую освещенность, но и определенную продолжительность освещения с учетом вида и возраста животных. Управление освещением должно выполняться с учетом следующих требований.

Управление освещением небольших помещений должно производиться выключателями у входа, как правило, со стороны дверной ручки; для эпизодически посещаемых помещений (кладовые, вентиляционные камеры и др.) - вне помещений.

Управление освещением участков с различной естественной освещенностью должно быть раздельным.

Управление освещением помещений с несколькими входами рекомендуется осуществлять со всех возможных входов по "коридорной" схеме.

Способы и устройства управления освещением [3] должны создавать благоприятные условия экономии электрической энергии. В сельскохозяйственном производстве используется местное и автоматическое управление. Местное управление осуществляется при помощи выключателей, переключателей и автоматов. Автоматическое управление может быть в функции времени, естественной освещенности или напряжения питающей сети.

В животноводческих и птицеводческих помещениях наиболее распространено управление в функции времени. Для этих целей следует использовать программные реле времени 2РВМ и ИНС-9812, программатор режимов с фотореле типа ЭЧП-Ф, программные реле управления светом, командоаппараты, многоцепные аппараты и реле времени. Устройство и технические данные этих приборов приведены в [4]. В широких помещениях с окнами целесообразно управлять рядом светильников в функции естественной освещенности. Для этого следует использовать фотоэлектрические автоматы типа ФР-2, ящики управления освещением ЯУО 9600 и др. Технические характеристики этих автоматов приведены в [3].

2.3.7. Выбор щита управления

Для приема и распределения электроэнергии и защиты отходящих линий в осветительных сетях применяются вводно-распределительные устройства и вводные щиты. Осветительные вводно-распределительные устройства классифицируются по назначению (совмещенные, этажные, квартирные), способу установки (навесные, стоячие и т.д.), виду защиты от воздействия окружающей среды (защищенные, защищенные с уплотнением, взрывозащищенные), схемам электрических соединений (для четырех-, трех- или двухпроводных отходящих линий с вводными аппаратами или без них), типам защиты на отходящих линиях (с автоматическими выключателями или предохранителями).

В каждом конкретном случае в зависимости от окружающей среды, назначения, количества групп, схем соединений, аппаратов защиты выбирают то или иное вводно-распределительное устройство. Характеристика вводно-распределительных устройств приведена в [3].

2.4. ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть работы составляет не менее 1 листа ватмана формата (А3 - А1). Формат ватмана выбирается таким образом, что бы все элементы схемы были доступными для чтения. Рекомендуется приводить графическую информацию (схемы структурные, функциональные, принципиальные и др.) в тексте пояснительной записки к расчётно-графической работе в виде рисунков, или на отдельных форматах А4, оформленных согласно ЕСКД. Пример оформления графической части приведён в приложении П-10.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шашлов, А. Б. Основы светотехники [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А. Б. Шашлов. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: Логос, 2012. – 256с.

2. Варфаломеев Л.П. Светотехника. Краткое справочное пособие / Л.П. Варфаломеев. – М.: Световые технологии, 2004. – 128с. (ПК)

3. Ляпин В.Г. Проектирование и энергоаудит электрического освещения. Учебное пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2001. – 230с. (ПК).

4. Документация, перечень оборудования и каталоги фирм "Лисма", ОАО "Дивногорский завод низковольт-ной аппаратуры", "АВВ", АООТ "Амуркабель", ЗАО "Сибкабель", ОАО "Челябинский завод "Теплоприбор", ПК "Тесей", "Radium", "Meyer", "Hoffmeister", "Gewiss", "Elkamet", "Spelsberg", "Hoffman-Schroff", "Danfoss", "Wago" и др. (ПК).

5. Правила устройства электроустановок.– 7-е изд. -М.: ЭНАС, 2013. - 552с.

6. ГОСТ 2. 754 - 72 (СТ СЭВ 3217 - 81) Обозначения условные графические электрического оборудования и проводов на планах. - М.: Гос. ком. по стандартам.

7. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение – М.: Минестерство регионального развития Российской Федерации, 2011. - 69с.

8. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 140с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

П-1. Типовые объекты сельскохозяйственного назначения

Объект-1. Птичник на 5 тыс. кур маточного стада

Технико-экономические показатели

Строительный объем …… 6618 м^3

Площадь застройки ……1557 м^2

Площадь основного назначения …. 1467 м^2

Технологический процесс

Содержание птицы принято на глубокой подстилке в зданиях с искусственным и естественным освещением. Помещение для содержания птицы разделено на 4 секции съёмными сетчатыми перегородками. Вдоль наружных стен здания предусмотрены солярии. Кормление птицы принято сухими кормами с механической подачей на кормовые линии. Поение – из желобовых металлических поилок. Сбор яиц – ленточным транспортёром. Уборка помёта и загрязнённой подстилки - транспортёрами. Механизация производственных процессов решена на основе комплекта оборудования ПКС – 6.

Строительные конструкции

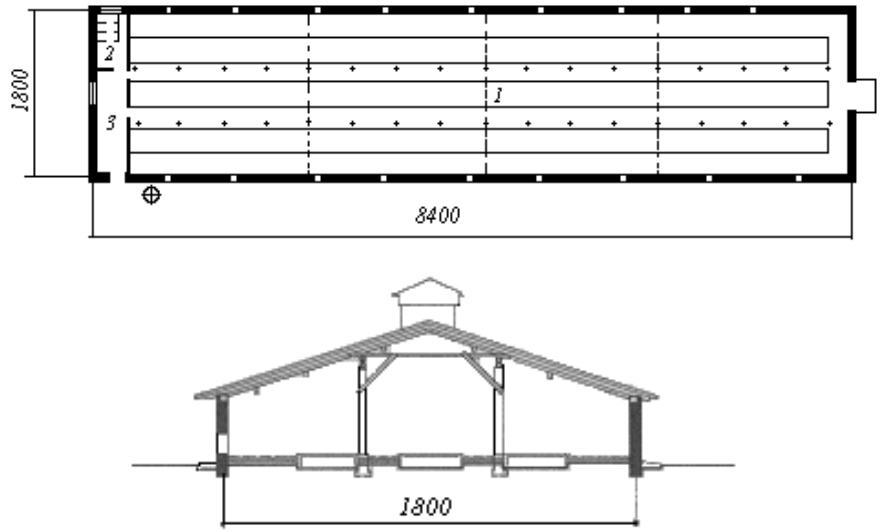
Фундамент под стены и стойки бутобетонный. Стены несущие - кирпичные, стойки, прогоны деревянные (вариант – колонны железобетонные). Покрытие совмещённое, деревянное (вариант – совмещённое по железобетонным балкам). Кровля – волнистые асбестоцементные листы по деревянной обрешётке.

Инженерное оборудование

Водопровод хозяйственно-питьевой от наружной сети. Канализация хозяйственно-фекальная в наружную сеть. Отопление водяное от центральной котельной. Вентиляция – приточно-вытяжная с механическим побуждением. Электроснабжение от наружной сети 380/220 В.

Состав помещений

1. Помещение для содержания птицы …1406 м^2
2. Вентиляционная камера … 21,4 м^2
3. Служебное помещение …33,9 м^2



Объект-2. Здание ремонтного молодняка на 300 голов беспривязного содержания

Технико-экономические показатели

Строительный объем … 3553 м^3
Площадь застройки … 895 м^2
Площадь основного назначения … 843 м^2
Количество работающих … 2 чел.

Технологический процесс

Здание ремонтного молодняка предназначено для беспривязного содержания на глубокой подстилке 300 телок в возрасте от 6 до 18 месяцев. Кормление силосом и концентрированными кормами из бетонных кормушек под навесами на выгульно-кормовых дворах.

Строительные конструкции

Фундаменты под стены ленточные из бутового камня, под колонны - сборные железобетонные башмаки. Колоны и балки сборные железобетонные. Стены: несущие - из кирпича. Перекрытие из сборных железобетонных плит. Кровля - асбестоцементные волнистые листы. Полы бетонные.

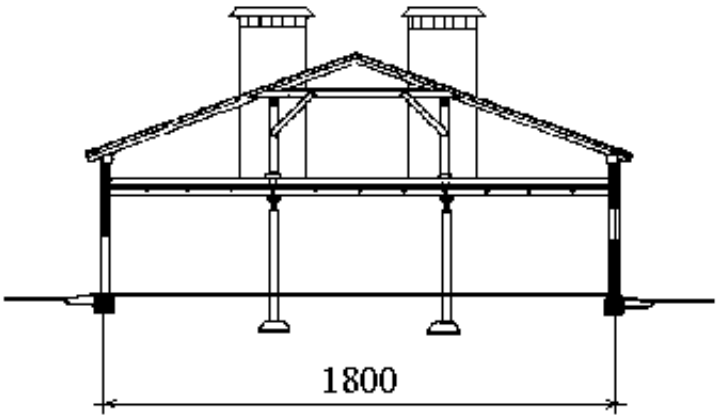
Инженерное оборудование

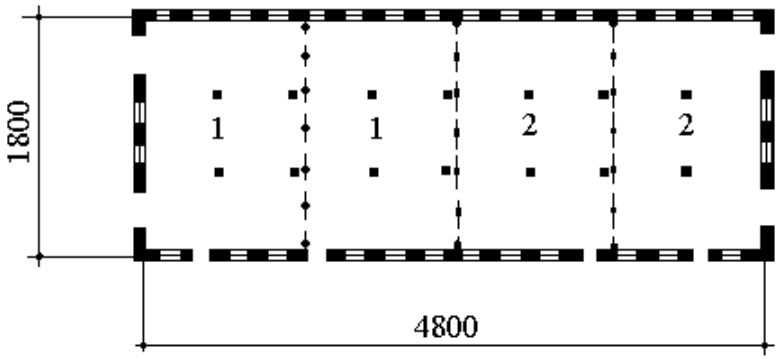
Водоснабжение - от наружного водопровода. Вентиляция - естественная. Электроснабжение силового оборудования – от электросети 380/220 В.

Состав помещений

1. Секция на 140 голов молодняка … 427,1 м^2

2. Секция на 160 голов молодняка … 445,3 м^2





Объект-3. Пункт по охлаждению, сепарированию молока и выработке цельномолочной продукции производительностью 7,5 т в смену

Технико-экономические показатели

Строительный объём … 1490,8 м^3

Площадь застройки … 348,0 м^2

Площадь основного назначения … 289,1 м^2

Количество работающих … 19 чел.

Технологический процесс

Производственная программа предусматривает следующий выход продукции в смену:

Молоко охлажденное - 3 т

Молоко пастеризованное – 1 т

Простокваша - 0,5 т

Творог жирный 18 % - 0,08 т

Сметана 30% - й жирности - 0,105 т

Сливки пастеризованные для отгрузки - 0,35 т

Строительные конструкции

Здание выполнено в неполном железобетонном каркасе. Фундаменты под стены ленточные, из бетонных блоков, под колонны - сборные железобетонные. Стены кирпичные. Покрытие совмещенное из сборных железобетонных плит. Кровля рулонная. Полы дощатые, цементные, из метлахской плитки.

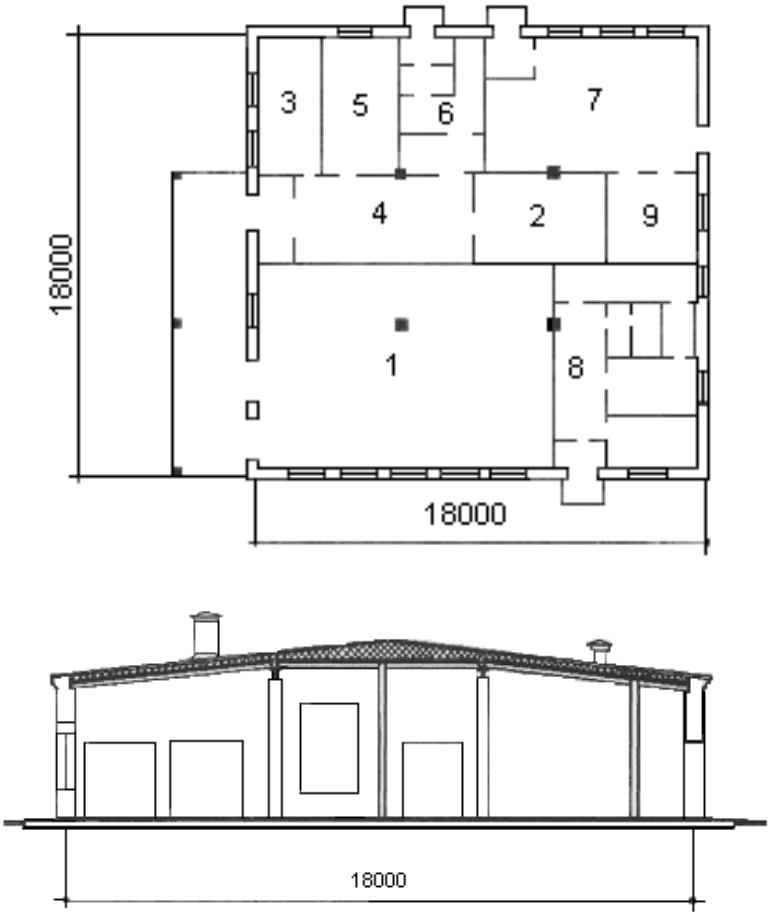
Инженерное оборудование

Вентиляция приточно - вытяжная с механическим побуждением. Водопровод и канализация от наружных сетей. Отопление и пароснабжение от собственной котельной.

Состав помещений

1. Производственный цех.
2. Холодильная камера.

3. Склад и мойка фляг.
4. Экспедиция.
5. Лаборатория.
6. Венткамера с тепловым пунктом.
7. Компрессорная.
8. Бытовые помещения.
9. Электрощитовая.



Объект-4. Фруктохранилище емкостью 770 т

Технико-экономические показатели

Строительный объем …… 9213,7 м^3

Площадь застройки …… 1724,7 м^2

Площадь основного назначения … 1221,0 м^2

Технологический процесс

Фруктохранилище предназначено для длительного хранения зимних сортов яблок и кратковременной передержки летних сортов яблок, груш, слив, вишен и других плодов и ягод.

Строительные конструкции

Здание фруктохранилища выполнено в неполном железобетонном каркасе. Фундаменты под стены ленточные бутобетонные, под колонны - сборные железобетонные. Стены из кирпича с утеплителем из жестких минералов или пенобетонных плит. Покрытие сборное, железобетонное. Кровля плоская, с многослойным рулонным покрытием.

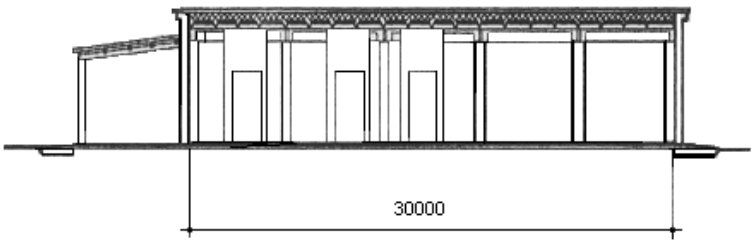
Инженерное оборудование

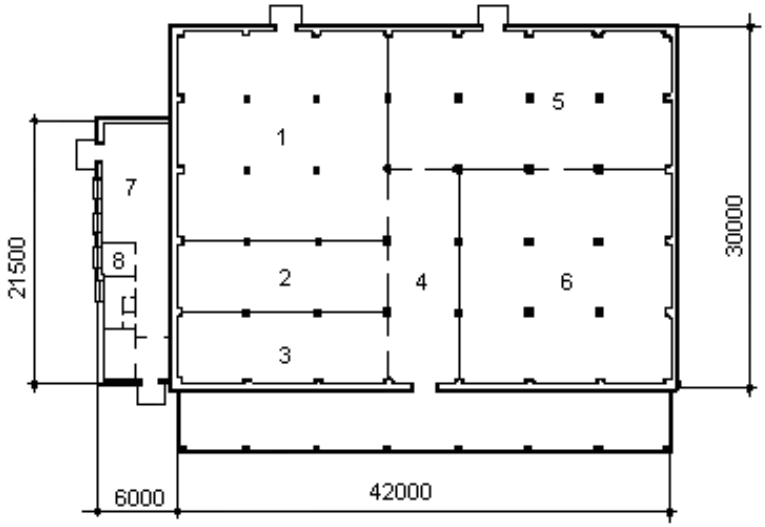
Водопровод объединенный хозяйственно-питьевой и производственный. Канализация раздельная производственно - хозяйственная. Паровое отопление и горячее водоснабжение от внешнего источника теплоснабжения.

Электроснабжение от электросети 380/220 В.

Состав помещений

1. Камера длительного хранения … 315,0 м^2
2. Камера предварительного охлаждения … 100,1 м^2
3. Камера предварительного охлаждения … 103,5 м^2
4. Переборочная … 107,7 м^2
5. Камера длительного хранения … 279,1 м^2
6. Камера длительного хранения … 315,0 м^2
7. Компрессорная … 58,6 м^2
8. Электрощитовая … 13,9 м^2





Объект-5. Зерноочистительный сушильный комплекс КЗС -20Б

Производительностью 20 т / ч с двумя барабанными сушилками

Технико-экономические показатели

Строительный объем …… 2066 м^3

Площадь застройки …… 371 м^2

Технологический процесс

Зерноочистительный сушильный комплекс предназначен для механизированной послеуборочной обработки зерновых с годовым объёмом производства более 5000 т зерна. Предусматривается механизированная разгрузка автомобилей с неочищенным зерном, очистка, сушка и отпуск очищенного и просушенного зерна на автомобили или подача в зерносклад. Период работы комплекса 2 месяца. Режим работы 3 смены. Количество работающих в смену 2 человека.

Строительные конструкции

Фундаменты под колонны и под оборудование бетонные монолитные. Колонны металлические. Бункера металлические. Стены дощатые по деревянному фахверку. Покрытие - металлические фермы. Полы дощатые.

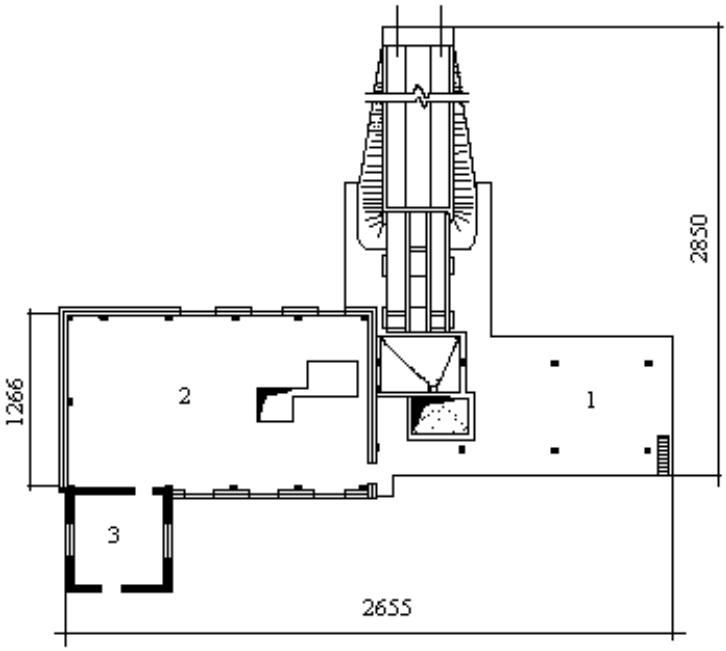
Инженерное оборудование

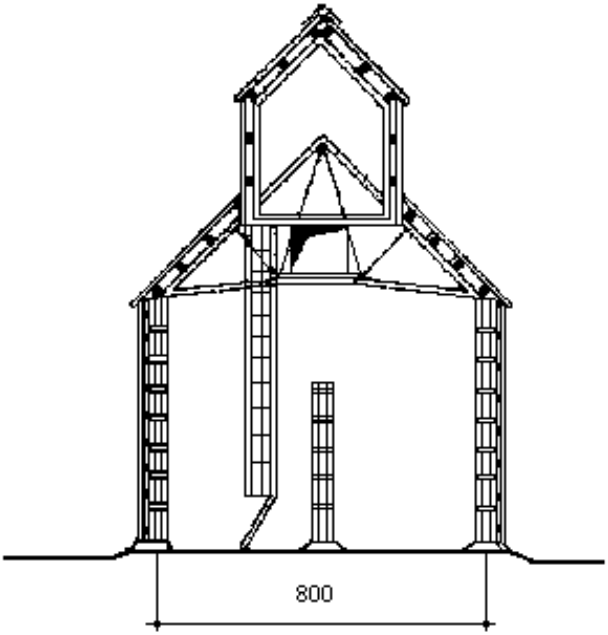
Вентиляция - аспирация.

Электроснабжение от наружной сети 380/220 В.

Состав помещений

1. Зерноочистительное отделение.
2. Зерносушильное отделение.
3. Топочное отделение.


2850
1266
2
1
3
2655



Объект-6. Мастерская технического обслуживания (с электростанцией и котельной) на 40 тракторов

Технико-экономические показатели

Строительный объем … 2963,0 м^3

Площадь застройки … 423,4 м^2

Полезная площадь … 416,3 м^2

Площадь основного назначения … 243,3 м^2

Количество работающих …11 чел.

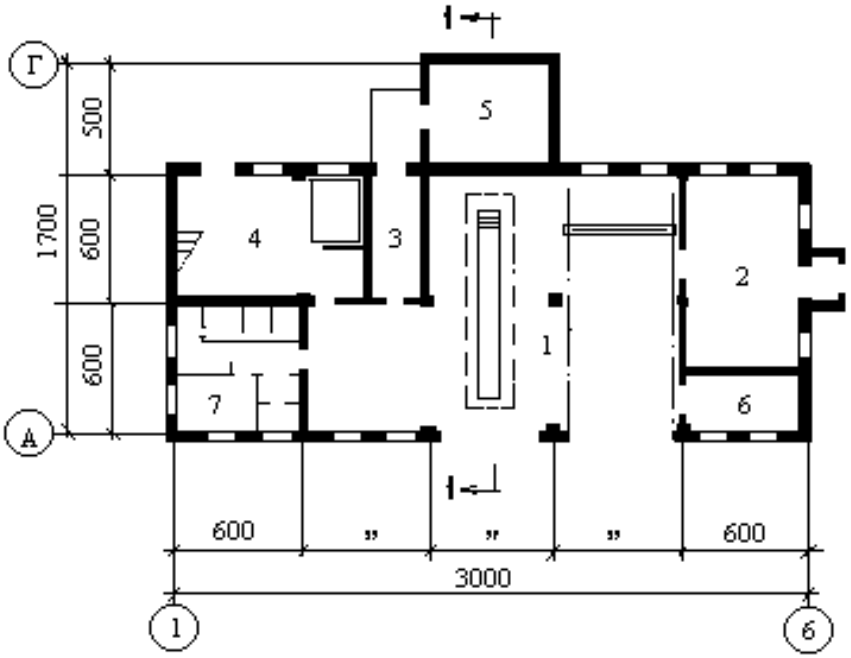
Технологический процесс

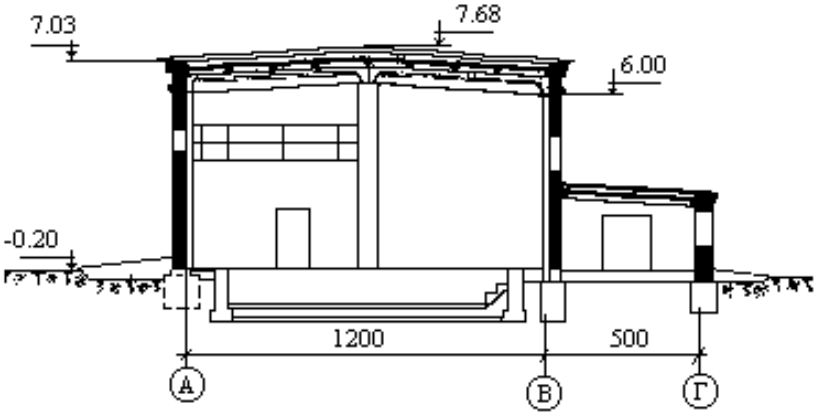
Мастерская рассчитана на проведение периодических технических уходов за тракторами и комбайнами, ремонтов сельскохозяйственных машин простейших конструкций и для регулировки сельскохозяйственных машин, эксплуатируемых бригадой.

Оснащенность мастерской оборудованием позволяет производить смену отдельных агрегатов и узлов машин, получаемых из центральной мастерской хозяйства или специализированных предприятий. В мастерской можно выполнять мелкие ремонты различных транспортных средств, производственного и бытового инвентаря.

Состав помещений

1. Участок технического обслуживания.
2. Кузнечно-сварочный участок с тамбуром.
3. Электростанция.
4. Котельная.
5. Маслосклад.
6. Участок ухода за топливной аппаратурой и электрооборудованием.
7. Кладовая.
8. Бытовые и вспомогательные помещения.





Объект-7. Пункт по охлаждению, сепарированию молока

Технико-экономические показатели

Строительный объем …… 1490,8 м^3

Площадь застройки ……348 м^2

Полезная площадь …. 289,1 м^2

Технологический процесс

Производственная программа предусматривает следующий выход продукции в смену:

Молоко охлаждённое (в цистернах) – 3,0 т

Молоко пастеризованное (во флягах) – 1,0 т

Простокваша, ацидофилин (во флягах) – 0,5 т

Творог жирный 18% (во флягах) – 0,08 т

Сметана пастеризованная для отгрузки (во флягах) – 0,35 т

Строительные конструкции

Здание решено в неполном железобетонном каркасе. Фундаменты под стены ленточные, из бетонных блоков, под колонны - сборные железобетонные. Стены кирпичные. Покрытие совмещённое из сборных железобетонных плит. Кровля рулоновая. Полы дощатые, цементные, из метлахской плитки.

Инженерное оборудование

Вентиляция приточно-вытяжная с механическим побуждением. Водопровод и канализация от наружных сетей. Отопление и пароснабжение от собственной котельной.

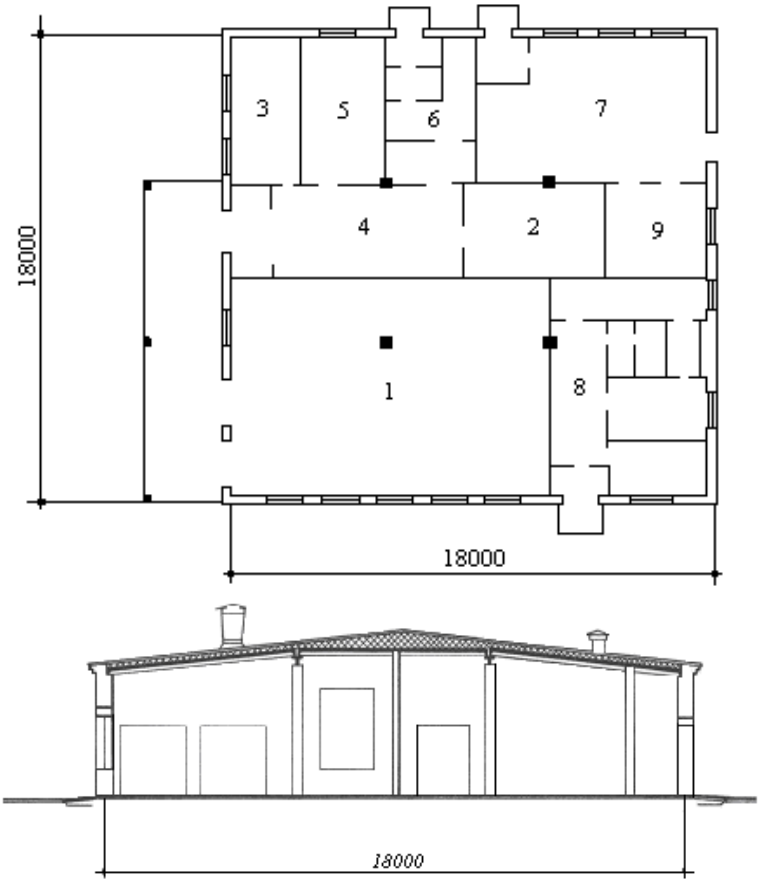
Состав помещений

1.Производственный цех.

2.Холодильная камера.

3. Склад и мойка фляг.

4. Экспедиция.
5. Лаборатория.
6. Венткамера с тепловым пунктом.
7. Компрессорная.
8. Бытовые помещения.
9. Электрощитовая.



Объект-8. Гараж на 25 машин

Технико-экономические показатели

Строительный объем …… 1887,2 м^3

Площадь застройки ……443,0 м^2

Площадь основного назначения …. 398,8 м^2

Технологический процесс

Гараж предназначается для строительства в колхозах и совхозах и рассчитан на обслуживание автомашин с применением этилированного бензина. Гараж имеет закрытую стоянку на 5 автомашин и открытую на 20 автомашин и 10 прицепов. При гараже предусматривается эстакада для мойки автомашин.

Состав помещений

1.Отделение слесарно-механическое.

2. Отделение профилактического ухода и ремонта автомашин.

3. Аккумуляторная.

4. Отделение тёплой стоянки на 5 автомашин.

5. Помещение для шоферов.

6. Табельная.

7. Тамбур.

8. Коридор.

9. Санузел.

10. Гардероб для мужчин с умывальней.

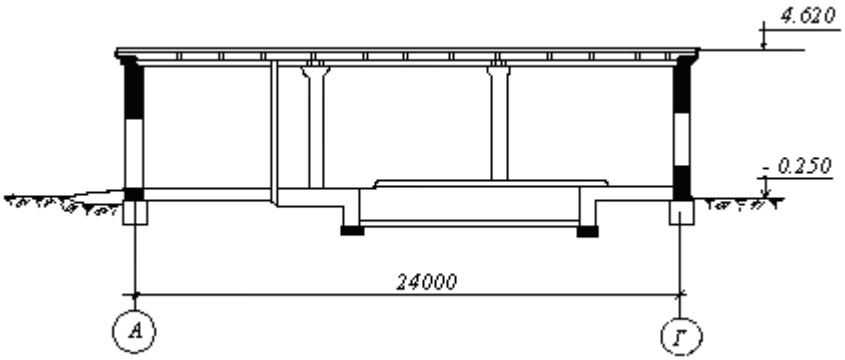
11. Гардероб для женщин с умывальней.

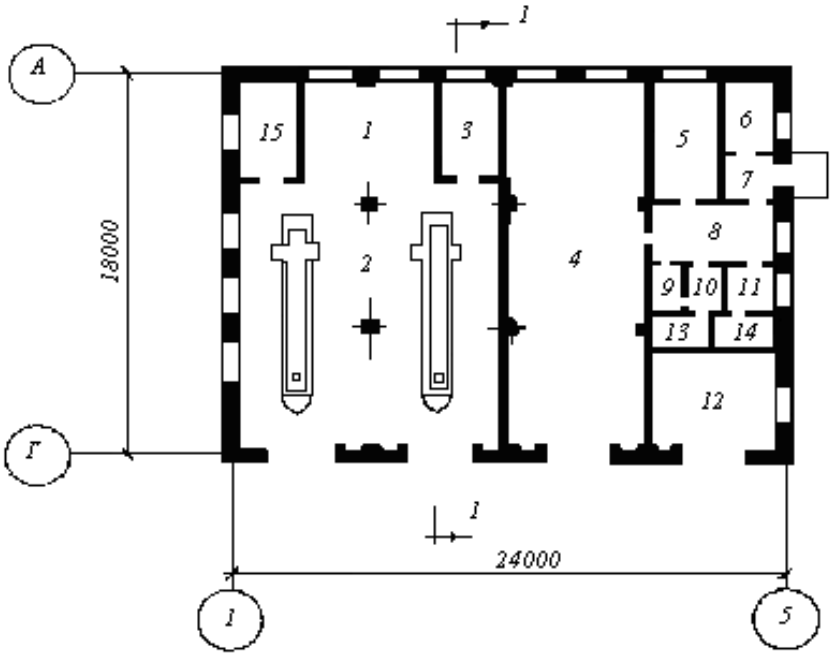
12. Отделение для мотопомпы.

13. Душевая для мужчин.

14. Душевая для женщин.

15. Кладовая.





Объект-9. Секционное хранилище семенного картофеля емкостью 1000 т с активной вентиляцией

Технико-экономические показатели

Строительный объем …… 8054,3 м^3

Площадь застройки ……1478,0 м^2

Площадь основного назначения …. 1303,7 м^2

Технологический процесс

Картофелехранилище в блоке с помещением для проращивания предназначено для хранения семенного картофеля в закромах при активной вентиляции с высотой насыпи 3 м.

В районах с t_H= -20°С картофель для летних посадок хранится в отдельной секции с искусственным охлаждением. Температурно-влажностный режим поддерживается автоматически. Загрузка и выгрузка картофеля производится системой транспортеров СХТ-30.

Строительные конструкции

Покрытие из сборных железобетонных плит. Кровля рулонная. Несущие стены заглубленной части бутобетонные, наружной части и внутренние - из кирпича. Полы бетонные.

Инженерное оборудование

В хранилище предусмотрено воздушное отопление с помощью рециркуляционных агрегатов с электрическими калориферами. Вентиляция активная, приточная. Поддержание температурно-влажностного режима осуществляется автоматически.

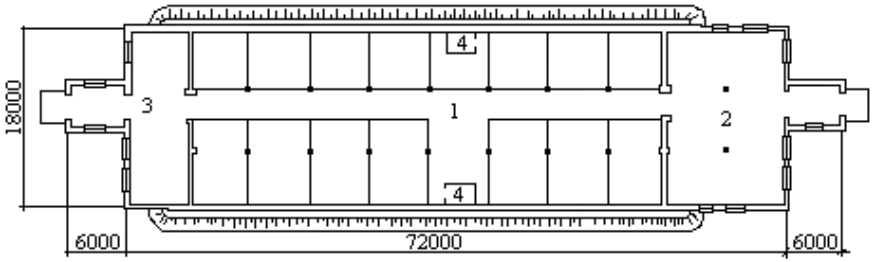
Состав помещений

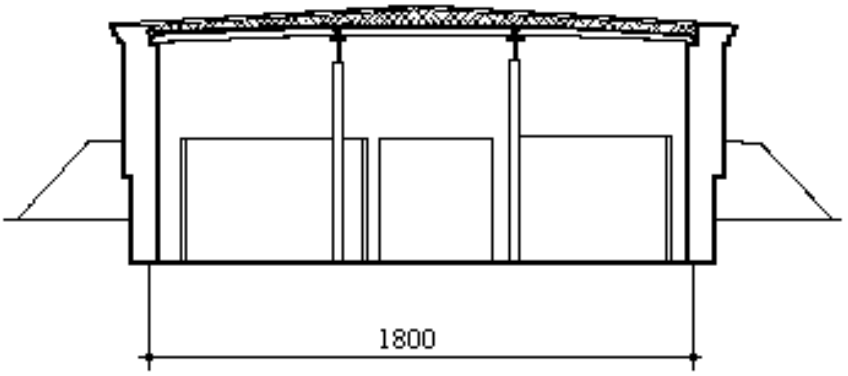
1.Помещение для хранения картофеля …932,0 м^2

2.Помещение для проращивания картофеля … 289,9 м^2

3. Служебное помещение и щитовая …13,4 м^2

4. Венткамеры …72,0 м^2





Объект-10. Мастерская электросилового цеха

Состав помещений

1. Гараж с ремонтной ямой на одну автомашину (1) … 72 м^2.
2. Помещение для ремонта оборудования системы электроснабжения предприятия напряжением выше 1000 В (2) … 18 м^2.
3. Умывальник (3) … 2,7 м^2.
4. Душевая с помещением для переодевания (4) … 3,2 м^2.
5. Гардероб рабочей и домашней одежды (5) … 9,5 м^2.
6. Комната мастера (6) … 13,1 м^2.
7. Тамбур (7) … 2,5 м^2.
8. Коридор (8) … 23 м^2.
9. Склад (9) … 17,8 м^2.
10. Помещение релейной бригады (10) … 12 м^2.
11. Кладовая для релейной бригады (11) … 2,4 м^2.
12. Кладовая для ремонтной бригады электрослесарей (12) … 36 м^2.

Высота помещения 3,2 м

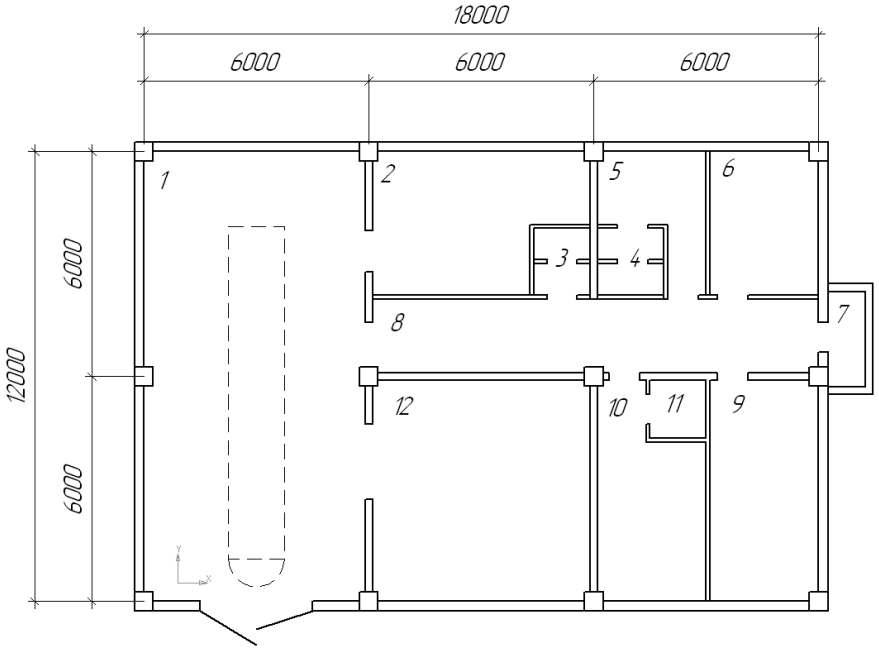


Таблица П-2. Светотехнические характеристики электрических ламп

1. Лампы накаливания (биспиральные, газонаполненные), ГОСТ 2239-79						
Мощность, Вт	40	60	75	100	150	200
Световой поток, лм	415	715	960	1350	2100	2920

2. Люминесцентные лампы, ГОСТ 6825-74						
Тип лампы	ЛБ20	ЛБ30	ЛБ40	ЛБ65	ЛБ80	ЛХБ20
Световой поток, лм	1120	1995	3000	4420	4960	890

ЛХБ30	ЛХБ40	ЛХБ65	ЛХБ80	ЛЕЦ20	ЛЕЦ40	ЛЕЦ65
1605	2850	3630	4420	865	2190	3400

Таблица П-3. Рекомендуемые значения L/h для светильников с различными КСС

Тип КСС светильника по ГОСТ -13828 - 74	Рекомендуемое значение L/h	Наибольшие допустимые значения L/h
Г	0,8 - 1,2	1,4
Д	1,2 - 1,6	2,1
М	1,8 - 2,6	3,4

Таблица П-4. Приближенные значения коэффициентов отражения стен и потолка

Характер отражающей поверхности	ρ, %
Побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Побеленные стены при незанавешенных окнах; побеленный потолок в сырых помещениях; побеленный 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 пыли; сплошное остекление без штор; красный неоштукатуренный кирпич; стены с темными обоями	10

Таблица П-5. Коэффициент использования светового потока η для различных светильников. Светильники с лампами накаливания

Тип	ПО – 02	ПО – 21	ПГГ - 100	ПНП - 2х100	БУН, ПУН	ППР	ППД	СК -300	С - 175
$\rho_п$, %	70	70	70 70 50	70 70 50	70 70 50 30	70 50 30	70 50 30	70 70 50	70 70 50
$\rho_с$, %	50	50	50 50 30	50 50 30	50 50 30 10	50 30 10	50 30 10	50 50 30	50 50 30
$\rho_р$, %	30	30	30 10 10	30 10 10	30 10 10 10	30 10 10	30 10 10	30 10 10	30 10 10
i	Коэффициент использования светового потока η, %								
0,5	16	22	16 15 10	16 14 9	20 18 11 7	19 12 9	25 20 17	16 15 9	18 17 9
0,6	20	27	20 19 13	19 18 13	23 22 13 9	24 15 11	31 24 20	21 19 11	23 21 13
0,7	24	30	24 23 16	23 22 16	26 25 15 10	29 19 15	39 30 26	24 23 14	25 23 15
0,8	27	33	28 26 19	25 24 18	29 28 18 12	33 23 18	43 36 32	27 25 16	30 28 19
0,9	30	35	30 28 20	28 26 20	31 30 20 13	35 25 19	45 38 34	30 28 18	32 29 20
1,0	32	37	32 30 22	29 27 21	34 32 23 15	37 26 20	47 39 36	32 30 19	33 31 22
1,1	34	38	34 32 24	31 29 22	36 34 25 16	40 28 22	49 41 38	34 32 21	38 33 23
1,25	36	41	37 34 25	33 30 24	39 36 26 18	43 30 24	51 42 39	37 35 23	39 37 25
1,5	40	44	40 36 27	35 33 25	43 39 29 21	46 32 25	55 45 42	41 38 25	42 39 27
1,75	42	46	42 39 29	38 34 28	47 43 32 23	49 35 27	58 49 45	44 40 27	45 42 29
2,0	44	48	44 40 31	39 36 29	50 46 34 25	52 37 29	61 51 47	47 42 29	49 44 31
2,25	46	50	46 42 33	41 37 31	53 48 36 28	54 39 31	63 53 49	49 45 30	51 45 32
2,5	48	52	48 44 34	42 38 32	55 49 38 29	56 40 32	65 54 51	51 47 32	53 47 34
3,0	51	54	51 46 36	44 40 33	60 52 40 32	60 43 35	68 56 54	55 49 34	56 50 36
3,5	53	57	54 48 38	46 42 35	62 54 42 43	62 45 36	70 58 56	57 51 36	58 52 37
4,0	55	59	56 50 40	48 43 36	63 56 45 36	64 47 38	72 60 57	59 53 38	60 53 39
5,0	59	61	60 53 44	50 44 38	66 58 47 38	67 49 40	74 62 58	61 55 40	63 55 42

Таблица П-6. Коэффициент использования светового потока η. Светильники с люминесцентными лампами

Тип	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\rho_п$,%	70 70 50	70 70 50	70 70 50	70 70 50	70 70 50	70 70 50	70 50	70 50	70 50	70 50	70 50
$\rho_с$,%	50 50 30	50 50 30	50 50 30	50 50 30	50 50 30	50 50 30	50 50	50 50	50 50	50 50	50 50
$\rho_р$,%	30 10 10	20 10 10	30 10 10	30 10 10	30 10 10	30 10 10	30 10	30 10	30 10	30 10	30 10
i	Коэффициент использования светового потока η, %										
0,5	26 24 20	25 25 19	22 18 13	19 19 11	23 20 17	22 20 15	19 15	21 19	24 18	19 15	15 13
0,6	32 31 25	31 29 22	25 23 17	23 22 15	28 26 20	25 24 19	22 19	24 22	25 23	23 19	18 17
0,7	37 35 29	36 33 26	28 27 20	26 25 18	32 30 24	29 27 22	25 22	28 25	29 26	26 22	20 19
0,8	41 38 32	39 36 30	31 29 23	29 27 20	35 33 26	32 30 24	27 24	30 27	32 29	29 24	22 21
0,9	45 41 36	43 40 33	34 32 26	32 30 22	38 35 29	35 32 27	30 27	33 30	35 31	32 26	24 23
1,0	46 44 39	46 43 36	37 34 28	34 32 24	41 38 31	38 35 29	32 28	35 32	37 33	34 28	26 24
1,1	50 46 41	49 45 38	39 36 30	36 34 26	43 40 33	40 36 31	34 30	37 33	39 35	36 30	28 25
1,25	53 48 43	52 47 40	42 38 32	38 36 28	45 41 35	42 38 33	36 32	39 35	41 37	39 32	29 27
1,5	57 52 48	56 51 44	46 42 36	42 38 30	49 45 38	45 41 36	39 34	42 38	44 40	42 35	32 29
1,75	60 55 51	59 54 47	49 44 38	45 41 32	52 47 41	48 44 39	42 36	45 40	47 42	45 37	33 30
2,0	63 57 53	62 56 49	51 46 40	47 42 34	54 49 42	50 45 40	43 38	46 41	49 43	48 39	35 31
2,25	65 59 55	64 58 51	53 48 42	49 44 35	56 51 44	52 47 42	45 39	48 42	51 45	50 40	36 32
2,5	67 60 56	66 60 53	55 50 43	50 45 36	58 52 46	54 48 44	47 40	50 44	52 46	52 42	37 34
3,0	70 72 58	69 62 55	58 52 45	53 47 38	60 54 48	56 50 45	49 42	52 45	54 48	54 44	30 35
3,5	71 64 56	71 63 56	60 53 47	54 48 39	62 55 49	58 51 47	50 43	53 46	56 48	56 45	40 35
4,0	73 65 61	73 64 61	73 64 58	61 54 48	56 49 40	59 52 48	51 44	54 47	57 49	58 46	41 36
5,0	77 67 64	77 67 60	65 57 51	59 51 42	67 59 53	62 54 50	54 45	57 49	60 51	61 49	43 38

Примечание. Разбивка на группы следующая: 1 – ЛДР, ПВЛМ; 2 – ЛДОР, ПВДМ - ДОР; 3 – ПВЛП; 4 – ЛС002; 5 – ЛП001; 6 – ЛП002 (двухламповый); 7 – ЛП002 (четырёхламповые); 8 – УСП (двухламповые); 9 – УСП (четырех- и шестиламповые); 10 – ЛП002 (одноламповые), ЛП003; 11 – В001.

Таблица П-7. Удельная мощность общего равномерного освещения.
Светильники с лампами накаливания
(учтены значения ρ_i = 50%; ρ_c=30%; ρ_p=10%; K=1,3; z=1.15)

h, м	S, м^2	Удельная мощность, Вт / м^2, при освещенности, лк						
		5	10	20	30	50	75	100
Светильники НСП02, НСП03								
2 - 3	10 - 15	5,0	10	20	30	50	75	100
	15 - 25	3,8	7,5	15	22,5	37,5	56,3	75
	25 - 50	2,8	5,7	11,4	17,1	28,5	42,7	57
	50 - 150	2,3	4,5	9,0	13,5	22,5	33,8	45
3 - 4	10 - 15	9,4	18,8	37,6	56,5	94,0	141,0	188
	15 - 20	7,0	13,9	27,8	41,7	69,5	104,2	139
	20 - 30	5,0	9,9	19,8	29,7	49,5	74,2	99
	30 - 50	3,7	7,3	14,6	21,9	36,5	54,7	73
	50 - 120	2,8	5,6	11,2	16,8	28,0	42,0	56
Светильники НСП09, ППР – 100, ППР - 200								
2 - 3	10 - 5	3,7	6,3	12,8	18,2	31,0	46,5	62,0
	15 - 25	3,1	5,3	9,7	14,4	23,4	35,0	46,7
	25 - 50	2,5	4,4	7,9	11,7	18,8	28,1	37,5
	50 - 150	2,0	3,6	6,4	9,2	15,0	22,6	30,0
3 - 4	10 - 15	5,8	10,0	18,8	28,2	47,0	70,5	94,0
	15 - 20	4,1	7,8	15,5	23,2	38,6	58,0	77,3
	20 - 30	3,2	6,3	12,4	18,5	30,9	46,4	61,8
	30 - 50	2,6	4,8	9,3	13,9	23,2	34,7	46,3
	50 - 120	2,2	3,9	7,4	11,1	18,5	27,8	37,0
Светильники НПП01, ПУН – 60М, ПУН – 100М								
2 - 3	10 - 15	3,6	6,4	11,5	17,2	28,7	43,0	57,4
	15 - 25	3,1	5,3	9,4	14,1	23,5	35,2	47,0
	25 - 50	2,6	4,4	7,8	11,7	19,5	29,2	39,0
	50 - 150	2,0	3,4	6,5	9,8	16,2	24,4	32,5
3 - 4	10 - 15	4,6	8,2	16,3	24,4	40,8	61,1	81,5
	15 - 20	3,6	6,8	13,5	20,3	33,8	50,8	67,7
	20 - 30	3,1	5,7	11,4	17,1	28,5	42,8	57,0
	30 - 50	2,6	4,6	9,3	14,0	23,2	34,9	46,5
	50 - 120	2,2	3,8	7,5	11,3	18,8	28,3	37,7
Светильники ПСХ – 60, НП001, НП018								
2 - 3	10 - 15	3,5	7,0	14,0	21,0	35,0	52,5	70,0
	15 - 25	2,9	5,8	11,7	17,5	29,2	44,0	58,6
	25 - 50	2,3	4,5	9,0	13,5	22,5	33,7	45,0
	50 - 150	1,8	3,6	7,1	10,6	17,8	26,6	35,5
3 - 4	10 - 15	5,0	9,9	19,8	29,7	49,5	74,2	99,0
	15 - 20	4,1	8,2	16,3	24,4	40,7	61,0	81,5
	20 - 30	3,3	6,6	13,1	19,6	32,5	49,0	65,5
	30 - 50	2,8	5,6	11,2	16,8	28,0	42,0	56,0
	50 - 120	2,3	4,5	9,0	13,5	22,5	33,7	45,0
Светильники НП019, НП020, НБ005, ПО-21								
2 - 3	10 - 15	2,7	4,8	8,3	11,7	18,7	28,5	38,0
	15 - 25	2,2	3,9	6,8	9,6	15,5	22,3	30,7
	25 - 50	1,8	3,3	5,7	7,9	12,8	19,9	25,2
	50 - 150	1,5	2,8	4,9	6,7	10,8	16,2	21,6
3 - 4	10 - 15	3,1	5,5	9,9	14,5	25,6	38,5	51,3
	15 - 20	2,8	4,9	8,7	13,0	21,5	32,2	43,0
	20 - 30	2,4	4,2	7,4	11,2	18,8	28,1	37,5
	30 - 50	1,9	3,4	6,0	9,1	15,3	23,0	30,6
	50 - 120	1,6	2,8	4,9	7,5	12,2	18,4	24,5

Таблица П-8. Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк

Светильники с люминесцентными лампами

(учтены значения ρ_i = 50%; ρ_c=30%; ρ_p=10%; K=1,5; z=1,1)

h, м	S, м^2	Удельная мощность, Вт / м^2, для групп светильников и типов ламп							
		Группа 1			Группа 2			Группа 3	
		ЛБ40 ЛБ65	ЛХБ40 ЛХБ65 ЛБ80	ЛХБ80	ЛБ40 ЛБ65	ЛХБ40 ЛХБ65 ЛБ80	ЛХБ80	ЛБ40	ЛХБ40
2 - 3	10 - 15	8,8	10,3	11,6	9,6	10,9	12,5	12,4	14,5
	15 - 25	7,1	8,4	9,4	7,5	9,0	10,0	9,4	11,0
	25 - 50	5,7	6,7	8,7	6,1	7,2	8,1	7,4	8,9
3 - 4	10 - 15	12,6	14,5	16,3	14,2	18,4	21,0	17,7	19,8
	15 - 25	10,3	12,0	13,7	11,2	14,5	16,0	15,1	17,5
	20 - 30	8,7	10,1	11,5	9,5	10,8	12,5	11,9	14,2
	30 - 50	7,2	8,3	9,5	7,6	8,9	10,0	9,3	10,9

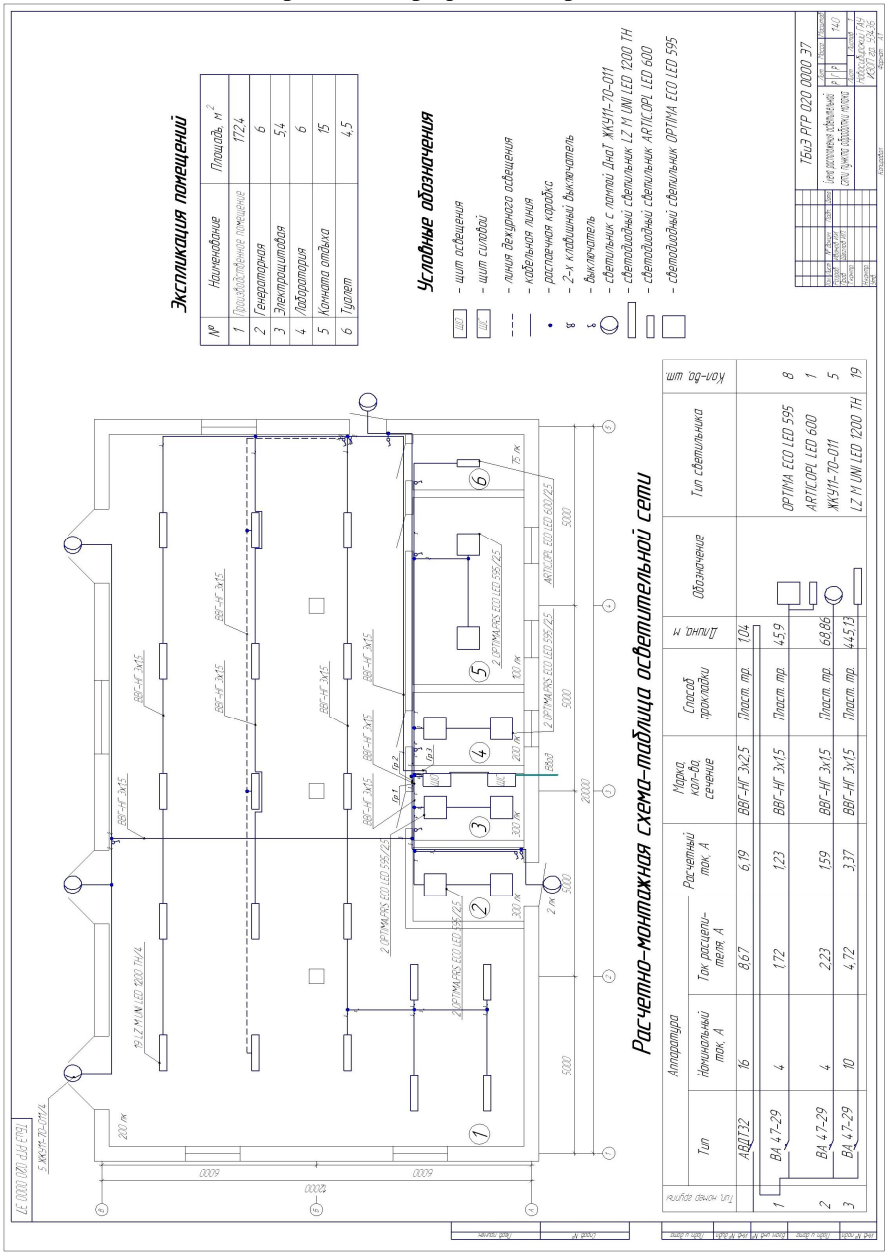
h, м	S, м^2	Группа 4		Группа 5		Группа 8		Группа 9		Группа 10	
		ЛБ 40	ЛХБ 40	ЛБ40	ЛХБ 40	ЛБ40	ЛХБ 40	ЛБ40	ЛХБ 40	ЛБ40,6 5	ЛХБ 40
2 - 3	10 - 15	10,1	11,6	8,1	9,7	9,1	10,9	8,8	10,5	9,1	11,9
	15 - 25	8,5	9,6	6,8	8,0	8,1	9,5	7,5	8,9	7,8	10,3
	25 - 50	7,0	8,0	5,7	6,7	6,7	7,9	6,4	7,5	6,6	8,7
	50 - 150	5,7	6,7	4,8	5,7	5,5	6,6	5,4	6,4	5,5	7,4
3 - 4	10 - 15	14,4	17,6	11,7	13,5	12,7	14,8	11,3	13,4	11,6	15,4
	15 - 20	11,4	13,4	9,5	11,3	10,8	12,8	10,1	11,4	10,3	13,5
	20 - 30	9,9	11,4	7,9	9,4	9,1	10,9	8,8	10,5	9,0	11,8
	30 - 50	8,3	9,6	6,7	8,0	8,0	9,4	7,5	8,9	7,7	10,3
	50 - 120	6,8	7,8	5,5	6,6	6,5	7,7	6,3	7,4	6,4	8,5

Таблица П-9. Значение электрической мощности ламп накаливания при его установке в малом помещении при S<10 м^2

S, м^2	Мощность лампы, Вт, при освещенности, лк			
	10	20	30	50
2	25	60	60	100
4	40	60	100	150
6	40	100	100	150
8	60	100	150	200
10	60	100	150	200

Примечание. Таблица рассчитана для помещений, имеющих $\rho_n = \rho_i$ = 50% при h = 2,5 - 3 м.

П-10. Пример оформления листа графического материала в расчётно-графической работе



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ, ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	4
2. УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ	8
2.1. Характеристика помещений объекта	9
2.2. Светотехнический раздел	9
2.2.1. Выбор источников света и типа светового прибора	9
2.2.2. Выбор системы и вида освещения	10
2.2.3. Выбор нормируемой освещенности и коэффициента запаса	12
2.2.4. Размещение световых приборов	12
2.2.5. Определение мощности осветительной установки	12
2.2.5.1. Расчет освещения методом коэффициента использования	12
2.2.5.2. Расчет освещения по удельной мощности	17
2.2.5.3. Расчет освещения точечным методом	19
2.2.5.4. Расчет электрического освещения при помощи специализированных программ	22
2.3. Электротехнический раздел	24
2.3.1. Выбор схемы электроснабжения и напряжения питания осветительной установки	24
2.3.2. Компоновка осветительной сети	24
2.3.3. Выбор марки проводов и способов их прокладки	25
2.3.4. Выбор сечения проводов и кабелей	26
2.3.5. Выбор защитной аппаратуры	28
2.3.6. Разработка схемы управления	29
2.3.7. Выбор щита управления	30
2.4. Оформление графической части	30
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	30
ПРИЛОЖЕНИЯ	31

Составители:
Щеглов Иван Петрович
Ляпин Виктор Григорьевич
Никонов Сергей Александрович
Болотов Денис Сергеевич

СВЕТОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ

Методические указания
для самостоятельной и расчётно-графической работы

Редактор *М.Г. Девищенко*
Компьютерная верстка *В.Н. Зенина*

Подано в печать «__» _____2018 г. Формат 60x84 $^{1}/_{16}$
Объем 1,5 уч.-изд. л., 3,4 усл. печ. л.
Тираж 100 экз. Изд №___ Заказ ___

_____

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, кааб. 106.
Тел./факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru