

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт энергетический
Направление подготовки электроэнергетика и электротехника
Кафедра электрических

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Системы автоматического управления совмещенным освещением как ресурс энергосбережения в освещении

УДК 628.94.-025.26

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5B	Арстанбеков Бактыяр Алмасович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Овчаров Александр Тимофеевич	д.т.н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры Менеджмента	Сергейчик Сергей Иванович	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры Экологии и жизнедеятельности	Извеков Владимир Николаевич	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электрических сетей и электротехники	Прохоров Антон Викторович	к.т.н., заведующий кафедрой		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
Р1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем.
Р2	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетики и электротехники, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.
Р3	Уметь проектировать электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.
Р4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники, интерпретировать данные и делать выводы.
Р5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетики и электротехники.
Р6	Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической и электротехнической отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.
Универсальные компетенции	
Р7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетики и электротехники
Р8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях электроэнергетики и электротехники.
Р9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетики и электротехники.
Р10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
Р11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетики и электротехники с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
Р12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетики и электротехники.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический
 Направление подготовки (специальность) 13.04.02 «Электроэнергетика и
 электротехника»
 Кафедра Электрические сети и электротехника

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой ЭСиЭ
 _____ Прохоров А.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации <small>(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)</small>

Студенту:

Группа	ФИО
5АМ5В	Арстанбеков Бактыяр Алмасович

Тема работы:

Системы автоматического управления совмещенным освещением как ресурс энергосбережения в освещении	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<i>Объект исследования: статические характеристики нагрузки</i>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка группового управления системы автоматического управления для каждой модификации гибридного светильника. 2. Разработка методики расчета потенциала энергосбережения в системах совмещенного освещения с системой автоматического управления.
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Сергейчик С. И.

ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	Извеков В.Н.
Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке	Низкодубов Г.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Овчаров Александр Тимофеевич	д.т.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5B	Арстанбеков Бактыяр Алмасович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 105 страниц, 19 рисунков, 21 таблиц, 30 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: Система автоматического управления, искусственное освещение, естественное освещение, гибридный светильник, система совмещенного освещения.

Объектом исследования является система автоматического управления для совмещенного освещения как эффективное средство энергосбережения.

Цель работы – разработка системы автоматического управления для гибридных светильников как эффективное средство энергосбережения.

В процессе исследования проводилась разработка методики расчета потенциала энергосбережения в системах совмещенного освещения с САУ.

Степень внедрения: для применения в ССО на ГС.

Область применения: для ССО как ресурс энергосбережения.

Практическая значимость работы: основные результаты магистерской диссертации идут в основу разработки инновационной ССО и использование САУ для ГС с высоким качеством световой среды.

Оглавление

Введение	9
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО СВЕТА КАК ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ РЕСУРС В ПОМЕЩЕНИЯХ	10
1.1. Традиционные светопроемы	10
1.2. Полые трубчатые световоды	11
1.3. Совмещенное освещение помещений	13
1.4. Совмещенное освещение, интегрированное с САУ	16
1.5. САУ для ГССО	16
1.5.1. Аналоговое САУ	16
1.5.2. Цифровое САУ	17
1.5.3. Интеллектуальный интерфейс DALI	19
1.5.4. Передача данных и программирование системы	21
ГЛАВА 2. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ГИБРИДНОГО СВЕТИЛЬНИКА.	24
2.1. САУ как элемент конструкции ГС	24
2.2. Разработка группового управления САУ для каждой модификации ГС	25
2.3. Проектное решение	28
2.3.1. Разработка методики расчета потенциала энергосбережения в системах совмещенного освещения с САУ	28
2.3.2. Замена металлогалогенных светильников на светодиодные светильники	30
2.3.3. Внедрение «Системы естественного освещения Solatube»	32
2.3.4. Применение САУ	39
2.3.5. Применение в освещении ГС	43
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .	47
Введение	47
3.1. Описание проекта	48
3.2. Капиталовложение	49
3.3 Оценка эффективности исследования	53
4. «Социальная ответственность»	62

Аннотация	62
Введение	62
4.1. Профессиональная социальная безопасность.....	63
4.1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать <i>объект</i> исследования	63
4.1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований.....	64
4.1.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.	65
4.1.3.1. Механические опасности при разработке	65
4.1.3.2. Требования к помещениям для работы с ПЭВМ.....	66
4.1.3.3. Микроклимат.....	66
4.1.3.4. Шум.....	68
4.1.4. Электромагнитные излучения	69
4.1.5. Психофизиологические факторы	70
4.1.6. Электрический ток.....	71
4.2. Экологическая безопасность.....	72
4.2.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	72
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	72
4.3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.....	72
4.3.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при исследовании объекта.	73
4.3.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	74
4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	76
4.4.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	76
4.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	79
Заключение.....	85
Список публикаций	86
Список используемых источников:	87

Приложение А.....	89
Приложение Б	103

Введение

Актуальность работы. Жизнь в современном обществе без искусственного освещения немислима. По мере улучшения экономической ситуации, роста численности населения и расширения круглосуточной деятельности людей потребление электрической энергии (ЭЭ) на цели освещения возрастает и становится важнейшим социальным фактором в жизни общества. Одновременно надо учитывать то обстоятельство, что производство ЭЭ непосредственно связано с потреблением и переработкой природных ресурсов, как правило, сопряженных с нарушением экономического равновесия в природе и требует значительных инвестиций.

Новый вид освещения - «Гибридный светильник» с автоматической системой управления (САУ). Управление освещением осуществляется автоматически без участия человека, обеспечивается комфортная световая среда и снижение потребления электрической энергии. САУ в зависимости от естественного освещения регулирует искусственное освещение, тем самым поддерживая нормированный уровень освещенности на одном уровне. Экономия электрической энергии осуществляется за счет переходных периодов: утро – день, день – вечер.

Целью работы – разработка системы автоматического управления для гибридных светильников как эффективное средство энергосбережения.

Для достижения указанной цели решались следующие задачи:

1. Разработка группового управления светильниками с помощью САУ;
2. обеспечение комфортной световой среды ;
3. разработка методики расчета потенциала энергосбережения в системах совмещенного освещения.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО СВЕТА КАК ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ РЕСУРС В ПОМЕЩЕНИЯХ

1.1. Традиционные светопроемы

С давних времен уже известны такие системы естественного освещения в зданиях как:

- системы бокового естественного освещения, которые применяются в жилых и общественных зданиях, представляют собой обычные окна, ленточные остекление, витражи. Системы бокового естественного освещения применяются также во многих пролётных производственных зданиях для освещения крайних пролетов, а также в многоэтажных производственных зданиях и зданиях павильонного типа, имеющих один большой пролет;

- системы верхнего естественного освещения, которые применимы в одноэтажных промышленных зданиях для освещения средних пролетов верхнего этажа, а также в общественных зданиях (школы, библиотеки, торговые павильоны, спортивные залы, выставочные павильоны, вокзалы и др.).

Основные типы систем верхнего естественного света являются зенитные фонари или стеклянные потолки, которые в светлое время суток обеспечивают достаточный уровень освещенности на рабочем столе. Главным недостатком таких систем освещения является высокая теплоотдача, которая не регулируется и требует охладительные установки в помещении. А в холодное время представляют собой канал значительных тепловых потерь.

Традиционные вертикальные окна обеспечивают нормируемый уровень естественной освещенности в помещении только на расстоянии приблизительно 6 м от окна при асимптотическом убывании естественной освещенности по мере удаления от него. Очевидно, что для повышения её

значений в глубине помещения потребуется значительное увеличение размеров оконного проема. Это способствует увеличению естественной освещенности, созданию комфортной световой среды и экономии электрической энергии. Однако любое увеличение площади световых проемов ведет к охлаждению или нагреванию помещения, вызванных инфильтрацией и трансмиссионными потерями, что сводит к нулю достигнутую экономию электроэнергии.

И так в качестве энергосбережения традиционные виды естественного освещения не дали ожидаемых результатов. Здесь актуально внедрение инновационной техники и технологии, реализующей ресурс естественного света ПТС, которые не имеет указанных недостатков. [1]

1.2. Полые трубчатые световоды

На сегодняшний день ПТС стали широко применяться в странах Европы, северной Америки и в России. ПТС обеспечивают помещения естественным светом, создавая необходимый уровень КЕО и более равномерное распределение освещенности по всей площади помещения, чем с помощью традиционных вертикальных светопроемов. Высокий коэффициент отражения (передачи света) ПТС допускает транспортировку более 20 м и освещение помещений, недоступных для традиционных технологий (подвалы, центральные помещения широких зданий, находящийся на нижних этажах). Благодаря высокому качеству материалов и узлов современные ПТС имеют КПД до 99%, при общем КПД осветительные системы с ПТС до 83%.



Рисунок 1.1 – Применение ПТС в жилом доме

ОС с ПТС в России постепенно начинают утверждаться как эффективные средства энергосбережения и создания световой среды высокого качества. На отечественном рынке естественного освещения они представлены несколькими зарубежными компаниями: американской *Solatube International Ins.* (ОС *Solatube Daylighting Systems*), итальянской *Solarspot Internatinal S.r.l.* (ОС *Solrspot*) и чешской *lightway* (ОС *ALLUX*).

Продукция *Solatube International Ins.* Занимает до 80% мирового рынка ОС с ПТС. Эффективным стимулом для развития ОС *Solatube Daylighting Systems* выступает программа США по использованию альтернативных источников энергии. В России возлагаются надежды на действенность предпринимаемых усилий правительства и принятый в 2009 году закон №261 – ФЗ « Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», а также на подвижнические усилия наиболее прогрессивной части профессионалов строительного рынка.

Современные ОС с ПТС ведущих фирм мира, предназначенные для естественного освещения, доведены до высокого уровня совершенства и

укомплектованы опциями для создания комфортного светового климата в помещениях. Следует отметить их конструктивное сходство и примерно одинаковый уровень технического совершенства. В этой ситуации лидерство на рынке таких ОС определяется преимуществами технологического, эксплуатационного и ценового порядков.

Существенное преимущество *Solatube* перед традиционными светопроемами – значительное снижение теплопотерь в холодные периоды года и теплопоступлений в летнее время. Этим достигается дополнительная экономия энергии на отопление, вентиляцию и охлаждение помещений. Но главный экономический плюс *Solatube* – снижение затраты на искусственное освещение помещений. Световая эффективность ПТС в сравнении с традиционными световыми конструкциями (зенитные фонари, вертикальные окна) в 2 – 3 раза выше.

[3]

1.3. Совмещенное освещение помещений

Выбор параметров искусственной световой среды, длительно воздействующей на человека и существенно отличающейся по своим параметрам от естественной, необходимо увязать с составом и режимом естественного освещения. Это особенно важно, когда естественный и искусственный свет работают совместно. Такие условия создаются в утренние и вечерние часы, когда уровни наружной естественной освещенности не достаточны для обеспечения необходимых условий работы внутри помещения, а также в глубоких помещениях с боковыми светоприемами, в зонах с недостаточным естественным освещением. В зданиях с системами верхнего естественного освещения такие условия создаются из-за сознательного уменьшения площади зенитных фонарей с целью снижения теплопотерь зимой в северных районах или с целью ограничения солнечных теплопоступлений летом в южных районах. В зависимости от планировочного решения, геометрических пропорций и

назначения помещений различают пять схем совмещения естественного освещения с искусственным.

Схема 1 (рисунок 1.2 а) может применяться в небольших помещениях глубиной 6 – 8 м. Как правило, в рабочих кабинетах такой глубины существует небольшая зона, в которой невозможно обеспечить нормируемое значение КЕО. В этой зоне необходимо дополнительное искусственное освещение. Если источники света тщательно подобраны по спектральному составу, а осветительные приборы – по форме и расположению, то дополнительное искусственное освещение почти не заметно, и возникает впечатление, что помещение целиком оснащено естественным светом.

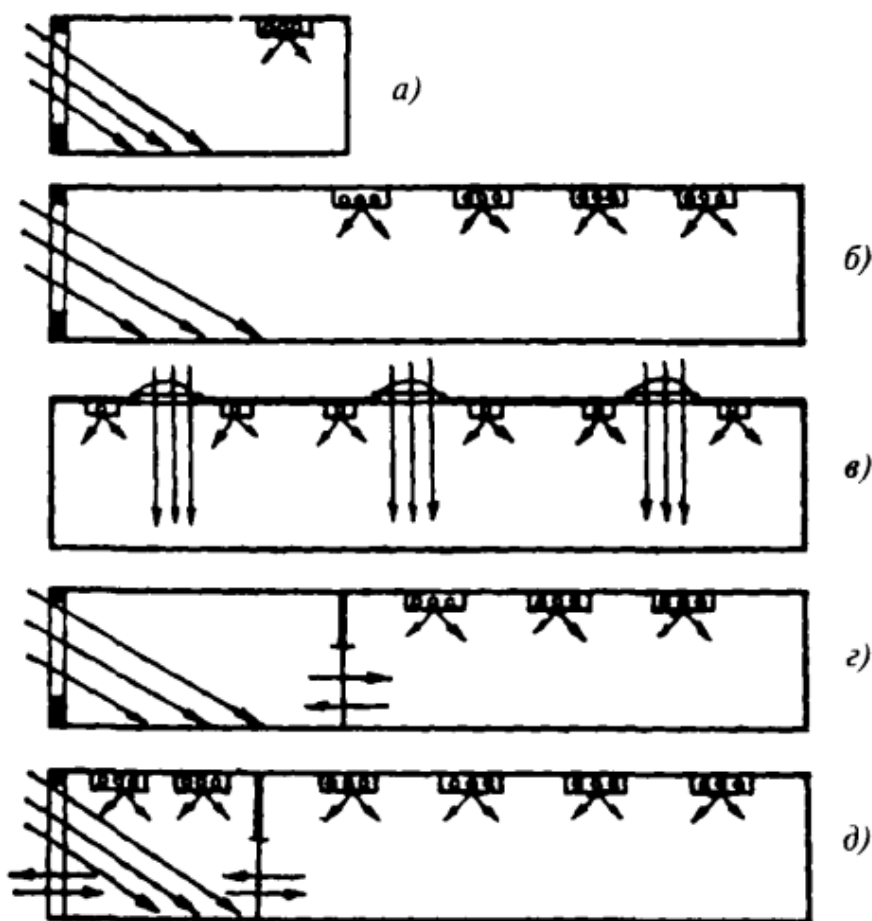


Рисунок 1.2 – Схемы совмещения естественного освещения с искусственным.

Схема 2 (рисунок 1.2 б) применяются в глубоких помещениях большой площади с боковым естественным освещением. В светлое время

суток достаточная естественная освещенность обеспечивается только в приоконной зоне на расстоянии не более чем 1,5 высоты от уровня рабочей поверхности до верха светопроема. В следствии низких значений КЕО на всей остальной площади помещения возникает необходимость в искусственном освещении в течении всего рабочего времени.

Схема 2 целесообразно для больших производственных помещений с боковым светопроемами, для помещений ландшафтных бюро, в торговых и выставочных залах. При этом уровни освещенности на большей площади этих помещений не зависят от колебаний наружной освещенности, однако за счет колебаний освещенности в приоконной зоне не возникает ощущение монотонности световой среды.

Схема 3 (рисунок 1.2 в) применяется в зданиях с верхним естественным освещением. Размещение осветительных приборов в этом случае должно увязываться с расположением световых проемов в покрытии. При наличии дополнительного искусственного освещения может быть экономически целесообразным увеличение неравномерности естественного освещения и снижение расчетных значений КЕО по сравнению с нормируемыми. Особенно целесообразно это может быть в районах с экстремальными климатическими условиями.

Схема 4 (рисунок 1.2 г) применяется в зданиях в которых интерьер делится на две зоны: одна из зон имеет достаточное естественное освещение, другая освещается одним искусственным светом. Освещение этих различных зон интерьера при постоянном движении людей из одной зоны в другую должно быть увязана между собой по интенсивности, спектральному составу и направлению световых потоков. Важно, чтобы переход из одного помещения в другое был как можно менее заметным.

Схема 5 (рисунок 1.2 д) применяется в помещениях, которые служат «световым шлюзом» между наружным пространством и интерьером, полностью лишенным естественного света (например, вестибюли бесфонарных производственных зданий, крупных торговых центров и

подземных сооружений). В этом случае важным фактором является градация интенсивности света между уровнями наружного естественного освещения и значительное более низкими уровнями в помещениях с одним искусственным освещением. []

1.4. Совмещенное освещение, интегрированное с САУ.

Для упрощения жизни человечество во многом заменяет автоматика, которая точно и качественно выполняют заданную функцию. Совмещенное освещение, интегрированное с САУ, имеет ряд следующих преимуществ:

- ✓ Улучшение комфортной световой среды за счет поддержания на постоянном уровне освещенности на рабочем пространстве не зависимо от изменения естественного света;
- ✓ Экономия электроэнергии;
- ✓ Управление совмещенным освещением без участия человека;
- ✓ Увеличение срока службы искусственного света (благодаря меньшему времени их использование);

Под САУ понимается датчик освещенности и контроллер, в зависимости от наружной освещенности датчик даёт сигнал на отключение либо включение ИС.

1.5. САУ для ГССО

1.5.1. Аналоговое САУ

Назначение интегрированных систем управления освещением - это, прежде всего, повышение энергоэффективности, улучшение комфорта жилья, улучшение эксплуатационных характеристик промышленных зданий. Исследования простых систем управления освещением на основе аналоговых датчиков показали, что такие системы могут эффективно снижать потребление энергии. Современные технологии управления

освещением обеспечивают еще большую экономию, обладают дополнительными возможностями и имеют ряд преимуществ по сравнению с простыми методами управления.

В основном на рынке систем управления освещением присутствуют производители компонентов (контрольные устройства, переключатели, балласты), а не технические решения. Часто эти компоненты не обеспечивают требуемых функциональных возможностей в системе. Прежде всего, это касается регулировки яркости осветительных устройств. То же самое следует отнести к усложнению установки электропроводки, сложности установки оборудования для управления дневным освещением. Эти обстоятельства приводят к сбоям в работе систем освещения, жалобам потребителей. Это, в общем, недостатки аналоговых систем управления освещением.

В последние лет 15 все системы управления освещением были аналоговыми. Расположение более или менее сложных систем несколько различалось и строилось по классической схеме автоматизации. Основой системы является, как правило, контроллер, с которым, с одной стороны, связаны разные датчики, а с другой исполнительные механизмы. Соединение между датчиками и контроллером чаще всего аналоговое, такое же соединение между приводами и контроллером.

Основной целью таких устройств является эффективное управление потреблением энергии. Ввод в эксплуатацию и конфигурирование таких систем является довольно сложным и даже более сложным, если в систему входит несколько таких аналоговых контроллеров для управления освещением.

1.5.2. Цифровое САУ

Чтобы преодолеть недостатки и трудности аналоговых систем, производители электроники начинают осваивать производство цифровых

систем управления освещением. Основным преимуществом цифровых систем по сравнению с аналоговыми системами является связь между отдельными устройствами, интегрированными в систему.

Цифровые системы не требуют отдельных проводов для связи, подавляющее большинство цифровых устройств могут использовать силовые кабели для передачи информации. Одним из последних достижений в области управления освещением является DALI (Digitally Addressable Lighting Interface — цифровой адресуемый интерфейс освещения), который представляет собой интерфейс, который позволяет интегрировать микроконтроллеры в осветительные балласты, чтобы сделать первый смелый шаг в цифровой мир.

К достоинствам цифрового управления можно отнести:

- Простота организации — организация групп управления никак не влияет на организацию питания светильников. Количество светильников на фазу ограничивается лишь требованиями ПУЭ по максимальному числу ламп соответствующей мощности;
- Гибкость конструкции - при необходимости вы можете изменить логику управления светильниками, количество и состав групп - это всего лишь изменение в программе цифрового контроллера шины управления. Нет необходимости перемещать какие-либо кабели. Подключение контроллера цифровой контрольной шины через шлюз к компьютеру или другому интеллектуальному устройству позволяет вам иметь почти неограниченное число световых сценариев и частоту их изменения;
- Расширяемость — возможность управления множеством мелких групп светильников, до одной штуки в группе, без существенного усложнения структуры;
- Простота монтажа — подключение новых устройств не сопровождается дополнительными операциями, кроме установки самих устройств,

подключения к шине и изменения программы контроллера цифровой шины управления;

- Унификация — все командные органы и исполнительные органы подключаются по единому принципу, совместимы с компонентами других производителей для того же протокола;
- Безопасность — нет необходимости подводить сетевое напряжение к выключателям, достаточно напряжения шины, которое всегда меньше допустимых 50 В;
- Удобство эксплуатации — исполнительные органы могут сообщать контроллеру о возникших неисправностях, а тот — формировать предупреждающий сигнал диспетчеру.

1.5.3. Интеллектуальный интерфейс DALI

Интерфейс DALI был разработан в 1999 году. Он заменил систему управления DSI (Digital Serial Interface). Поскольку DALI был задуман для контроля освещения, ведущие производители электронных балластов, в первую очередь Osram, Philips, Tridonic, Trilux, Helvar, приняли участие в разработке системы.

Управление освещением можно рассматривать как своеобразное искусство, которое может потребоваться при освещении театральных сцен, производственных помещений, улиц и, наконец, жилых помещений. В последнее время «умный дом» становится все более популярным и распространенным. Таким образом, система управления освещением является одним из ее компонентов. В качестве такой части практически идеально подходит система DALI.

Выбор параметров любой системы управления продиктован заданием, которое должно быть выполнено с его помощью. Важно, чтобы новая система могла просто интегрироваться в уже существующую, объединиться с ней, работать вместе, а не вместо этого. С точки зрения

интеграции в другие системы управления система DALI достаточно проста и экономична.

Система управления освещением, основанная на интерфейсе DALI, может быть легко интегрирована в различные системы автоматизации управления зданием, такие как LON, BACNet, KNX / EIB. Для такой ассоциации многие фирмы выпускают шлюзы KNX-DALI и LON-DALI. Это объединение позволяет сократить время на установку системы, сделать ее, как правило, менее дорогостоящей, а также более гибкой в управлении.

Стандарт протокола и оборудование DALI предназначены только для управления освещением, что указывает на узкую специализацию этой системы. Поэтому, в целом, система оказалась высокоэффективной и недорогой. Соединение устройств с использованием протокола DALI показано на рисунке 1.3.

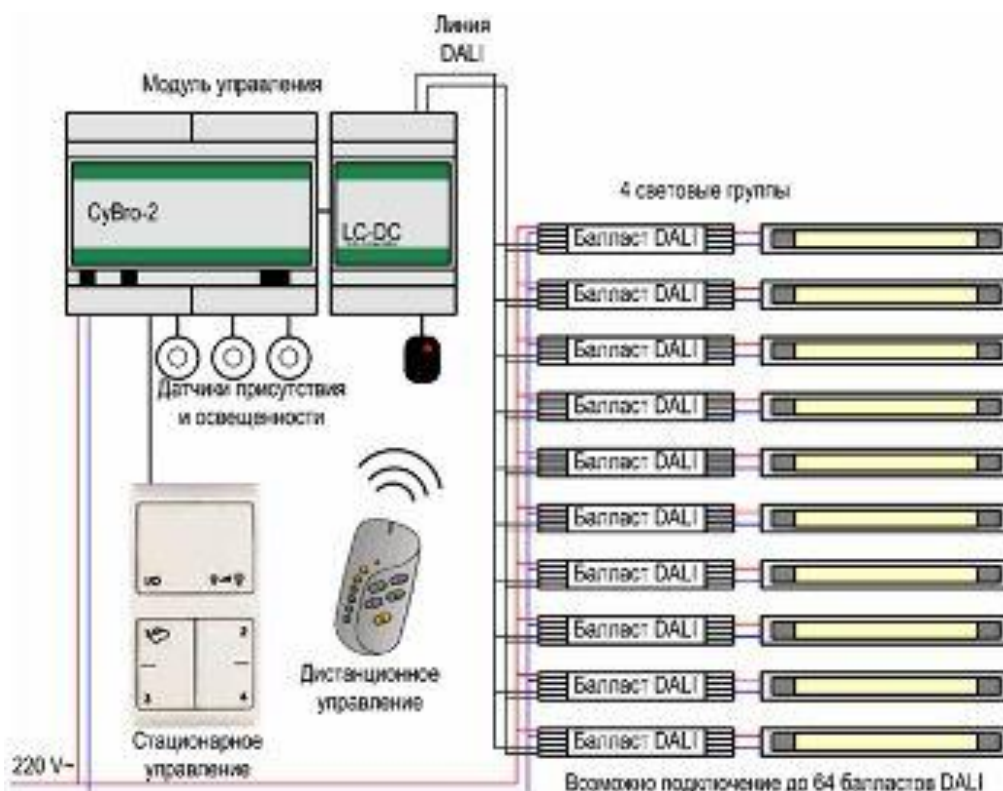


Рисунок 1.3 – Структурная схема системы DALI.

1.5.4. Передача данных и программирование системы

В настоящее время система DALI стандартизирована в соответствии со стандартом IEC 60929. Как показано на рисунке 1, соединение между контроллером DALI и отдельными устройствами осуществляется по двухпроводной линии. Линия интерфейса DALI является двунаправленной, что позволяет передавать информацию как от контроллера к периферийным устройствам, так и наоборот. Для передачи данных используется постоянное напряжение экстремально низкого значения 22,5В. При этом полярность подключения линии к различным устройствам значения не имеет, а сама линия имеет защиту от напряжения осветительной сети. Помехозащищенность линии такова, что она может располагаться в силовом кабеле и даже просто использовать свободные проводники этого кабеля.

Сеть, основанная на шине DALI, не имеет центрального процессора, то есть децентрализованного. Эта организация позволяет подключать к этой сети любые устройства, разработанные для работы с шиной DALI. Такие устройства, как правило, имеют встроенную энергонезависимую память, которая позволяет хранить различную информацию. Прежде всего, это адрес устройства, информация об устройстве и состоянии подключенных к нему приборов, а также целые наборы команд, также называемые сценариями.

Программирование системы в целом довольно просто. Каждое сообщение, которое устройство получает от контроллера DALI, состоит из двух частей, адресов и команд. В общем, команда может выглядеть так: {Device_0022, 25%}. Это означает, что устройство с адресом 0022 должно включить свет с мощностью 25%. В сценарии содержится некоторая последовательность команд, например, OFF, 10%, 50%, 100%, 50%, 10%. Согласно этому набору команд требуется отключить указанную группу, а затем изменить мощность, согласно указанной в процентах. Команды,

передаваемые по линии связи, могут быть индивидуальными для каждого устройства, для группы устройств или для всех устройств одновременно (широковещательная передача).

Протокол DALI построен таким образом, что можно адресовать непосредственно 64 устройства, подключенные к одной линии управления.

Один блок управления DALI может воспроизводить до 16 световых сценариев и получать и хранить информацию о различных параметрах системы: исправность светильников, включение или выключение светильника, заданный уровень освещенности.

Электронные балласты DALI автоматически находят управляющее устройство, в то время как различные настройки хранятся внутри балластов. Прежде всего, это устройства адресации, световые сценарии, группировка, скорости затемнения, значения мощности аварийного освещения.

В рамках системы DALI предусмотрены датчики движения, присутствия и освещения, что несколько расширяет функциональность устройства в целом. Благодаря этому можно программировать световые сцены с дневным освещением. Датчики движения запрограммированы на время отклика до 30 минут.

Программирование и управление устройством достаточно просто и осуществляется кнопками с замыкающим контактом. Внешний вид контроллера DALI показан на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 – Пульт управления DALI контроллера.

В случае сбоя питания DALI контроллер запоминает текущее состояние, а при возобновлении питания автоматически восстанавливает последнее рабочее состояние. Таким образом, неисправность в системе не возникает. [5]

ГЛАВА 2. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ГИБРИДНОГО СВЕТИЛЬНИКА.

2.1. САУ как элемент конструкции ГС

Высокая эффективность совмещенного освещения привела к идеи созданию ГС, интегрирующего в единую конструкцию все три компонента: естественный, искусственный свет и система автоматического управления (САУ).[2]

В качестве САУ выступает: датчик постоянной освещенности и система шин Dali, специально разработанный фотодатчик для ГС.

Имеется пять конструкций ГС в зависимости от модификаций ПТС:

- 1) Конструкция №1 – гибридный светильник DS 1;
- 2) Конструкция №2 – гибридный светильник DS/M74;
- 3) Конструкция №3 – гибридный светильник DS/УМ74;
- 4) Конструкция №4 – гибридный светильник M74;
- 5) Конструкция №5 – гибридный светильник M74/M94;

Итак, в каждом унифицированном светодиодном модуле будет блок питания мощностью 35 Вт. С помощью этих блок питания управляются светодиодные модули в пределе от 0 до 100% от мощности в зависимости наличия естественного света. Управление этих датчиков осуществляется через шину Dali, к которой подключены все ГС, а также датчик

постоянной освещенности. По системе шин DALI можно задавать команды на 64 кластеров (Балласты), в каждом кластере по два источника питания со светодиодными модулями.

2.2. Разработка группового управления САУ для каждой модификации ГС

Задачи, решаемые при групповом управлении ГС с помощью САУ:

- Повышенная стабильность системы;
- Надежность управления;
- Стабильность освещения;
- Стабильность на изменяющие факторы (естественный свет);

Таблица 2.1 – Данные по световому потоку, модификаций для ГС

Модели ГС	Световой поток естественного света, лм
Конструкция 1 (350/530)	9 100 (макс.)
Конструкция 2 (530/740)	13 500 (макс.)
Конструкция 3 (530/усилитель)	15 500 (макс.)
Конструкция 4 (740/усилитель)	21 500 (макс.)
Конструкция 5 (740/M94)	18 500 (макс.)

Рассчитаем количество светильников, которым может управлять один САУ для разных модификаций ГС.

Световой поток одного светодиодного модуля равняется:

Светодиодные модули с мощностью 30 Вт.

Максимальный световой поток для конструкции 4 составляет 21500 лм, с учетом коэффициента запаса 20% находим полный световой поток:

Тогда количество светодиодных модулей в одном светильнике равняется:

Общая мощность в одном светильнике равняется:

Управляемая мощность САУ составляет 3,84 кВт, тогда один САУ для модели М74 может управлять:

Данные по другим моделям приведены ниже в таблице 2.2.

Таблица 2. 2– Данные по расчету группового управления.

Модель ГС	световой поток ИС	Количество светодиодных модулей	Мощность светильника	Количество управляемых САУ
Конструкция 1 (350/530)	12 740	4	132	29
Конструкция 2 (530/740)	18 900	6	198	19
Конструкция 3 (530/усилитель)	21 700	8	264	14
Конструкция 4 (740/усилитель)	30 100	10	330	10
Конструкция 5 (740/М94)	25 900	8	264	14

Результаты, приведенные в таблице, показывают, что при максимальном использовании светодиодных модулей в одном светильнике в зависимости от требуемой освещенности в помещении потребляемая мощность изменяется.

Приведена структурная схема системы шин Dali для ГС конструкции 4 на рисунке 2.1.

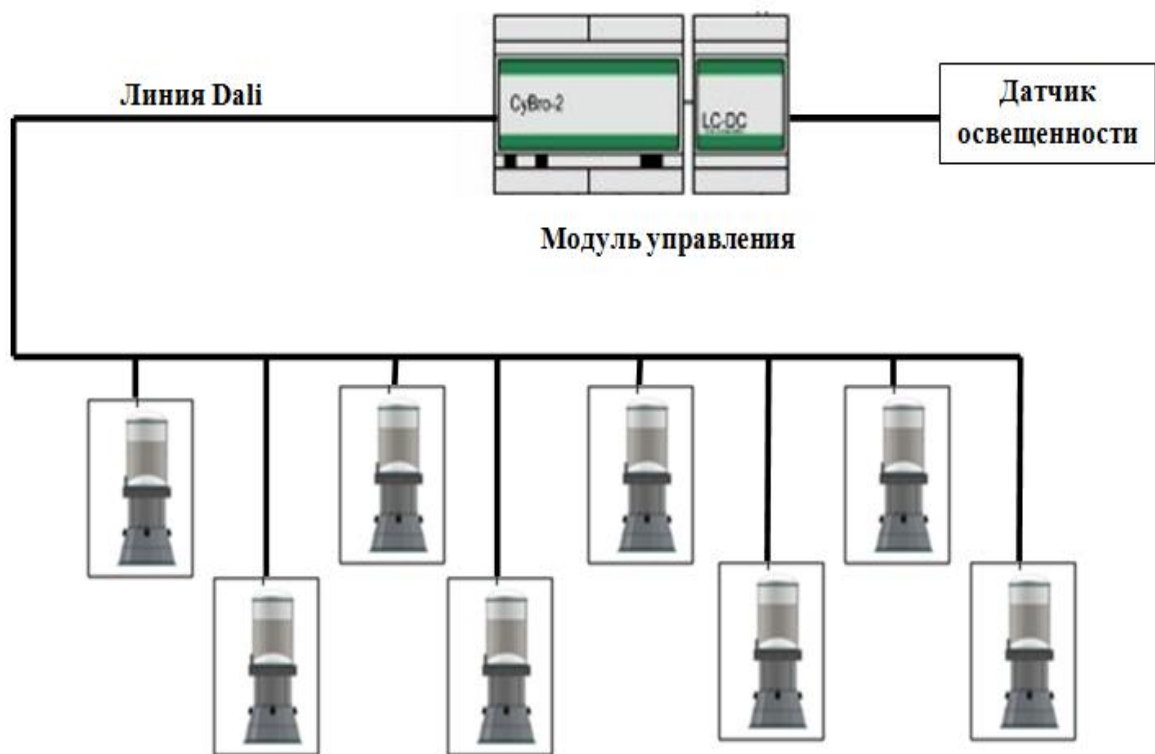


Рисунок 2.1 – Структурная схема системы шин Dali для ГС

2.3. Проектное решение

2.3.1. Разработка методики расчета потенциала энергосбережения в системах совмещенного освещения с САУ

Производим расчет мероприятий с целью показать экономию электроэнергии на освещении. Приведем четыре этапа мероприятий:

- Замена на светодиодные светильники;
- Внедрение системы естественного света *Solatube*;
- Применение САУ;
- Применение в освещении ГС;

Пусть нам дан объект «Торговый центр» в городе Томск, площадь которого равна 5000м^2 . Для Торгового центра выполняются предполагаемые работы по реконструкции осветительной системы с целью достижения максимальной энергоэффективности. За базовый вариант примем светильники на МГЛ рисунок 2.2. Торговый центр работает 12 часов в сутки с 09:00 до 21:00 без выходных и праздников.



Рисунок 2.2 – МГЛ 400Вт

Методика расчета эффективности мероприятия

1. Расчетное потребление электроэнергии за год на освещение помещений составляет, кВт ч:

(2.1)

где N [шт.] – количество ламп в помещении;

P [Вт] – мощность лампы;

t [ч] – время работы системы освещения за год

(2.2)

где E [лк] – освещенность внутри помещения;

S [лк] – площадь помещения;

Φ [лм] – световой поток лампы;

K_z – коэффициент запаса;

$K_{и}$ – коэффициент использования;

- КПД светильника;

2. Экономия электроэнергии при внедрении мероприятий будет равна, кВт ч:

(2.3)

3. Годовое потребление в денежном выражении составит, руб.:

(2.4)

где $T = 4$ [руб./кВт ч] – тариф за электрическую энергию .

4. Экономия электроэнергии при внедрении мероприятий будет равна, в денежном выражении, руб.:

(2.5)

Пример расчета:

Параметры:

Световой поток – $\Phi=42000$ лм

Коэффициент использования – $K_{и}=0,7$

Коэффициент запаса – $K_{з}=1,4$

Световая отдача – 105 лм/Вт

Коэффициент ПРА – $=1,2$



Рисунок 2.3 – Светильник для МГЛ

Количество светильников, шт.:

Суммарная мощность потребляемая светильниками:

Расчетное потребление электроэнергии за год на освещение помещений составляет, кВт ч:

Годовое потребление в денежном выражении составит, руб.:

2.3.2. Замена металлогалогенных светильников на светодиодные светильники

Использование металлогалогенных ламп для освещения помещений приводит к значительному перерасходу электрической энергии.

Срок службы светодиодных ламп в 2-3 раза больше, чем у металлогалогенных ламп. Замена на светодиодные лампы гарантированный выигрыш во всех отношениях.

Расчет годовой экономии электроэнергии при внедрении светодиодных
светильников:

Выбранный светодиодный светильник, подходящий для торгового
центра.

Параметры:

LED – Диора, 110 Craft

Мощность – $P=110$ Вт

Световой поток – $\Phi=12400$ лм

Коэффициент использования – $K_{и}=0,8$

Световая отдача – 112 лм/Вт

Коэффициент ПРА – $=1,08$



Рис.2.4 – Светодиодный светильник

Количество светильников, шт.:

Суммарная мощность, потребляемая светильниками:

Замена лампы металлогалогенных на светодиодные позволит получить
расход энергии, кВт ч:

кВт ч

Экономия электроэнергии при внедрении мероприятий будет равна:

Годовое потребление в денежном выражении составит, руб.:

руб

Годовая экономия электроэнергии при внедрении мероприятий будет
равна, руб.:

Вывод: при замене металлогалогенных светильников на светодиодные светильники экономия электроэнергии составляет 56 785,8 , в денежном выражении 227 144 рубля в год.

2.3.3. Внедрение «Системы естественного освещения Solatube»

Солнечное освещение *Solatube Daylighting Systems*. Инновационная система Solatube® меняет подход к повседневному процессу освещения помещений естественным солнечным светом.

Принцип работы светильников дневного света основан на передовых современных технологиях, которые позволяют передавать в помещение наибольшее доступное количество солнечного света. Благодаря технологии Solatube солнечный свет может осветить различные закрытые помещения или увеличить яркость уже существующих источников освещения. Добавьте сюда тот факт, что ваши вложения будут разовыми, далее одна только экономия - даже в пасмурную погоду в помещение будет попадать дневной свет. И все это без энергозатрат. В часы когда отсутствует солнце пользуемся светодиодными светильниками.

Почему Solatube? Самая главная и основная причина это здоровье человека, тем более в нашем современном мире, где техника оказывает повышенное влияние на здоровье людей. Внедрение Solatube® на какую-то долю обеспечивает тем естественным светом, в котором нуждается человек. По СанПиН «Естественное и искусственное освещение» помещения, где прибывают люди, должны быть оснащены естественным светом. И, конечно же, экономия энергии при ясном свете солнца. Все эти основные критерии подтолкнули нас к внедрению Solatube.

1. Solatube M 74, 740 мм высота потолка выше 6 метров
2. Solatube 530 мм высота потолка ниже 6 метров
3. Solatube 350 мм высота потолка до 4 метров
4. Solatube 250 мм высота потолка ниже 3 метров

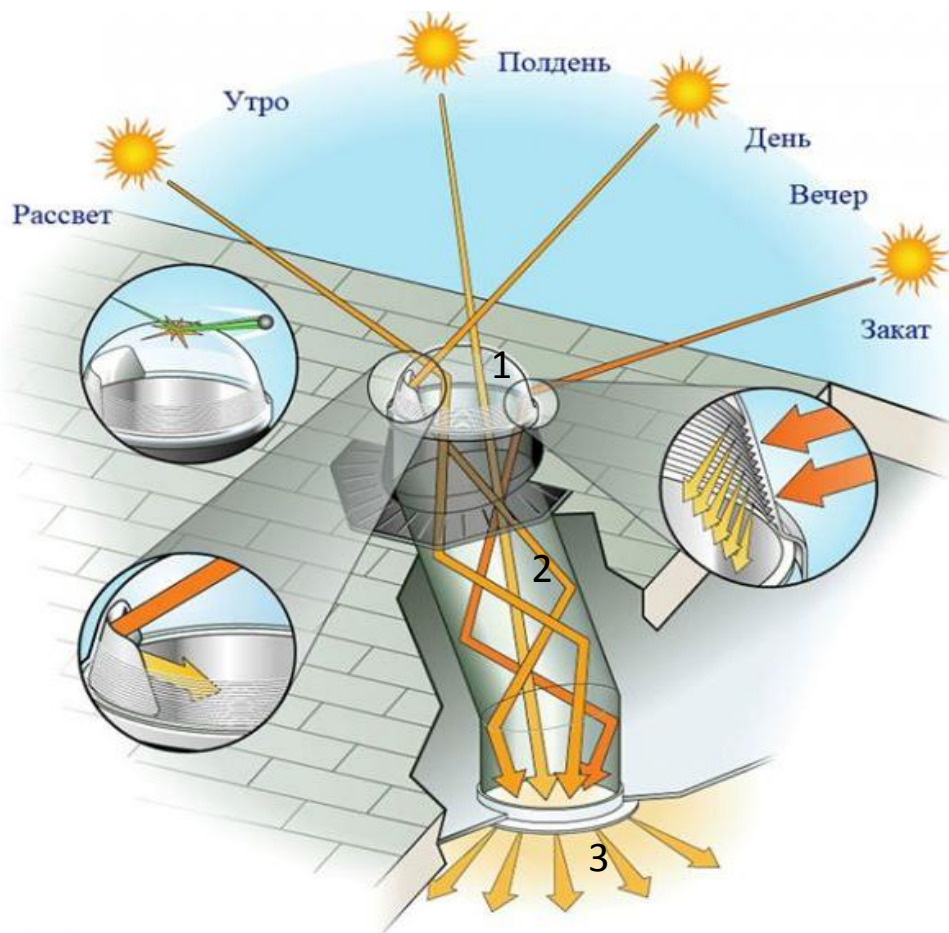


Рисунок 2.5 – Принцип действия системы Solatube

Принцип действия системы Solatube

- 1) Светособирающий купол беспрепятственно пропускает солнечный свет;
- 2) Световод с коэффициентом отражения 99,7%, в результате многократного отражения через полость световода передает весь свет на диффузор;
- 3) Диффузор обеспечивающий равномерное рассеивание света в помещении.

Расчет годовой экономии электроэнергии при внедрении Solatube:

Светодиодные светильники остаются, дополнительно ставим Solatube. В нашем случае внедряем Solatube M74.



Рисунок 2.6 – Solatube® M74

Параметры «Solatube®»:

Световой поток – $=35000$ лм

Коэффициент использования – $K_{и}=0,8$

Освещенность внутри помещения – $E=400$ лк

Коэффициент ПРА – $=1,08$

Коэффициент запаса естественной освещенности - $[СНиП 230595$
таблица 3]

Площадь захвата лучей в коллекторе – $S=1,476$

Чтобы внутренняя освещенность не было ниже нормы мы находим освещенность с наружи, при которой внутри помещения освещенность будет соответствовать требуемой:

Где: – коэффициент потери на диффузоре

 – коэффициент прозрачности купола

Если освещенность внутри помещения снизится или повысится, то переключения осуществляются в ручную на усмотрение персонала. Для томской области было измерена наружная освещенность, для каждого месяца. Измерения проводились при ясном небе, результаты измерения приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Наружная освещенность в городе Томск

время	Освещенность снаружи при ясном небе											
	Январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
9:00	300	600	25600	35000	41000	50500	48200	45000	28000	23400	6100	0
10:00	5300	23450	43700	47100	59200	67800	65900	52000	44800	33300	14400	5030
11:00	14100	27660	49850	58000	69000	78800	76400	63000	57600	40420	21470	11480
12:00	15860	33000	51860	62000	73800	85900	82800	71300	67000	42300	22950	13040
13:00	14100	27600	49900	70100	84300	95100	90600	74900	72400	36980	21300	11000
14:00	5300	23500	43700	66900	79000	88900	86100	73600	66000	30190	14000	7000
15:00	3810	13800	33120	60100	71200	82300	83600	64500	59200	20460	7410	2000
16:00	1600	5500	25000	48000	60900	78900	77100	53200	45100	8820	990	200
17:00	320	3100	17000	38000	51000	68500	67100	44000	32600	3900	130	0
18:00	0	1200	10500	35100	39000	49600	45000	38100	23500	320	0	0
19:00	0	200	4800	11300	20800	32400	30600	18600	9200	0	0	0
20:00	0	0	490	1510	5800	16300	14000	7000	250	0	0	0
21:00	0	0	0	230	1250	7400	6100	1800	0	0	0	0

Из таблицы 2.3 находим промежуток работы Solatube за один день, время работы только за счет естественного освещения, и время работы только искусственного освещения результаты по всем данным приведена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Время работы каждой системы за один день

Месяц	Solatube промежуток работы за день, ч	Естественное освещение, ч	ИС, ч.	Время когда естественного света нету , ч.
Январь	0	0	12	4
Февраль	11:00 до 13:30	2,5	9,5	2
Март	9:30 до 16:30	7	5	1
Апрель	9:00 до 18:00	9	3	0
Май	9:00 до 18:30	9,5	2,5	0
Июнь	9:00 до 19:00	10	2	0
июль	9:00 до 19:00	10	2	0
Август	9:00 до 18:00	9	3	0
Сентябрь	9:30 до 17:00	7,5	4,5	1
Октябрь	10:00 до 15:00	5	7	3
Ноябрь	0	0	12	4
Декабрь	0	0	12	6

Количество светильников, шт:

Суммарная мощность потребляемая светильниками:

Расход энергии считаем для каждого месяца отдельно, потому что освещенность снаружи для каждого месяца разное, январь в кВт ч:

кВт ч

Где время работы светильников находится из следующей формулы:

(2.6)

– Рабочие время торгового центра за текущий месяц

– Время работы Solatube за текущий месяц

Результаты по каждому месяцу в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Результат по расходу энергии на месяц.

месяц	,ч	,ч	,ч	, Вт	Q, кВт ч
январь	0	372	372	47995,2	17 854,2
Февраль	72,5	348	275,5		13222,7
Март	217	372	155		7439,25
Апрель	270	360	90		4319,6
Май	294,5	372	77,5		3719,6
Июнь	300	360	60		2879,7
июль	310	372	62		2975,7
Август	279	372	93		4463,6
Сентябрь	225	360	135		6479,3
Октябрь	155	372	217		10414,96
Ноябрь	0	360	360		17278,3
Декабрь	0	372	372		17854,2

Суммарный потребление за год :

Экономия электроэнергии при внедрении мероприятий будет равна:

Годовое потребление в денежном выражении составит, руб:

руб

Годовая экономия электроэнергии при внедрении мероприятий будет равна,
руб.:

Вывод: при внедрении Solatube экономия электроэнергии составляет 175 957,89 , в денежном выражении 703 832 рубля в год.

2.3.4. Применение САУ

В торговом центре, где уже применяются светодиодные светильники с Solatube, внедряем САУ для достижения максимального энергосбережения за счет естественного света. В качестве системы автоматического управления (САУ) мы будем пользоваться системой шин Dali для управления датчиком постоянной освещенности. С помощью САУ идет экономия энергии за счет эксплуатации режима искусственного света в дневное время.

Датчики постоянной освещенности предназначены для поддержания заданного уровня освещенности в помещении путем регулирования мощности искусственного освещения в зависимости от уровня естественного света.

На рисунке 2.7 показано регулирование искусственным светом с помощью САУ. Желтый цвет это естественное освещение, а зеленый искусственное, в процентном соотношении показан уровень освещенности за сутки. Как показано на рисунке в пиковое время солнца с 11 до 16 искусственный свет практически не используется, в это время идет экономия энергии 100%. А в остальное время с восхода до заката, искусственное освещение используется столько, насколько необходимо для поддержания нормы освещенности внутри помещения.

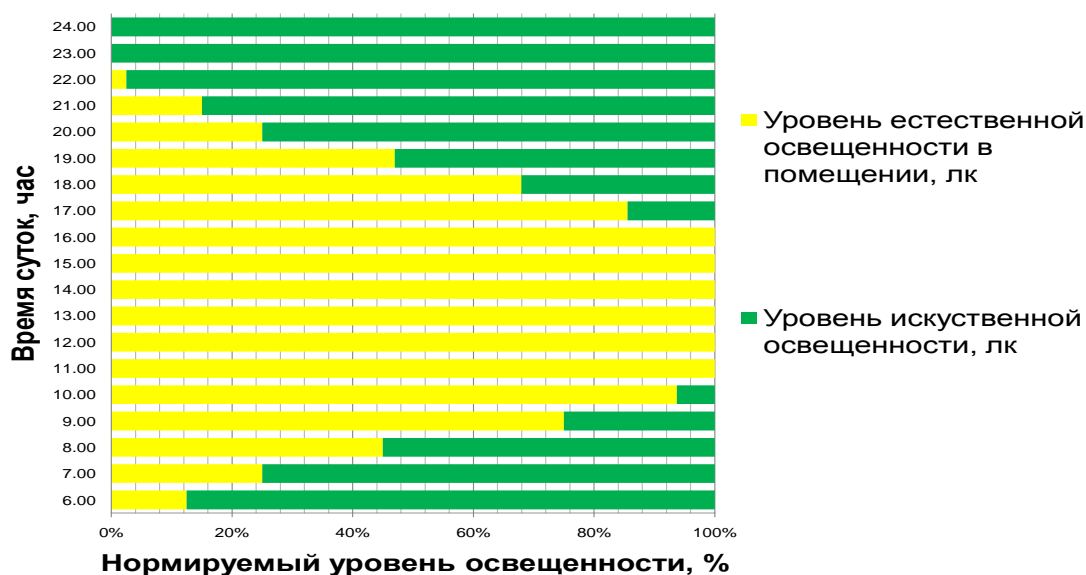


Рисунок 2.7 – Регулирование искусственным светом с САУ.

Расчет годовой экономии электроэнергии при внедрении САУ:

Параметры по Solatube и LED остаются те же самые. С целью экономия, когда естественное освещение ниже нормы мы пользуемся САУ. Количество САУ столько же, сколько и «Solatube». САУ управляет искусственным светом в зависимости от естественного света, поддерживая нормированный уровень освещенности в помещении.

Определим время работы САУ для каждого месяца в году. Известна освещенность в каждый промежуток времени в рабочее время торгового центра. Из имеющихся данных находим время работы САУ и потребляемую мощность светильников.

Время работы САУ находим из следующей формулы:

$$(2.7)$$

- Где:
- Рабочие время торгового центра за текущий месяц
 - Время работы Solatube за текущий месяц
 - Время когда ИС работает на полной мощности за текущий

месяц

Таблица 2.6 – Время работы САУ за каждый месяц

Месяц	,ч	,ч	, ч.	, ч
Январь	372	0	124	248
Февраль	348	72,5	58	217,5
Март	372	217	31	124
Апрель	360	270	0	90
Май	372	294,5	0	77,5
Июнь	360	300	0	60
июль	372	310	0	62
Август	372	279	0	93
Сентябрь	360	225	30	105
Октябрь	372	155	93	124
Ноябрь	360	0	120	240
Декабрь	372	0	186	186

Формула для расчета потребляемой мощности светодиодных светильников с участием САУ:

Где: - время работы САУ за каждый месяц таблица 2.6

- потребляемая мощность при работе САУ

Потребляемая мощность при работе САУ определяется в зависимости от освещенности снаружи, в переходных периодах. Когда нормированная освещенность в помещении не обеспечивается, САУ включает светодиодные светильники на такой мощности чтобы обеспечить 400 лк внутри помещения.

Расчет для января:

Результаты по остальным месяцам приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Расход энергии за год с участием САУ

Месяц	, ч.	, Вт		, кВт ч	, кВт ч
Январь	248	41 857,8	124	16 332,1	54 403,5
Февраль	217,5	27 739,6	58	8817,1	
Март	124	25 760,1	31	4682,1	
Апрель	90	41 041,2	0	3693,7	
Май	77,5	33 143,4	0	2568,6	
Июнь	60	29 037,1	0	1742,2	
июль	62	31 916,8	0	1978,8	
Август	93	33 383,3	0	3104,6	
Сентябрь	105	23 617,6	30	3919,7	
Октябрь	124	29 789	93	8157,4	
Ноябрь	240	28 663,8	120	12 638,7	
Декабрь	186	36 624,9	186	15739,3	

Экономия электроэнергии в год при внедрении мероприятий будет равна:

Годовая потребление в денежном выражении составит, руб:

руб

Годовая экономия электроэнергии при внедрении мероприятий будет равна, руб.:

Вывод: При внедрении САУ экономия составило 212 601,3 а в денежном выражении 850 406 рублей.

2.3.5. Применение в освещении ГС

Инновационное решение приводит к простоте и удобству в обслуживании ГС, в котором объединены все мероприятия, которые изложены ранее. В качестве искусственного света для всех модификаций ГС были изготовлены унифицированные светодиодные модули.

Светодиодные модули будут установлены внутри *Solatube* с целью удобства в обслуживании, так как потолки в помещении выше шести метров.

Параметры:

Светодиодные модули: LED – CXA 3590

Мощность светодиодного модуля – $=30$ Вт, для ГС принимается от 1 до 20 шт. модулей в зависимости от светового потока.

Световой поток – $\Phi=3000$ лм

Световая отдача – 122 лм/Вт

Гибридный светильник:

КПД светильника – $=0,9$

Коэффициент использования – $K_{и}=0,8$

Коэффициент ПРА – $=1,08$

Коэффициент запаса естественной освещенности - [СНиП 230595
таблица 3]

Расчет годовой экономии электроэнергии при внедрении гибридного
светильника:

Количество светильников 86 шт. столько же, что и в *Solatube*. Рассчитаем световой поток, который создает освещенность внутри помещения 400лк:

Количество модулей в одном ГС:

Мощность светодиодных модулей в одном ГС:

Потребляемая мощность всех ГС :

Вт

Потребляемая электроэнергия светильниками за каждый месяц с участием САУ, рассчитывается по формуле:

Где: $t_{\text{исп}}$ – время используемая светодиодных модулей на полной мощности в месяц, ч;

$P_{\text{посл}}$ - потребляемая мощность после внедрения САУ от общей мощности

$t_{\text{САУ}}$ - время работы САУ в месяц

Результаты по расходу энергии приведены ниже в таблице 5.

Таблица 2.8 – Расход энергии за все месяцы в году ГС

Месяц	, ч.	, Вт		, кВт ч	, кВт ч
Январь	248	43 801,6	124	16 270,2	40 828,5
Февраль	217,5	29 027,8	58	9 226,5	
Март	124	26 956,3	31	4 899,5	
Апрель	90	42 947,1	0	3 865,23	
Май	77,5	34 682,5	0	2 687,9	
Июнь	60	30 385,5	0	1 823,1	
июль	62	33 399	0	2 070,7	
Август	93	34 933,6	0	3 248,82	
Сентябрь	105	24 714,4	30	4 101,72	
Октябрь	124	31 172,4	93	8 536,2	
Ноябрь	240	29 994,9	120	13 225,65	
Декабрь	186	38 325,7	186	16 101,4	

Экономия электроэнергии в год при внедрении мероприятий будет равна:

Годовое потребление в денежном выражении составит, руб.:

руб

Годовая экономия электроэнергии при внедрении мероприятий будет равна:

Вывод: Экономия ГС составило 226 176,3 кВт ч, а денежном выражении 904 706 рубля.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5AM5B	Арстанбеков Бактыяр Алмасович

Институт	ЭНИН	Кафедра	Электрические сети и электротехника
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника/Энергосбережение и энергоэффективность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Определить затраты: - На материалы и покупные изделия - На эксплуатацию датчиков постоянной освещенности
---	--

2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Не используется
---	-----------------

3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Оценка научно-технического уровня проекта
--	---

2. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет.</i>	Не разрабатывается
--	--------------------

3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Определение экономической эффективности
--	---

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>«Портрет» потребителя результатов НТИ</i>	
2. <i>Таблицы оценки вариантов проведения исследования</i>	
3. <i>График проведения и бюджет НТИ</i>	
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</i>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сергейчик С.И.	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5B	Арстанбеков Бактыяр Алмасович		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности (потенциала) разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований. Через такую оценку ученый может найти партнера для дальнейшего проведения научного исследования, коммерциализации результатов такого исследования и открытия бизнеса.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, чтобы удовлетворить потребителя, каков бюджет научного проекта, сколько времени потребуется для выхода на рынок и т.д.

Целью данного раздела является определение оценки коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, а также планирование и формирование бюджета научных исследований, определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

В разделе рассмотрена экономическая эффективность «Системы автоматического управления» для «Гибридных светильников».

3.1. Описание проекта

Использование электрической энергии на цели освещения во всех отраслях народного хозяйства составляет 14%. Долевое участие осветительной нагрузки в структуре потребления электрической энергии в бытовой, коммерческой и бюджетной сфере различно и изменяется в пределах 12-30% применительно к отдельным организациям, предприятиям или домохозяйствам.

В подавляющем большинстве регионов РФ сохраняется практика нерационального использования бюджетных средств, при возведении новых и капитальном ремонте существующих зданий. Действующий свод правил проектирования общественных зданий и сооружений не предусматривает применение энергетически эффективного осветительного оборудования общего назначения (отсутствуют указания на соблюдение требований энергетической эффективности), что ведет в свою очередь к существенному неэффективному расходованию бюджетных средств на этапе эксплуатации здания.

Необходимость совершенствования и модернизации существующих систем освещения обусловлена огромным потенциалом энергосбережения – снижение расхода электрической энергии до 80%.

Новое инновационное решение в сфере освещения «Гибридные светильники» (ГС), естественный свет, искусственный свет и система автоматического управления (САУ). В качестве искусственного света используется светодиодные модули, параметры которых превышает любых осветительных установок в данное время. Естественный свет за счет неограниченного ресурса солнца, позволяет не только экономить на 100% когда солнце в зените, но и оказывает существенное влияние на психоэмоциональное состояние людей, снижает утомляемость и повышает производительность труда. С помощью САУ достигается максимальное

энергосбережение за счет переходных периодов солнца. Именно САУ играет важную роль в ГС, увеличивает срок службы светодиодных модулей, за счет постоянства освещенности в помещении создается комфортная световая среда.

3.2. Капиталовложение

Рассчитываем для объекта описываемого в основной части диссертации, объект площадью 5000 кв. метров. Расчёт проводим только для системы автоматического управления, основными компонентами которого являются: датчик постоянной освещенности и система шин Dali.

Количество датчиков 12шт и система шин Dali стоимость которых приведены ниже в таблице 1.

Таблица 3.1 – Первичные расходы

Наименование работ	Количество шт.	Стоимость одной шт. руб.	Общая стоимость, Руб.
Датчик	12	3000	36 000
Установка и настройки датчиков	1	20 000	20 000
Итого			56 000

Суммарное годовое потребление электрической энергии осветительными установками в течение года без участия САУ.

Если освещенность будет ниже то включаются искусственный свет. Приведем таблицу, где указаны, сколько часов работает искусственный и сколько часов работает естественный свет.

Таблица 3.2 – Время при котором работает *Solatube*

Месяц	«Solatube» время работы, ч.	Естественное освещение, ч	Искусственное освещение ч.	Совмещенное освещение (САУ), ч.
Январь	0	0	8	4
Февраль	0	0	6	6
Март	11:00 до 15:00	4	2	6
Апрель	10:00 до 16:00	6	1	5
Май	9:00 до 17:00	8	0	4
Июнь	9:00 до 19:00	10	0	2
Июль	9:00 до 19:30	10,5	0	1,5
Август	9:00 до 18:00	9	0	3
Сентябрь	10:00 до 16:00	6	3	3
Октябрь	11:00 до 14:00	3	5	4
Ноябрь	0	0	6	6
Декабрь	0	0	7	5

Количество светильников, шт:

Суммарная мощность потребляемая светильниками:

Расход энергии считаем для каждого месяца отдельно потому что освещенность снаружи для каждого месяца разное, январь в кВт ч:

кВт ч

Таблица 3.3 – Результат по расходу энергии на месяц.

месяц	время работы «Solatube» в месяц, ч.	Рабочие часы в месяц, ч	, Вт	Q, кВт ч
январь	0	372	372	17 854,2
Февраль	0	336	336	16126,4
Март	124	372	148	7103,3
Апрель	180	360	180	8639,1
Май	248	372	124	5951,4

Июнь	270	360	90	47995,2	4319,6
Июль	294	372	78		3743,6
Август	248	372	124		5951,4
Сентябрь	180	360	180		8639,1
Октябрь	93	372	279		13390,6
Ноябрь	0	360	360		17278,3
Декабрь	0	372	372		17854,2

Суммарное годовое потребление электрической энергии осветительными установками в рублевом эквиваленте в течение года:

c – тарифная ставка, руб./($\text{kBт}\cdot\text{ч}$).

Расчет годовой экономии электроэнергии при внедрении САУ

Параметры по Solatube и LED остаются те же самые с целью экономия, когда естественное освещение ниже нормы мы пользуемся САУ.

Будем пользоваться таблица 1, в таблице 1 указаны сколько часов будет участвовать САУ, с целью максимального экономия.

Где $P_{\text{общ}}$ - потребляемая общая мощность, Вт

$P_{\text{САУ}}$ - потребляемая мощность после внедрения САУ от общей мощности, %

$t_{\text{САУ}}$ - время работы САУ в месяц таблица 3, ч

Таблица 3.4 – Виды освещенности работающие за сутки.

Месяц	«Solatube» время работы, ч.	Естественное освещение среднее значение в день, ч	Искусственное освещение среднее значение в день, ч.	Совмещенное освещение с САУ среднее значение в месяц, ч.
Январь	0	0	8	124
Февраль	0	0	6	168

Март	11:00 до 15:00	4	2	186
Апрель	10:00 до 16:00	6	1	150
Май	9:00 до 17:00	8	0	124
Июнь	9:00 до 19:00	10	0	60
июль	9:00 до 19:30	10,5	0	46,5
Август	9:00 до 18:00	9	0	93
Сентябрь	10:00 до 16:00	6	3	90
Октябрь	11:00 до 14:00	3	5	124
Ноябрь	0	0	6	180
Декабрь	0	0	7	155

Расчет для января:

Результаты по остальным месяцам приведены в таблице 4:

Таблица 3.5 – Экономия электроэнергии за год с САУ.

Месяц	,Вт	, ч.	, %	,кВт ч	, кВт ч
Январь	47 995,2	124	50	2975,7	26 263
Февраль		168	45	3628,4	
Март		186	40	3570,8	
Апрель		150	30	2159,8	
Май		124	25	1487,8	
Июнь		60	20	575,9	
июль		46,5	10	223,2	
Август		93	15	669,5	
Сентябрь		90	30	1295,9	
Октябрь		124	40	2380,6	
Ноябрь		180	50	4319,6	
Декабрь		155	60	4463,6	

Суммарная годовая экономия электрической энергии при внедрении САУ, в рублевом эквиваленте в течение года составляет:

Суммарная стоимость внедрения САУ:

$$Ц = Ц_c + Ц_m \quad \text{руб.}$$

$$Ц = 36000 + 20000 = 56000 \quad \text{руб.}$$

где $Ц_c$ – суммарная стоимость устанавливаемых датчиков постоянной освещенности, руб.; $Ц_m$ – полная стоимость монтажных работ, руб.

Срок окупаемости рассчитывается:

$$PP = \frac{Ц}{\text{Э}}$$

$$PP = \frac{56000}{105052} \cdot 12 = 7 \quad \text{месяцев}$$

3.3 Оценка эффективности исследования

Эффективность нескольких инвестиционных проектов будет оценена методом определения чистой текущей стоимости и ЧДД – чистого приведенного дохода, на который может увеличиться стоимость мероприятий в результате реализации проекта.

Расчет эффективности основан на данных денежного потока и процедуре дисконтирования денежных потоков, приведенных их к настоящему моменту времени.

Денежный поток рассчитывается отдельно по каждому виду деятельности, по всем видам деятельности на каждом шаге расчета и по всем видам деятельности накопительным итогом. По операционной (текущей) и инвестиционной деятельности принимается во внимание суммарный денежный поток, а по финансовой деятельности, чтобы избежать влияния

принципа двойной записи, учитываем только банковский кредит и субсидии на оплату процентов.

В операционной деятельности учитываются текущие денежные потоки: притоки (выручка от реализации продукции, субсидии по банковскому проценту), оттоки (расходы на производство, налоги, проценты по банковскому кредиту).

Прибыль считается только из возможной экономии. Не учитывая возможное изменение цен на оборудование, изменение курса валют или изменение тарифа.

По инвестиционной деятельности присутствуют только оттоки на капитальные вложения, в которых уже учтены затраты на пусконаладочные работы. Вложение первоначальных оборотных активов не выделено отдельной строкой, так как эти средства уже учтены в себестоимости, а, следовательно, в затратах. Реализация имущества по окончании проекта не предполагается.

Цель дисконтирования – привести денежный поток, неравномерно разбросанный по горизонтали планирования, к настоящему моменту, свернуть протяженную линию и оценить эффективность проекта с учетом временного фактора. Ставка дисконтирования определяется спецификой проекта.

Коэффициент дисконтирования, он же фактор или множитель текущей стоимости, рассчитывается на каждом шаге расчета (для каждого года):

$$K_{\partial} = \frac{1}{1 + E^t}$$

где E – ставка дисконтирования за период; t – порядковый номер периода с начала реализации проекта.

Дисконтированный денежный поток представляет собой произведение чистого денежного потока на коэффициент дисконтирования.

Дисконтирование денежного потока оформляется в виде таблицы таким образом, чтобы обеспечить максимальную наглядность и удобство расчетов.

Итоговое значение чистого дисконтированного денежного потока – это показатель ЧДД, или то количество денег, которое планируется получить по достижении горизонта планирования с учетом временного фактора.

Расчет эффективности системы САУ при гарантированном сроке службы датчиков постоянной освещенности приведен в таблицах 5.

Расчет эффективности от внедрения САУ при некачественном монтаже или дефекте части драйверов (подразумевается снижение срока службы, а также дополнительные инвестиции на ремонт или покупку новых датчиков) приведен в таблицах 6.

На рисунке 1 представлен дисконтированный денежный поток с нарастающим итогом от реализации САУ.

На рисунке 2 представлен дисконтированный денежный поток с нарастающим итогом от реализации САУ при некачественном монтаже или дефекте части драйверов.

Таблица 3.6 – ЧДД при внедрении САУ

№	Параметр	Номер шага (периода) расчета (t)					
		0	1	2	3	4	5
1	Инвестиции	-56 000	–	–	–	–	–
2	Экономия при модернизации системы освещения	–	–	–	–	–	–
3	Экономия при оплате электроэнергии	–	105 052	105 052	105 052	105 052	105 052
4	Сальдо	–	105 052	105 052	105 052	105 052	105 052
5	Коэффициент дисконтирования при ставке дохода 10%	1	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
6	Дисконтированное сальдо	-56 000	95 492	86 773	78 894	71 751	65 237
9	Денежный поток нарастающим итогом	-56 000	39 492	126 265	205 159	276 910	342 147

Таблица 3.7 – ЧДД при внедрении САУ (отказ)

№	Параметр	Номер шага (периода) расчета (t)					
		0	1	2	3	4	5
1	Инвестиции	-56 000	-5 600	-5 600	-5 600	-5 600	-5 600
2	Экономия при модернизации системы освещения	–	–	–	–	–	–
3	Экономия при оплате электроэнергии	–	105 052	105 052	105 052	105 052	105 052
4	Сальдо	–	99 452	99 452	99 452	99 452	99 452
5	Коэффициент дисконтирования при ставке дохода 10%	1	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
6	Дисконтированное сальдо	-56 000	90 402	82 147	74 688	67 926	61 760
9	Денежный поток нарастающим итогом	-56 000	34 402	116 549	191 237	259 163	320 923

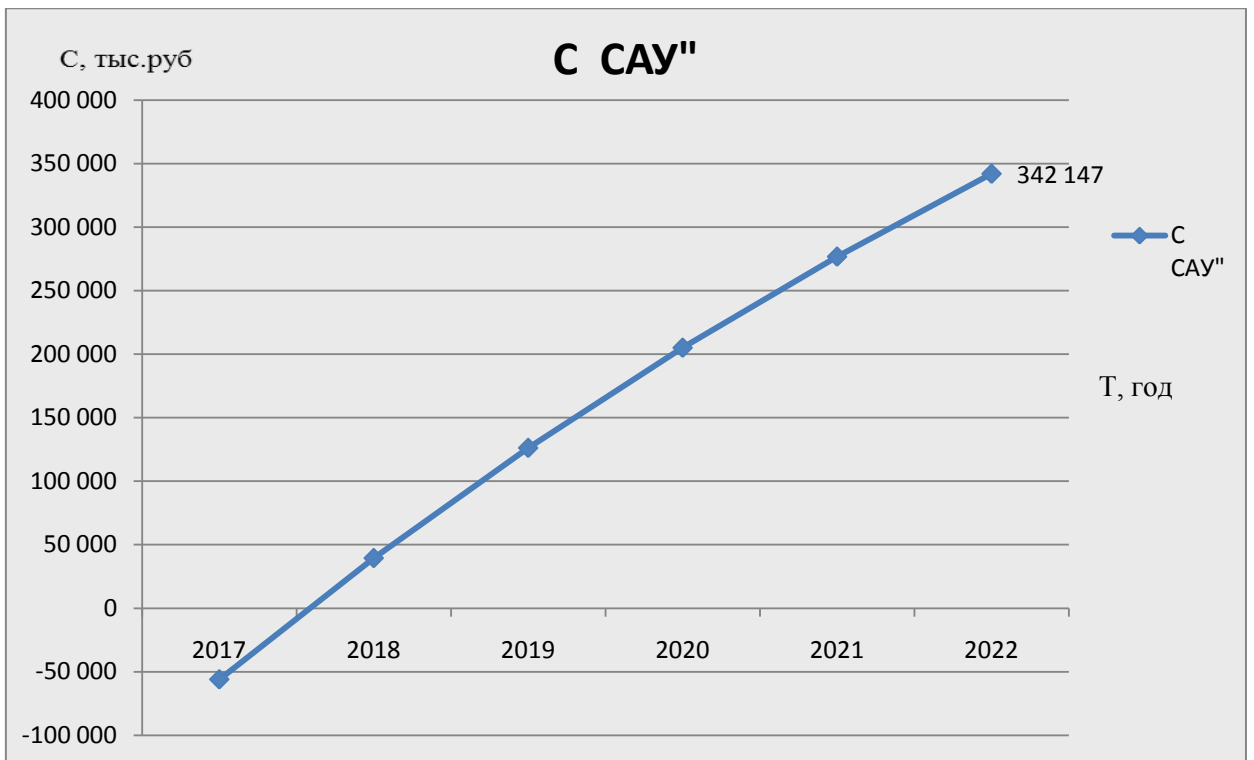


Рисунок 3.1 – График дисконтированного денежного потока с нарастающим итогом от реализации системы САУ при гарантированном сроке службы

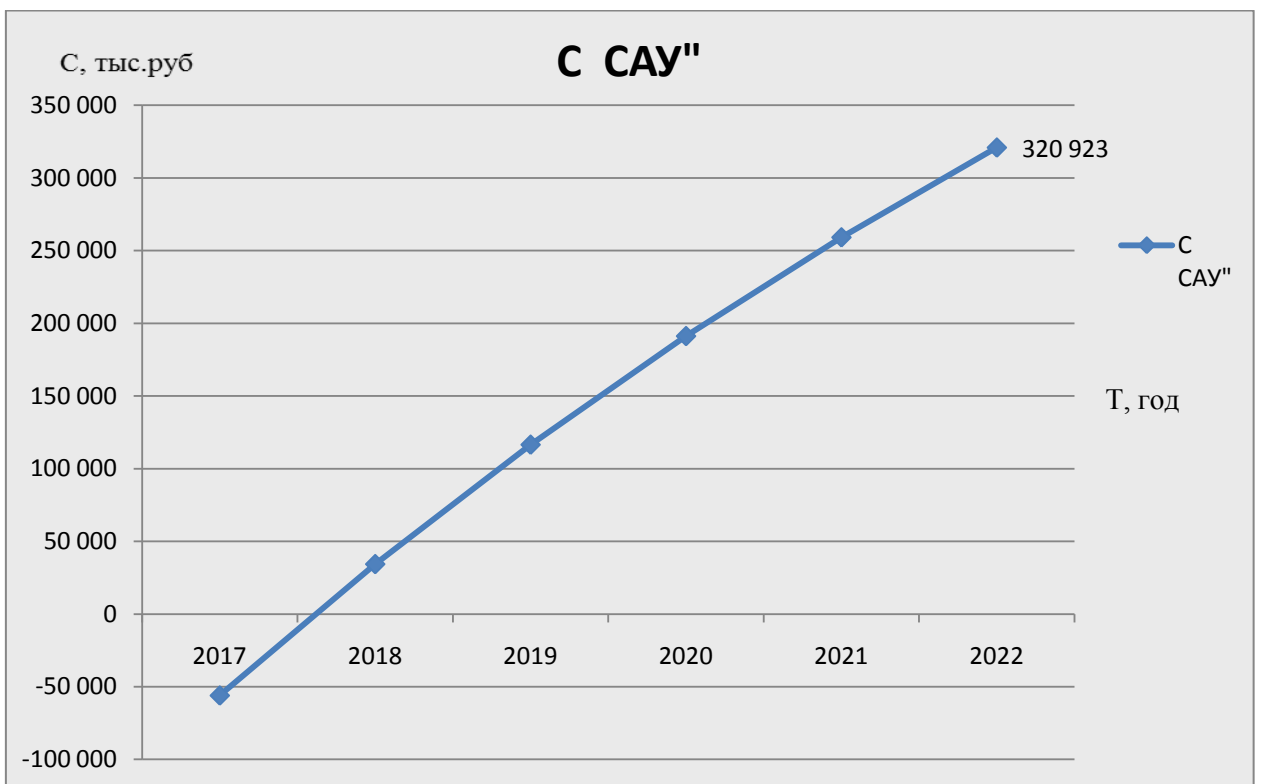


Рисунок 3.2 – График дисконтированного денежного потока с нарастающим итогом от реализации системы САУ при некачественном монтаже или дефекте части драйверов

Индекс рентабельности – это показатель, позволяющий определить, в какой мере возрастет благосостояние инвестора за счет каждого вложенного рубля инвестиций:

$$I_R = \frac{\Pi_{чд}}{K} = \frac{ДД_{\Sigma}}{K_{np}} = 6,11.$$

Полученное значение индекса рентабельности $6,11 > 1$, следовательно, проект считается абсолютно эффективным.

Внутренняя норма доходности (ВНД) определяется как значение ставки дисконтирования r , при которой выполняется равенство:

$$K_{np} = \sum_{t=1}^{30} \frac{D_t}{(1+r)^t}$$

$$56000 = \sum_{t=1}^2 \frac{933,2}{(1+r)^t} \rightarrow r = 0,25$$

Экономический смысл ВНД следующий: значение ВНД соответствует действительной эффективной доходности инвестиций в проект с учетом фактора времени. Обычно проект считается экономически эффективным, если ВНД превышает действующее на момент оценки значение ставки по депозитам надежного банка.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5AM5B	Арстанбеков Бактыяр Алмасович

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭСиЭ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Разработка автоматизированной системы управления освещением, для «Гибридных светильников».</p> <p>Применяются для любых систем совмещенного освещения, как для жилых домов так и для офисов.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>Выявлены следующие вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Шум - Микроклимат - Электромагнитные излучения - слепящие действия - синяя опасность - Средство защиты: специальные очки <p>Факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (порезы и т.д.) - электробезопасность <p>Разработка организационных и технических мер по нормализации уровней факторов и защите от их действия</p>
---	---

<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>- Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду</p> <p>- Разработка решений по обеспечению экологической безопасности</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Выбор и описание возможных ЧС; типичная ЧС – пожар.</p> <ul style="list-style-type: none"> – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – специальные правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны оператора.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Извеков В.Н.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5B	Арстанбеков Бактыяр Алмасович		

4. «Социальная ответственность»

Аннотация

Представление понятия «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте (МС) IS CSR-08260008000: 2011 «Социальная ответственность организации».

В соответствии с МС - Социальная ответственность - ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность);
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется во всех ее взаимоотношениях (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность).

Введение

Объект исследования - разработка автоматизированной системы управления освещением для «Гибридных светильников».

Согласно техническому заданию (ТЗ) планируется автоматизировать «Гибридные светильники». Под системой автоматического управления понимается без участия человека управлять ГС в зависимости от естественного света. Регулируя автоматически мощность искусственного света и за счет этого экономить электроэнергию. Для выполнений

требований ТЗ необходимо установить датчик постоянной освещенности (ДПО) и соединить с системой шин Dali.

В разделе будут рассмотрены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на разрабатывающий персонал, рассмотрены воздействия разрабатываемой системы на окружающую среду, правовые и организационные вопросы, а также мероприятия в чрезвычайных ситуациях.

4.1. Профессиональная социальная безопасность.

4.1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

Перечень опасных и вредных факторов, влияющих на персонал в заданных условиях деятельности, представлен в таблице 1.

Таблица 4.1 – Перечень опасных и вредных факторов технологии производства

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<ul style="list-style-type: none"> • Управление, настройки и калибровки, работа с ПЭВМ; • Сбор макета ГС; • Выполнение визуальных осмотров всех основных и вспомогательных механизмов до начала их использования и при выполнении 	<ul style="list-style-type: none"> • Повышенная напряженность зрения; • Повышенная напряженность труда в течение дня; • ШУМ • Микроклимат • Электромагнитные излучения. 	<ul style="list-style-type: none"> • Электрический ток. • Синий свет • Порезы 	<ul style="list-style-type: none"> • Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; • Защитное заземление, зануление, ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ.

работ;			
--------	--	--	--

Эти факторы могут влиять на состояние здоровья, привести к травмоопасной или аварийной ситуации, поэтому следует установить эффективный контроль за соблюдением норм и требований, предъявленных к их параметрам.

4.1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований.

В условиях современного интенсивного использования ЭВМ важное значение имеет изучение психофизиологических особенностей и возможностей человека с целью создания вычислительной техники, обеспечивающей максимальную производительность труда и сохранение здоровья людей. Игнорирование эргономики может привести к довольно серьезным последствиям.

При исследовании системы автоматического управления освещением важную роль играет подготовка рабочего места. Она должна соответствовать правилам охраны труда и удовлетворять требованиям удобства выполнения работы, экономии энергии и времени исследователей.

Основным документом, определяющим условия труда на персональных ЭВМ, являются «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Санитарные нормы и правила СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, которые были введены 30 июня 2003 года.

4.1.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

4.1.3.1. Механические опасности при разработке

Основными источниками опасностей являются:

- Слепящая яркость от светодиодных модулей
- Высокое напряжение сети, от которой запитана система управления
- Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования, которые используются при сборе макета

Основные последствия механических опасностей:

- защемление или раздавливание;
- порезы;
- отрезание или разрубание;
- затягивание или задерживание;
- местный укол или полное прокалывание;
- повреждение глаз

К средствам защиты работающих от механического травмирования (физического опасного фактора) должны быть все условия, при разработке должны соблюдаться нормы и правила.

От синего света должны быть специальные очки, которым надо пользоваться при осмотре включенного «Гибридного светильника». Защитные очки выпускают в соответствии с ГОСТ 12.4.003-80 и ГОСТ 112.4.013-85 различных марок и назначений.

4.1.3.2. Требования к помещениям для работы с ПЭВМ

В соответствии с основными требованиями к помещениям для эксплуатации ПЭВМ (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03) эти помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6 м² и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) 4,5 м².

Для внутренней отделки интерьера помещений с ПЭВМ должны использоваться диффузионно-отражающие материалы с коэффициентом отражения от потолка – 0.7 - 0.8; для стен – 0.5 - 0.6; для пола – 0.3 - 0.5.

4.1.3.3. Микроклимат

Значимым физическим фактором является микроклимат рабочей зоны (температура, влажность и скорость движения воздуха).

Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха влияют на теплообмен и необходимо учитывать их комплексное воздействие. Нарушение теплообмена вызывает тепловую гипертермию, или перегрев.

Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха производственных помещений для работ, производимых сидя и не требующих систематического физического напряжения (категория Ia), приведены в таблице 5.2, в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и СанПиН 2.2.4.548-96.

Таблица 4.2 – Нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха

Период года	Категория работы	Температура, С	Относительная влаж. воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более
-------------	------------------	----------------	--------------------------------	-------------------------------------

				м/с
Холодный	Ia	22-24	40-60	0,1
Теплый	Ia	23-25	40-60	0,1

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах представлены в таблице 5.3.

Таблица 4.3 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория работы	Температура воздуха, °С	Относительная влаж. воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	Ia	20-25	15-75	0,1
Теплый	Ia	21-28	15-75	0,1-0,2

Для обеспечения установленных норм микроклиматических параметров и чистоты воздуха на рабочих местах и в помещениях применяют вентиляцию. Общеобменная вентиляция используется для обеспечения в помещениях соответствующего микроклимата. Периодически должен вестись контроль влажностью воздуха. В летнее время при высокой уличной температуре должны использоваться системы кондиционирования.

В холодное время года предусматривается система отопления. Для отопления помещений используются водяные системы центрального отопления. При недостаточной эффективности центрального отопления должны быть использованы масляные электрические нагреватели.

Радиаторы должны устанавливаться в нишах, прикрытых деревянными или металлическими решетками. Применение таких решеток способствует также повышению электробезопасности в помещениях. При этом температура на поверхности нагревательных приборов не должна превышать 95 °С, чтобы исключить пригорание пыли.

4.1.3.4. Шум

В производственных условиях имеют место шумы различной интенсивности и частотного спектра, которые генерируются источниками шумов. Для лабораторного помещения основным источником шума является лабораторная техника.

ПДУ шума для объектов типа поста управления нормируются ГОСТ 12.1.003-83 и СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Значения ПДУ согласно этим документам представлены в таблице 5.5. (для постоянных шумов).

Таблица 4.4 – значения ПДУ

Рабочие места	Уровни звукового давления (ДБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Лаборатория	86	71	61	54	49	42	40	38	50

Для оценки соблюдения ПДУ шума необходим производственный контроль (измерения и оценка). В случае превышения уровней необходимы организационно-технические мероприятия по защите от действия шума (защита временем, расстоянием, экранирование источника, либо рабочей зоны, замена оборудования, использование СИЗ).

4.1.4. Электромагнитные излучения

Электромагнитным излучением называется излучение, прямо или косвенно вызывающее ионизацию среды. Контакт с электромагнитными излучениями представляет серьезную опасность для человека, по сравнению с другими вредными производственными факторами (повышенное зрительное напряжение, психологическая перегрузка, сохранение длительное время неизменной рабочей позы).

Источниками электромагнитных излучений в лаборатории являются ЭВМ, стационарные телефоны и факсы, принтеры, сканеры, Wi-Fi роутеры, электрическая проводка.

Нормы электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ приведены в таблице 5.6 и таблице 5.7, в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Таблица 4.5 – Временные допустимые ЭМП, создаваемые ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Таблица 4.6 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		

Для оценки соблюдения уровней необходим производственный контроль (измерения). В случае превышения уровней необходимы организационно-технические мероприятия (защита временем, расстоянием, экранирование источника, либо рабочей зоны, замена оборудования, использование СИЗ).

4.1.5. Психофизиологические факторы

Наиболее эффективные средства предупреждения утомления при работе на производстве – это средства, нормализующие активную трудовую деятельность человека. На фоне нормального протекания производственных процессов одним из важных физиологических мероприятий против утомления является правильный режим труда и отдыха (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

Существуют следующие меры по снижению влияния монотонности:

- необходимо применять оптимальные режимы труда и отдыха в течение рабочего дня;
- соблюдать эстетичность производства.

Для уменьшения физических нагрузок организма во время работы рекомендуется использовать специальную мебель с возможностью регулировки под конкретные антропометрические данные, например, эргономичное кресло.

4.1.6. Электрический ток

Степень опасного воздействия на человека электрического тока зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути прохождения тока через тело человека;
- продолжительности воздействия на организм человека;
- условий внешней среды.

Согласно ПУЭ в помещении, где разрабатывается система автоматического управления по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности.

Основными мероприятиями по защите от электропоражения являются:

- применение средств коллективной защиты от поражения электрическим током;
- защитного заземления [ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ];
- защитного зануления [ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ];
- защитного отключения [ГОСТ 12.4.011-89];
- использование устройств бесперебойного питания.

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита.

Контроль выполнения требований электробезопасности должен проходить на этапе проектирования. Должны быть приняты организационные меры по безопасности персонала:

- обучение;
- инструктаж;

В соответствии с ГОСТ 12.0.004-2015.

4.2. Экологическая безопасность

4.2.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

В результате выполнения ВКР была разработана система, которая имеет очень низкое отрицательное воздействие на окружающую среду. Система разработана с целью экономия электроэнергии тем самым и уменьшении выработки электроэнергии, а также сэкономить топливно - энергетические ресурсы. Система автоматического управления для «Гибридных светильников» позволяет максимально использовать естественный свет. Главным загрязняющим фактором является отходы после окончания жизненного цикла светильника – датчик постоянной освещенности, светодиодные модули и ПТС.

Меры по утилизации светодиодных модулей и датчика постоянной освещенности, то специальных требований нет. Утилизация происходит по стандартной схеме утилизации твердых бытовых отходов.

Утилизация ПТС не имеет специальных требований. Утилизация происходит по стандартной схеме утилизация цветного металла, так как ПТС состоит из алюминия.

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

4.3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.

Возможные ЧС, Гибридный светильник может инициировать пожар из-за короткого замыкания. Поэтому наиболее актуален рассмотрение вида ЧС – пожар.

Рабочее место исследуемого объекта, должно соответствовать требованиям ФЗ Технический регламент по ПБ и норм пожарной

безопасности (НПБ 105-03) и удовлетворять требованиям по предотвращению и тушению пожара по ГОСТ 12.1.004-91 и СНиП 21-01-97.

По пожарной, взрывной, взрывопожарной опасности помещение относится к категории «В» – горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

Основным поражающим фактором пожара для помещений данной категории является наличие открытого огня и отравление ядовитыми продуктами сгорания оборудования.

4.3.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при исследовании объекта.

Пожар в помещении исследуемого объекта может возникнуть вследствие причин электрического характера.

К причинам электрического характера относятся:

- короткое замыкание;
- перегрузка проводов;
- большое переходное сопротивление;
- искрение;
- статическое электричество.

Режим короткого замыкания – появление в результате резкого возрастания силы тока, электрических искр, частиц расплавленного металла, электрической дуги, открытого огня, воспламенившейся изоляции.

Причины возникновения короткого замыкания:

- ошибки при проектировании.
- увлажнение изоляции.
- механические перегрузки.

Пожарная опасность при перегрузках – чрезмерное нагревание отдельных элементов, которое может происходить при ошибках проектирования в случае длительного прохождения тока, превышающего номинальное значение.

Пожарная опасность переходных сопротивлений – возможность воспламенения изоляции или других близлежащих горючих материалов от тепла, возникающего в месте аварийного сопротивления (в переходных клеммах, переключателях и др.).

4.3.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Пожарная защита должна обеспечиваться применением средств пожаротушения.

Должны быть приняты следующие меры противопожарной безопасности:

- обеспечение эффективного удаления дыма, т.к. в помещениях, имеющих оргтехнику, содержится большое количество пластиковых веществ, выделяющих при горении летучие ядовитые вещества и едкий дым;
- обеспечение правильных путей эвакуации;
- наличие огнетушителей и пожарной сигнализации;

- соблюдение всех противопожарных требований к системам отопления и кондиционирования воздуха.

Для тушения пожаров на участке производства необходимо применять углекислотные (ОУ-5 или ОУ-10) и порошковые огнетушители (например, типа ОП-10), которые обладают высокой скоростью тушения, большим временем действия, возможностью тушения электроустановок, высокой эффективностью борьбы с огнем.

Помещение оборудовано пожарными извещателями, которые позволяют оповестить дежурный персонал о пожаре. В качестве пожарных извещателей в помещении устанавливаются дымовые фотоэлектрические извещатели типа ИДФ-1 или ДИП-1 [9].

Выведение людей из зоны пожара должно производиться по плану эвакуации.

План эвакуации представляет собой заранее разработанный план (схему), в которой указаны пути эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы, установлены правила поведения людей, порядок и последовательность действий в условиях чрезвычайной ситуации по п. 3.14 ГОСТ Р 12.2.143-2002.

Согласно Правилам пожарной безопасности, в Российской Федерации ППБ 01-2003 (п. 16) в зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара.



Рисунок 4.1 – План эвакуации

Ответственность за нарушение Правил пожарной безопасности, согласно действующему федеральному законодательству, несет руководитель объекта.

4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

4.4.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

Безопасность в любой сфере жизнедеятельности является объектом правового регулирования и правовой защиты. Безопасность регламентируется множеством законов, кодексов, постановлений и иных нормативных правовых актов, в том числе и международных. Все они базируются на Конституции России и корректируются в соответствии с действующей в настоящее время Стратегией национальной безопасности до 2020 года.

Руководящим федеральным органом исполнительной власти управляющим охраной труда является министерство труда и социальной защиты Российской Федерации (Минтруд России). Оно осуществляет функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере демографии, труда, уровня жизни и доходов, оплаты труда, пенсионного обеспечения, включая негосударственное пенсионное обеспечение, социального страхования, условий и охраны труда, социальной защиты и социального обслуживания населения, а также по управлению государственным имуществом и оказанию государственных услуг в установленной сфере деятельности.

Помимо Конституции РФ другими источниками права в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере являются:

- * федеральные законы;
- * указы Президента Российской Федерации;
- * постановления Правительства Российской Федерации;
- * приказы, директивы, инструкции, наставления и другие нормативные акты министерств и ведомств;
- * правовые акты субъектов Российской Федерации и муниципальных образований (указы, постановления):
- * приказы (распоряжения) руководителей организаций (учреждений, объектов).

Разработкой документации в области обеспечения безопасности жизнедеятельности занимаются следующие органы:

* гигиенические нормативы (ГН), санитарные нормы (СН), санитарные правила (СП) - Министерство труда Российской Федерации (Минтруд России);

* санитарные правила и нормы (СанПиНы) - Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспо-ребнадзор);

* государственные стандарты (ГОСТ) - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт);

* строительные нормы и правила (СНиП) - Министерство экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России);

* на уровне отраслей разрабатываются ОСТы, правила и т.д.

Также ряд функций возложено на Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России), Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) и специально уполномоченные органы управления по отдельным направлениям обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере.

Надзором за соблюдением рассматриваемых законов занимается Генеральный прокурор РФ и местные органы прокуратуры. Также вопросами соблюдения законодательства по безопасности труда занимаются профсоюзы РФ. Для осуществления этого контроля в организации создаются службы охраны труда (ОТ), которые совместно с профсоюзом проверяют состояние производственных условий для работающих, проверяют выполнение подразделениями обязанностей в области охраны труда. Лица, которые осуществляют данный контроль, назначаются приказом по административному подразделению.

Руководитель организации несет ответственность за безопасность труда во всех подразделениях.

4.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Организация рабочего места программиста или оператора регламентируется следующими нормативными документами:

ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ, ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и рядом других.

Главными элементами рабочего места программиста или оператора являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

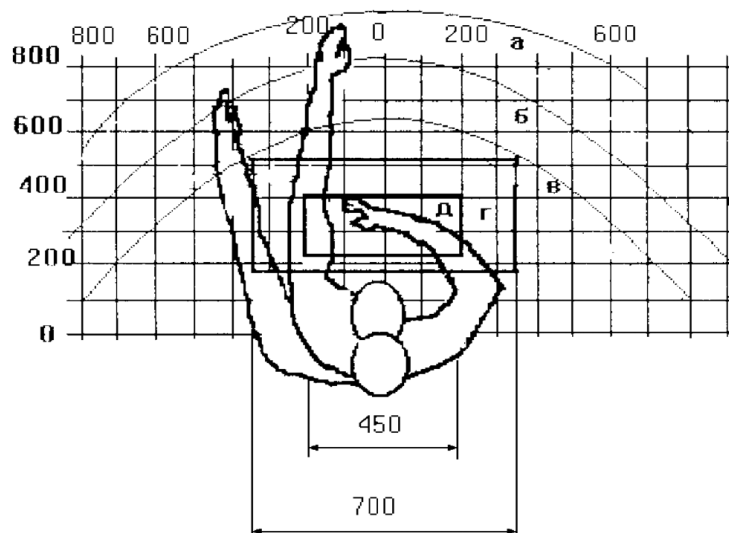


Рисунок 4.2 – Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

а - зона максимальной досягаемости;

б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;

в - зона легкой досягаемости ладони;

г - оптимальное пространство для грубой ручной работы;

д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

- дисплей размещается в зоне "а" (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура - в зоне "г"/"д";
- манипулятор "мышь" - в зоне "в" справа;
- документация: необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости ладони – "в", а в выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
- конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).
- высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760 мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650 мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего стула (кресла).

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также регулируемым по расстоянию спинки от переднего края сиденья.

Конструкция стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 - 550 мм и углов наклона вперед до 15° и назад до 5° ;
- высоту опорной поверхности спинки 300 ± 20 мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах $0 \pm 30^\circ$;

- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50-70 мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 ± 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 - 500 мм.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой с нескользящим, неэлектризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнения.

Кресло следует устанавливать на такой высоте, чтобы не чувствовалось давления на копчик (это может быть при низком расположении кресла) или на бедра (при слишком высоком).

Работающий за ПЭВМ должен сидеть прямо, опираясь в области нижнего края лопаток на спинку кресла, не сутулясь, с небольшим наклоном головы вперед (до $5-7^\circ$). Предплечья должны опираться на поверхность стола, снимая тем самым статическое напряжение плечевого пояса и рук.

Рабочее место должно быть оборудовано подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20° . Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, заметны

мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700 мм), чем расстояние от глаза до документа (300 - 450 мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

- расстоянием считывания (0,6...0,7 м);
- углом считывания, направлением взгляда на 20° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;
- по наклону от -10° до $+20^\circ$ относительно вертикали;
- в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях.

Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

- голова не должна быть наклонена более чем на 20° ;
- плечи должны быть расслаблены;
- локти - под углом $80^\circ \dots 100^\circ$;
- предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами:

- нет хорошей подставки для документов;
- клавиатура находится слишком высоко, а документы – низко;
- некуда положить руки и кисти;
- недостаточно пространство для ног.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

Заключение

В данной магистерской работе были изучены виды совмещенных освещений с применением САУ в качестве максимального энергосбережения. Для исследования выбран виртуальный объект, с целью показать в реальности энергосбережения от внедренных мероприятий по экономии расхода электроэнергии на освещенность, также расчеты годовой экономии электроэнергии при внедрении мероприятия и сравнение их.

Были предложены мероприятия:

- Замена на светодиодные светильники
- Внедрение системы естественного света *Solatube*
- Применение САУ
- Применение в освещении ГС

По результату расчета приведено процентное соотношение экономии ЭЭ от каждого мероприятия:

- 1) Светодиодный светильник - 22%
- 2) Естественный + искусственный (без САУ) - 53%
- 3) Естественный + искусственный с САУ - 80%
- 4) Гибридный светильник - 85%

Список публикаций

1. Анцупов Я.В., Арстанбеков Б.А., Овчаров А.Т. Гибридный светильник в архитектуре и строительстве, как ресурс энергосбережения/ // Материалы III Международной научной конф. студентов и молодых ученых «Молодёжь, наука, технологии: новые идеи и перспективы» (МНТ-2016), Секция: Энергосбережение, ресурсоэффективность и экология. 22-25.11.2016г., Томск, Издательство ТГАСУ. 2016. С. 487-492.

Список используемых источников:

1. Арстанбеков Б.А., Гибридный светильник в архитектуре и строительстве, как ресурс энергосбережения/ Анцупов Я.В., Овчаров А.Т. // Материалы III Международной научной конф. студентов и молодых ученых «Молодёжь, наука, технологии: новые идеи и перспективы» (МНТ-2016), Секция: Энергосбережение, ресурсоэффективность и экология. 22-25.11.2016г., Томск, Издательство ТГАСУ. 2016. С. 487-492.
2. Овчаров А.Т. Гибридные светильники совмещенного освещения с системой автоматического управления / Электронные информационные системы №4 (7) – 2015. С 22 – 33.
2. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности / Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. – М.: Высшая школа, 2007. – 616 с.
6. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение". Утв. постановлением Минстроя РФ от 2 августа 1995 г. N 18-78.
7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Минздрав России, Москва. – 2003.
9. Новиков С.Г., Маслова Т.Н., Копылова Л.Н. Безопасность жизнедеятельности. Учебно-методический комплекс. Электронный учебник. <http://ftemk.mpei.ac.ru/bgd/>.
- *** СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Минздрав России, Москва. – 1997.
- *** ГОСТ12.1.002-84. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах. Издательство стандартов, Москва. – 1984.

*** ГОСТ 12.1.006-84. Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах требования к проведению контроля. Издательство стандартов, Москва. – 1984.

13. ГОСТ 12.1.045-84. Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. Издательство стандартов, Москва. – 1984.

14. Правила устройства электроустановок. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.

15. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 12.03.2014) "О пожарной безопасности".

16. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

17. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. Государственная противопожарная служба, Москва. – 2003.

Приложение А

CHAPTER 1 ANALYSIS OF USE OF NATURAL LIGHT AS ENERGY-SAVING RESOURCE IN THE ROOMS

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5B	Арстанбеков Бактыяр Алмасович		

Консультант кафедры электрических сетей и электротехники (ЭСиЭ):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	А.Т. Овчаров	д.т.н., профессор		

Консультант – лингвист кафедры иностранных языков энергетического института (ИЯЭИ):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИЯЭИ	Г.А. Низкодубов	к.п.н., доцент		

1.1. Traditional light lines

Since ancient times we are already know such systems of natural lighting in buildings as:

Systems of side natural lighting, which are used in residential and public buildings, are ordinary windows, tape glazing, stained glass. Side-lighting systems are also used in multi-span production buildings to illuminate extreme spans, as well as in multi-storey production buildings and pavilion type buildings having one large span.

Systems of upper natural lighting, which are used in single-storey industrial buildings to illuminate the middle spans of the upper floor, as well as in public buildings (schools, libraries, shopping pavilions, gyms, exhibition pavilions, stations, etc.).

The main types of upper natural light systems are rooflights or glass ceilings that provide a sufficient level of illumination on the desktop during daylight, as well as high heat output that is not regulated and requires cooling installations in the room. And in the cold time they represent a channel of considerable heat losses.

Traditional vertical windows provide a normalized level of natural illumination in the room only at a distance of approximately 6 m from the window with an asymptotic decrease in natural illumination as it moves away from it. Obviously, to increase its values in the depth of the room will require a significant increase in the size of the window opening. This helps to increase natural light, create a comfortable light environment and save electricity for artificial lighting. However, any increase in the area of the light apertures leads to cooling or heating of the room caused by infiltration and transmission losses, which reduces to zero the energy savings achieved.

1.2. Hollow Tubular Lightguides

And so, as a means of energy conservation, traditional types of natural lighting did not give the expected results. But also the innovation of technology does not

stand still. In recent years, hollow tubular light guides (HTL) have become widely used in Europe, North America and Russia.

HTL provide rooms with natural light, creating the necessary level of Natural light ratio (NLR) and a more even distribution of illumination over the entire area of the room than with traditional vertical light fixtures (side windows). High reflectance (transmission of light) PTS allows transportation of more than 20 m and lighting facilities that are inaccessible to traditional technologies (cellars, central premises of large buildings, located on the lower floors). Due to the high quality of materials and components, modern PTS have an efficiency of up to 99%, with a total efficiency of lighting systems with PTS up to 83%.



Figure 1.1 - The use of a vehicle in an apartment building

The lighting system (LS) with HTL in Russia is gradually beginning to be approved as an effective means of energy saving and creating a high-quality light environment. In the domestic market of natural lighting, they are represented by several foreign companies: American (USA) Solatube International Ins. (OS Solatube

Daylighting Systems), Italian Solarspot Internatinal S.r.l. (OC Solrspot) and Czech lightway (OS ALLUX).

Products Solatube International Ins. Occupies up to 80% of the world market LS with HTL. An effective stimulus for the development of the Solatube Daylighting Systems OS is the US program on the use of alternative energy sources. In Russia, hopes are placed on the effectiveness of the government's efforts and the 2009 Law No. 261-FZ "On Energy Saving and Improving Energy Efficiency", as well as on the selfless efforts of the most progressive part of construction market professionals.

Modern LS with HTL of the leading companies of the world, designed for natural lighting, brought to a high level of excellence and equipped with options for creating a comfortable light climate in the premises. It should be noted their constructive similarity and about the same level of technical excellence. In this situation, the leadership in the market of such OS is determined by the advantages of technological, operational and price orders.

A significant advantage of Solatube over traditional light holes is a significant reduction in heat losses during the cold periods of the year and heat losses in the summer. This provides additional energy savings for heating, ventilation and cooling of premises. But the main economic plus Solatube - reduced costs for artificial lighting facilities. The luminous efficacy of HTL in comparison with traditional light structures (zenith lanterns, vertical windows) is 2 - 3 times higher.

1.3. Combined room lighting

The choice of the parameters of the artificial light environment, which affects the person for a long time and which differs significantly from its natural parameters, must be linked with the composition and mode of natural light. This is especially important when natural and artificial light work together. Such conditions are created in the morning and evening hours, when the levels of outdoor natural illumination are not sufficient to provide the necessary indoor working conditions, as well as in deep rooms with side lights, in areas with insufficient natural light. In buildings with

systems of high natural light, such conditions are created because of a deliberate decrease in the area of zenith lanterns in order to reduce heat loss in winter in the northern regions or to limit solar heat in summer in the southern regions.

Depending on the planning decision, geometric proportions and the designation of the premises, there are five schemes for combining natural light with artificial lighting. Scheme 1 (Figure 1.2 a) can be used in small rooms with a depth of 6 - 8 m. As a rule, there is a small zone in the working rooms of such depth, in which it is impossible to provide a standardized value of natural light ratio (NLR). Additional artificial lighting is required in this area.

If the light sources are carefully chosen according to the spectral composition, and the lighting devices - in shape and location, then the additional artificial lighting is almost not noticeable, and it seems that the room is entirely equipped with natural light.

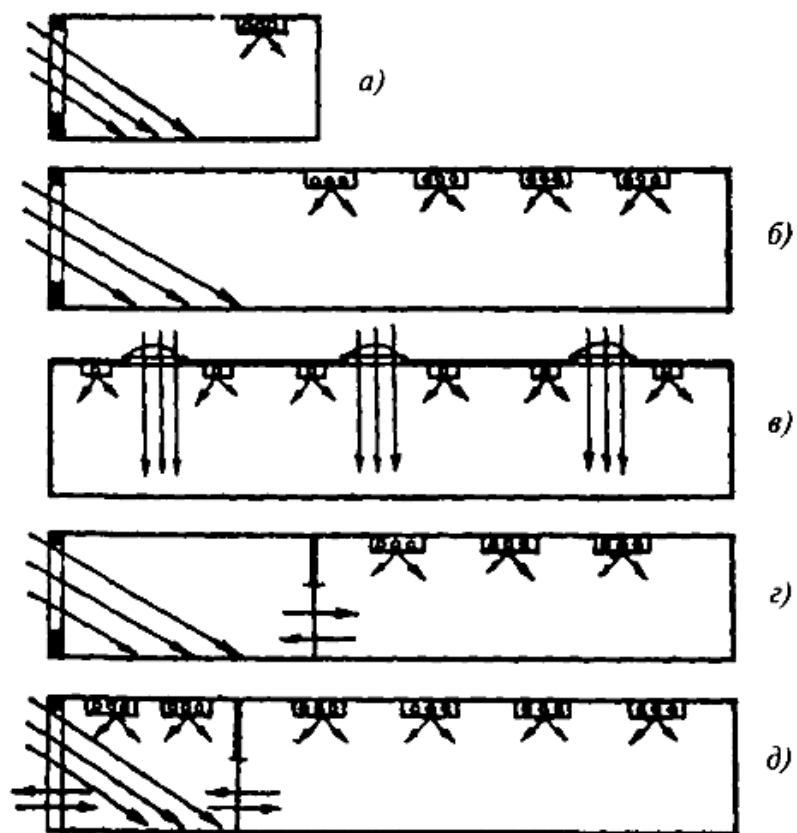


Figure 1.2 - Diagrams of combining natural light with artificial

Scheme 2 (Figure 1.2 b) is used in deep rooms of a large area with side natural lighting. During the daytime, sufficient natural illumination is provided only in the pericola zone at a distance of no more than 1.5 times from the level of the working surface to the top of the light-hole. Due to low values of NLR, the need for artificial illumination throughout the entire working time arises throughout the rest of the room.

Scheme 2 is suitable for large production facilities with side lightways, for offices of landscape offices, in trade and exhibition halls. At the same time, the illumination levels over a larger area of these rooms do not depend on the oscillations of the external illumination, however, due to the oscillation of the illumination in the periconal zone, there is no feeling of monotony of the light environment.

Scheme 3 (Figure 1.2 c) is used in buildings with top natural lighting. The placement of lighting fixtures in this case must be related to the location of the light apertures in the coating. In the presence of additional artificial lighting, it may be economically expedient to increase the unevenness of natural light and to reduce the calculated values of the NLR as compared to the standard values. Especially, it can be in areas with extreme climatic conditions.

Scheme 4 (figure 1.2) is used in buildings in which the interior is divided into two zones: one of the zones has sufficient natural light, the other is illuminated by one artificial light. The illumination of these various interior zones with constant movement of people from one zone to another should be linked among themselves in intensity, spectral composition and direction of light streams. It is important that the transition from one room to another is as small as possible.

Scheme 5 (figure 1.2 e) is used in premises that serve as a "light lock" between the outdoor space and the interior, completely devoid of natural light (for example, vestibules of non-phantom production buildings, large shopping centers and underground structures). In this case, an important factor is the gradation of light intensity between the levels of outdoor natural light and significant lower levels in rooms with one artificial lighting.

1.4. Combined lighting, integrated with the automatic control system.

To simplify life, humanity in many ways is replaced by automation, which accurately and qualitatively fulfill the given function. Combined lighting, integrated with the ACS, has several advantages due to which it is worthwhile to introduce.

The automatic control system solves simultaneously the following major tasks:

- Energy saving
- Improvement of the comfortable light environment due to the maintenance at a constant level of illumination in the working space, regardless of the change in natural light
- Control of combined lighting without human intervention
- Increase the service life of artificial light (due to the shorter use time)

1.5. Automatic control system for hybrid lighting combined lighting

1.5.1. Analog automatic control systems

The purpose of integrated lighting control systems is, first of all, increasing energy efficiency, improving the comfort of housing, improving the operational characteristics of industrial buildings. Studies of simple lighting control systems based on analog sensors have shown that such systems can effectively reduce power consumption. Advanced lighting management technologies provide even greater savings, have additional capabilities and have a number of advantages over simple control methods.

In the market of lighting control systems, manufacturers of components (control devices, switches, ballasts) and not technical solutions are mainly present. Often, these components do not provide the required functionality in the system. First

of all, it concerns the brightness control of lighting devices. The same should be attributed to the complication of the installation of electrical wiring, the difficulty of installing equipment to manage daylight. These circumstances lead to malfunctions in the operation of lighting systems, consumer complaints. These are, in general, the disadvantages of analog lighting control systems.

In recent years, 15 all lighting control systems have been analog. The arrangement of more or less complex systems differed slightly, and was built according to the classical automation scheme. The basis of the system is, as a rule, a controller, to which, on the one hand, different sensors are connected, and on the other, actuators. The connection between the sensors and the controller is most often analog, the same connection between the actuators and the controller.

The main purpose of such devices is the effective management of energy consumption. The commissioning and configuration of such systems is quite complex, and even more difficult if the system includes several such analog controllers for lighting control.

1.5.2. Digital automatic control system

To overcome shortcomings and the difficulties of analog systems, lighting manufacturers begin to master the production of digital lighting control systems. The main advantage of digital systems in comparison with analog systems is communication, communication between individual devices integrated into the system.

Digital systems do not require separate wires for communication, the vast majority of digital devices can use power cables to transmit information. One of the latest developments in the field of lighting control is DALI (Digitally Addressable Lighting Interface), which is the interface that allows integration of microcontrollers in lighting ballasts to take the first bold step into the digital world. The advantages of digital management include:

- Ease of organization - the organization of management groups does not affect the organization of lighting supplies. The number of luminaires per phase is limited

only by the requirements of the PUE for the maximum number of lamps of the corresponding power;

- Flexibility of the structure - if necessary, you can change the control logic of the luminaires, the number and composition of groups is just a change in the program of the digital control bus controller. It is not necessary to shift any cables. Connecting the digital control bus controller through the gateway to a computer or other intelligent device allows you to have an almost unlimited number of light scenarios and the frequency of their change;

- Expandability - the ability to control many small groups of fixtures, up to one in a group, without significantly complicating the structure;

- Easy installation - the connection of new devices is not accompanied by additional operations, except for installing the devices themselves, connecting to the bus and changing the program of the digital control bus controller;

- Unification - all command bodies and executive bodies are connected in a unified manner, compatible with components of other manufacturers for the same protocol;

- Safety - there is no need to connect mains voltage to circuit breakers, enough bus voltage, which is always less than permissible 50 V;

- Convenience of operation - the executive bodies can inform the controller of any faults that have occurred, and the latter can generate a warning signal to the dispatcher.

1.5.3. Intelligent interface DALI

The DALI interface was developed in 1999. It replaced the DSI (Digital Serial Interface) control system. As DALI was conceived to control lighting, leading manufacturers of electronic ballasts, primarily Osram, Philips, Tridonic, Trilux, Helvar, took part in the development of the system.

Lighting control can be regarded as a kind of art that can be required when covering theater scenes, production facilities, streets and, finally, living quarters. Recently, the "smart house" is becoming more popular and common. Thus, the

lighting control system is one of its components. As such a part, the DALI system is almost ideal.

The choice of the parameters of any control system is dictated by the task to be performed with its help. It is important that the new system can simply integrate into an already existing one, unite with it, work together, and not instead. In terms of integration into other management systems, the DALI system is fairly simple and economical. The lighting control system based on the DALI interface can be easily integrated into various building management automation systems, such as LON, BACNet, KNX / EIB. For such an association, many firms issue KNX-DALI and LON-DALI gateways. This union allows you to shorten the time for installation of the system, make it generally less costly, and also more flexible in management. The protocol standard and DALI hardware are intended only for lighting control, which indicates a narrow specialization of this system. Therefore, in general, the system turned out to be highly efficient and inexpensive. Connection of devices using DALI protocol is shown in Figure 1.3.

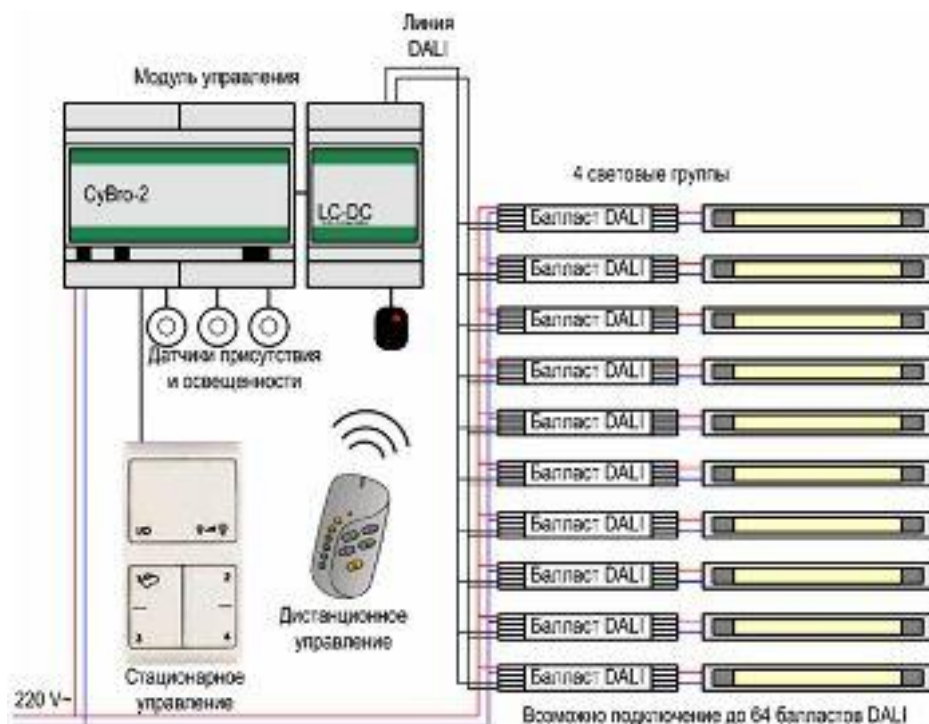


Figure 1.3 - Structural diagram of the DALI system.

1.5.4. Data transmission and programming of the system

Currently, the DALI system is standardized according to the IEC 60929 standard. As shown in Figure 1, the connection between the DALI controller and individual devices is carried out over a two-wire line. The DALI interface line is bidirectional, which allows information to be transmitted both from the controller to the peripheral devices, and vice versa. For data transmission, a constant voltage of an extra low value of 22.5 V is used. In this case, the polarity of connecting the line to various devices does not matter, and the line itself has protection against the voltage of the lighting network. The interference resistance of the line is such that it can be located in the power cable and even simply use the free conductors of this cable.

The network based on the DALI bus does not have a central processor, i.e. Decentralized. This organization allows you to connect to this network any devices designed to work with the DALI bus. Such devices, as a rule, have built-in non-volatile memory, which allows storing various information. First of all, this is the address of the device, information about the device and the status of the fixtures connected to it, and entire sets of commands, also called scenarios.

Programming the system as a whole is quite simple. Each message that the device receives from the DALI controller consists of two parts, addresses and commands. In general, the command can look like this: {Device_0022, 25%}. This means that the device with address 0022 must turn on the light at 25% power. The script contains some sequence of commands, for example, OFF, 10%, 50%, 100%, 50%, 10%. According to this set of commands, you need to disable the specified group, and then change the power as indicated in the percentage. Commands transmitted on the communication line can be individual for each device, for a group of devices or for all devices at once (broadcast).

The DALI protocol is built in such a way that it is possible to address directly 64 devices connected to one control line.

One DALI control unit can reproduce up to 16 light scenarios and receive and store information about various parameters of the system: the serviceability of the luminaires, the luminaire is switched on or off, the preset level of illumination.

Electronic DALI ballasts automatically find the control device, while various settings are stored inside the ballasts. First of all, it's addressing devices, light scenarios, grouping, dimming speeds, emergency light power values.

As part of the DALI system, motion sensors, presence and illumination are provided, which somewhat extends the functionality of the device as a whole. Thanks to this, it is possible to program light scenes with daylight. The motion sensors are programmed for a response time of up to 30 minutes.

Programming and controlling the device is simple enough and carried out by buttons with a closing contact. The appearance of the DALI controller is shown in Figure 1.4.



Figure 1.4 - Control panel DALI controller.

In case of DALI power failure, the controller remembers the current status, and when the power supply resumes, automatically restores the last working state. Therefore, a malfunction in the system does not occur.

Приложение Б

Оценка предельных значений потенциала энергосбережения в освещении

Пределные значения потенциал энергосбережения от всех мероприятия в год.

Вариант технического решения	Е, лк		Р, Вт	Ф, лм	№св, шт	, Вт	Q, кВт ч	С, руб	Потенциал энергосбережения
МГЛ	400	5000	400	42000	127	60960	267004,8	1068020	Базовый
LED			110	12400	404	47995,2	210219	840876	56785,8 кВт ч
LED+ Solatube			110	35000	100	47995,2	91 046.91	364 188	
LED+ Solatube + САУ			110	35000	100	47995,2	54 403,5	217 614	
Гибридный светильник			363	38889	100	50 224	40 828,5	163 314	