

Министерство образования и науки Российской Федерации
Научно-практическая конференция «Шаг в будущее» 2020

Симпозиум 3

Секция «Умные машины, интеллектуальные конструкции, робототехника»

**Тема «Внедрение системы интеллектуального освещения в
местах общего пользования
в МБОУ «Многопрофильная гимназия № 12» г. Читы»**

Российская Федерация

Забайкальский край

г. Чита

Автор: Суворов Данил Максимович

МБОУ "МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ГИМНАЗИЯ № 12"

11 «Б» класс

Научный руководитель: Раднаева Гэлэгма Викторовна, учитель информатики

г. Чита

2020 год

«Внедрение системы интеллектуального освещения в местах общего пользования
в МБОУ «Многопрофильная гимназия № 12» г. Читы»

Суворов Данил Максимович

Российская Федерация, Забайкальский край, г. Чита,
МБОУ «Многопрофильная гимназия № 12», 11 «Б» класс

Аннотация

Целью данной работы является разработка действующей модели интеллектуального освещения и дальнейшее внедрение разработанной системы освещения в МБОУ «Многопрофильная гимназия № 12».

Интеллектуальное освещение в настоящее время внедряется в основном только в частных домах и в офисах некоторых частных компаниях. Освещение учебных заведений имеет свою специфику, поэтому готовых решений, позволяющих организовать интеллектуальное освещение таких помещений, нет. В данной работе предлагается решение по внедрению «умного» освещения в местах общего пользования гимназии. При подготовке материала был проведен анализ существующей осветительной системы гимназии, собран и проанализирован статистический материал по использованию коридоров в разное время дня. После анализа всех данных, получен вывод, что осветительная система мест общего пользования гимназии не является эффективной, по этой причине предложены две системы интеллектуального освещения коридоров школы. Собрана действующая модель предложенных осветительных систем. С помощью модели доказана энергетическая эффективность использования интеллектуального освещения по сравнению с обычным традиционным освещением.

«Внедрение системы интеллектуального освещения в местах общего пользования
в МБОУ «Многопрофильная гимназия № 12» г. Читы»

Суворов Данил Максимович

Российская Федерация, Забайкальский край, г. Чита,
МБОУ «Многопрофильная гимназия № 12», 11 «Б» класс

План исследования

Проблема исследования: разумное использование электрической энергии является одной из наиболее острых проблем человечества в наше время, потому что это связано напрямую с использованием природных ресурсов, которые не бесконечны. Внедрение системы интеллектуального освещения в местах общего пользования в учебных заведениях является одним из решений проблемы по экономии энергоресурсов и параллельно решается вопрос повышения энергетической эффективности использования электроэнергии. Поэтому актуальность работ, посвящённых данной тематике, будет сегодня иметь огромное значение.

Гипотеза: при замене светильников на более эффективные изменится уровень электропотребления в гимназии. Параллельно с этим внедрение технологий «умного» освещения позволит достичь ещё большего экономического эффекта.

Методы исследования:

1. Сбор статистического материала.
2. Измерение уровня освещённости люксометром.
3. Анализ существующей системы освещения и статистического материала.
4. Создание действующей модели умной системы освещения на базе микропроцессора «Arduino»
5. Внедрение системы освещения на основе действующей модели в гимназии.

Библиография:

1. Дашук Н. О. Система управления освещением в умном доме // Молодой ученый. — 2017. — №36. — С. 18-19. — URL <https://moluch.ru/archive/170/45600/> (дата обращения: 25.12.2019).
2. Санитарные правила и нормы. СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03 (с изменениями от 15 марта 2010г.). 2.2.1/2.1.1. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий, планировка и застройка населенных мест. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

3. СанПин 2.4.13049-13 Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций
4. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino – СПб, БХВ-Петербург, 2014 – 400 с.: ил. – (Электроника)

«Внедрение системы интеллектуального освещения в местах общего пользования
в МБОУ «Многопрофильная гимназия № 12» г. Читы»

Суворов Данил Максимович

Российская Федерация, Забайкальский край, г. Чита,
МБОУ «Многопрофильная гимназия № 12», 11 «Б» класс

Научная статья

Мы живём в эпоху, когда «умным» делается всё: «умный» телефон, «умные» часы, «умные» телевизоры, тостеры, чайники. «Умная» бытовая техника уже прочно вошла в нашу жизнь. Разработано большое количество систем по типу «умный» дом, в том числе и интеллектуальные системы освещения. На сегодняшний день умное освещение дома – уже не редкость. Умный свет – это система, включающая в себя осветительные приборы и электронные системы, ими управляющие. С помощью таких систем можно автоматически регулировать интенсивность света в любых помещениях, можно выбирать цвет излучения. При помощи датчиков движения система может определить присутствие кого-либо в помещении и включить свет там, где находятся люди. Также система способна включать или выключать освещение в зависимости от времени суток. В принципе, можно обходиться и обычными лампами, но в эпоху активного использования интернета нужно использовать предоставляемые возможности максимально полно. Обычные лампы – это устройства, которые имеют всего два состояния: включено и выключено и зачастую требуют личного вмешательства человека. Интеллектуальное освещение сегодня – это не только модное направление в современных технологиях. Это, прежде всего, решение, направленное на повышение энергетической эффективности объекта, где внедряется умное освещение. Так использование таких систем приводит в первую очередь к экономии электрической энергии (система сама определяет, когда выключить/включить свет и какой интенсивности он должен быть) и, дополнительно, обеспечивает продление срока службы осветительных приборов. В настоящее время из всего многообразия возможностей, которые предоставляют системы умного освещения, используются только лампы с датчиками движения в местах общего пользования (лестницы, коридоры учреждений, подъездов), лампы с датчиками звука (в основном, в подъездах жилых домов) и системы альтернативного освещения с использованием солнечных батарей и ветряков на остановках общественного транспорта. На этом использование интеллектуальных систем освещения почему-то закончено. Практически нигде (кроме частных домов и офисов некоторых частных компаний) не встречается объединение нескольких возможностей «умного освещения» в одну функциональную рабочую систему [1].

Требования к системам освещения в школе, представленные в санитарных и строительных нормативных актах, направлены на обеспечение необходимого уровня психологической безопасности и охраны физического здоровья учащихся. Тема весьма актуальна. Распорядок академического дня построен так, что в зимнее время ученики приходят в школу в утренние сумерки, а заканчивают занятия и возвращаются домой, когда солнце уже заходит за пределы горизонта. Недостаток естественного и несбалансированность искусственного света оказывает вредное воздействие, вызывая чрезмерную утомляемость, слезоточивость, покраснение и прочие болезненные ощущения. [2] [3] Эти документы подразумевают возможность использования в образовательных учреждениях (LED) люминесцентных и ламп дневного света.

Освещение учебных заведений имеет свою специфику: необходимость освещения коридоров зависит целиком и полностью от расписания занятий. Нет необходимости постоянно освещать коридоры во время проведения уроков, освещения в местах общего пользования необходимо только в случае нахождения в этих местах людей, то есть потребность в освещении есть только во время перемен.

Для понимания работы существующей системы освещения были проведены замеры освещенности школьных коридоров (контрольные точки 1 и 2) в течение первой и второй смены, выведены средние показатели проходимости людей по школьному коридору во время проведения уроков (рисунок 1 Приложения).

Существующая система включает в себя люминесцентные светильники мощностью 64 ватт в количестве 4 штук для коридора без естественного освещения и 6 энергосберегающих ламп мощностью 20 ватт в коридоре с естественным освещением.

Замеры освещенности проводились 28 января 2020 года с помощью люксметра в коридоре без естественной освещенности и в коридоре, где есть поступление естественного света через оконные проемы. В основе работы прибора лежит фотоэлемент, то есть элемент, который преобразует световую энергию в электрическую. Также одним из базовых компонентов люксметра является микроамперметр, но проградуированным в люксах. Действует он по принципу: чем ярче свет, тем больше сила тока, которую и показывает амперметр. Результаты замеров освещенности приведены в таблице 2 Приложения.

Анализ существующей осветительной системы школьных коридоров показал, что:

1. В коридоре без естественного освещения (контрольная точка 1) не выполняются нормативы освещенности мест общего пользования для учебных заведений. Согласно СанПин 2.2.1 и СанПин 2.4.2.2821-10 [8], [9] освещенность коридоров должна составлять не менее 150 лк. Даже со всеми включенными светильниками освещенность составляет 120-126 лк, при выключенных светильниках – 9-16 лк.

2. В коридоре с естественным освещением (контрольная точка 2) освещенность находится в допустимых интервалах.

3. Если поддерживать освещенность на необходимом уровне в коридоре без естественного освещения потребуются свет включенным держать на протяжении всего рабочего дня (двух смен в школе), в результате чего возрастет потребление электричества, и как следствие, затраты на оплату счетов за потребленную электроэнергию.

Таким образом, в гимназии не только не решен вопрос экономичного использования электрической энергии для освещения мест общего пользования в гимназии, но и не выполняются требования Санитарных норм и правил по освещенности мест общего пользования, что может отражаться на безопасности школьников. Поэтому мной было предложено решение по освещению школьных коридорах по двум направлениям:

- 1) для коридоров без естественного освещения
- 2) для коридоров, где присутствует естественное освещение.

В результате было предложено заменить существующую систему освещения школьных коридоров на интеллектуальную многофункциональную систему, в задачи которой будут входить обеспечение следующих функций:

1. Включение освещения школьных коридоров в начале перемены и выключение в конце перемены.
2. Автоматический перевод системы освещения коридоров школы в режим работы по датчику движения во время проведения уроков и во внеурочное нерабочее время.
3. Автоматическая корректировка уровня освещенности коридоров с частичным естественным освещением в зависимости от яркости солнечного потока.
4. Возможность перепрограммирования системы освещения.
5. Возможность отключения интеллектуальной системы освещения и перевод в ручной режим управления.

Для реализации модели была выбрана платформа Arduino из-за её гибкости и способности реализовать самые разные проекты. Arduino использует язык программирования, основанный на C/C++ что упрощает разработку так называемых "скетчей" - алгоритмов действий для данного микроконтроллера [4], [5] [Таблица 3 Приложения]

Предлагаемая система освещения включает в себя светодиодные светильники, пирозлектрические (или же инфракрасные) датчики движения. Принцип их действия основан на инфракрасном излучении. В его конструкцию входят 2 сенсора теплового излучения, в состоянии покоя эти сенсоры показывают одинаковые значения что означает что движения нет. Как только тёплый объект (человек) пересекает зону действия 1-ого

сенсора, датчик генерирует значение 1 что означает что движение есть, а пересекая зону действия 2-ого сенсора датчик генерирует значение 0 означающее что объект покинул зону действия датчика, и движения нет. Также для увеличения радиуса действия на датчики устанавливают линзу Френеля, которая, благодаря своему строению, увеличивает угол действия датчика с 30 градусов до 110. Состоит же данная линза из множества отдельных, примыкающих друг к другу концентрических колец небольшой толщины, которые в сечении имеют форму призм специального профиля. В результате преломления лучей, выпущенных из точечного источника, получается практически идеально параллельные лучи. Для пиродатчика используется специальная линза, состоящая из множества линз Френеля, находящихся под разным углом для увеличения угла обзора датчика.

Было решено, что для коридоров с естественным освещением, датчиков движения и работы по часам будет недостаточно, так как днём коридоры ярко освещаются с помощью солнца и тратить электроэнергию на освещение и так светлых коридоров не экономично. Поэтому в схему был добавлен ещё один элемент датчик освещения. Принцип его работы заключается в том, что свет сначала попадает на фокусирующую линзы, а с неё на фоточувствительный элемент, измеряющий яркость света. В зависимости от яркости резистор будет выдавать разное сопротивление. Сравнивая это сопротивление с эталонными, микроконтроллер будет подавать команду о включение или выключении ламп в помещении.

Реле HL-52S - 2-ухканальное, то есть позволяет подключить до 2-ух устройств одновременно. Реле необходимо для управления током высокого напряжения с помощью тока низкого напряжения. Arduino не способно выдавать больше 5 вольт, но и этого достаточно для работы модуля реле. Реле при подаче сигнала с Arduino замыкается, чем включает в сеть более высоковольтные провода.

В рамках данного проекта был произведен расчет по выбору вариантов наиболее энергоэффективного решения для предложенной системы освещения.

Световой поток, люмен:

$$F_{л} = (E_{н} \times S_{п} \times k \times q) / (N_{с} \times n \times \eta)$$

где, $E_{н}$ — норма освещенности рассчитываемого помещения (данные СанПин)

$S_{п}$ — площадь помещения, для которого производится расчет (m^2).

k — поправочный коэффициент, который еще называют коэффициентом запаса.

q — коэффициент неравномерности свечения.

$N_{с}$ — планируемое к установке количество светильников.

n — количество ламп в одном светильнике

η — коэффициент использования светового потока

Исходные данные для расчета и результаты расчета приведены в таблицах 4, 5, 6 Приложения.

В результате расчётов доказано, что система освещения со светодиодными лампами потребляет от 1,5 до 3 раз меньше электроэнергии, чем существующая система освещения с люминесцентными

На данный момент готов тестовый экземпляр и ведутся работы по созданию программы для управления интервалом времени включения/выключения систем освещения.

Выводы

1. Предлагаемая интеллектуальная система освещения помещений общего пользования учебных заведений является более экономичной по сравнению с существующей системой и решает задачи энергоэффективного использования электроэнергии. Потребление электрической энергии интеллектуальной системой со светодиодными светильниками в 3 раза меньше, чем с люминесцентными.

2. Система обеспечивает полный функционал по освещению коридоров и универсальна для любых учебных заведений.

3. Тестовый экземпляр полностью выполняет возложенные на него задачи

4. Программный продукт позволит управлять временными интервалами включения и выключения систем освещения в школьных коридорах, что позволит задавать пользовательские режимы освещения (например, программа позволит переводить систему освещения полностью на работу от датчиков движения и т.д.)

Библиография:

5. Дашук Н. О. Система управления освещением в умном доме // Молодой ученый. — 2017. — №36. — С. 18-19. — URL <https://moluch.ru/archive/170/45600/> (дата обращения: 25.12.2019).
6. Санитарные правила и нормы. СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03 (с изменениями от 15 марта 2010г.). 2.2.1/2.1.1. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий, планировка и застройка населенных мест. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СанПин 2.4.13049-13 Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций
8. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino – СПб, БХВ-Петербург, 2014 – 400 с.: ил. – (Электроника)
9. Ситников П.Л. Использование платформы Arduino в образовательной деятельности. Журнал "Образование и наука в современных условиях" № 1(2), 2015, стр.134-135. Издательство: ООО "Центр научного сотрудничества "Интерактив плюс"
10. Что такое Arduino. [Электронный ресурс]. — URL <http://advocat-volodarsky.kiev.ua/chto-takoe-arduino.html>
11. Копосов Д.Г. Начала микроэлектроники на уроках информатики // Всероссийский съезд учителей информатики. Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова. 24-26 марта 2011: Тезисы докладов. - М: Издательство Московского университета: 2011. - С. 600-601.
12. Ситников П.Л. Принцип политехнизма на уроках информатики и ИКТ. [Текст] / П.Л. Ситников // Информационные и педагогические технологии в современном образовательном учреждении: Материалы междунар. науч.-практ. Конф. 28 апреля 2014 г./ под ред. М.И. Шутиковой.
13. Среда Arduino
14. Люксметр. Принцип работы и устройство.

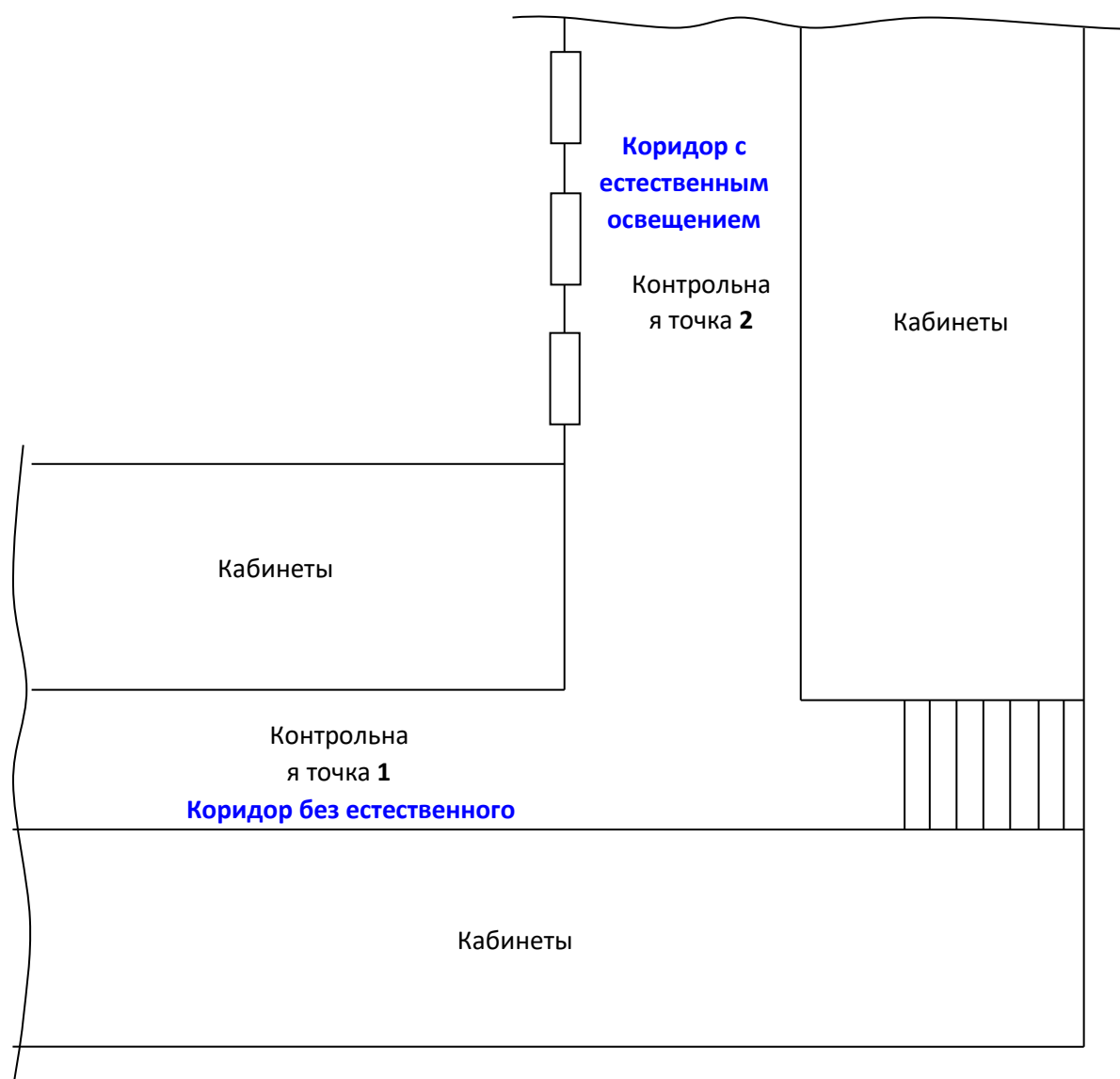


Рисунок 1. Схемы контрольных точек для проведения замеров

Таблица 1.

Нормы освещения образовательных учреждений: школ, учебных классов, кабинетов, спортивных залов

| № | Освещаемые объекты | Освещенность рабочих поверхностей, лк |
|----|--|---------------------------------------|
| 1 | Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории общеобразовательных школ, школ-интернатов, среднеспециальных и профессионально-технических учреждений | 500 |
| 2 | Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории техникумов и высших учебных заведений | 400 |
| 3 | Кабинеты информатики и вычислительной техники | 400 |
| 4 | Кабинеты технического черчения и рисования | 500 |
| 5 | Лаборантские при учебных кабинетах | 400 |
| 6 | Мастерские по обработке металлов и древесины | 300 |
| 7 | Кабинеты обслуживающих видов труда | 400 |
| 8 | Спортивные залы | 200 |
| 9 | Крытые бассейны | 150 |
| 10 | Актовые залы, киноаудитории | 200 |
| 11 | Эстрады актовых залов | 300 |
| 12 | Кабинеты и комнаты преподавателей | 300 |
| 13 | Рекреации | 150 |




Таблица 2.

Результаты замера освещенности

| Время замера | | | Контрольная точка 1 | | | Контрольная точка 2 | | |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---|--------------|-----------------------|------------------------|--------------|-----------------------|
| | Общее время уроков, мин | Общее время перемен, мин | Количество и мощность источников искусственного освещения | | | | | |
| | | | Время работы ламп, мин | Освещенность | Проподимость, чел/час | Время работы ламп, мин | Освещенность | Проподимость, чел/час |
| 7 ⁰⁰ - 8 ⁰⁰ | 0 | 60 | 36 | 126 | 116 | 32 | 155 | 132 |
| 8 ⁰⁰ - 9 ⁰⁰ | 55 | 5 | 60 | 124 | 109 | 60 | 171 | 89 |
| 9 ⁰⁰ - 10 ⁰⁰ | 50 | 10 | 60 | 123 | 168 | 39 | 188 | 103 |
| 10 ⁰⁰ - 11 ⁰⁰ | 50 | 10 | 48 | 126 | 183 | 0 | 206 | 127 |
| 11 ⁰⁰ - 12 ⁰⁰ | 50 | 10 | 0 | 9 | 147 | 0 | 254 | 134 |
| 12 ⁰⁰ - 13 ⁰⁰ | 40 | 20 | 0 | 10 | 204 | 0 | 360 | 196 |
| 13 ⁰⁰ - 14 ⁰⁰ | 55 | 5 | 0 | 16 | 113 | 0 | 354 | 101 |
| 14 ⁰⁰ - 15 ⁰⁰ | 50 | 10 | 0 | 12 | 171 | 0 | 358 | 84 |
| 15 ⁰⁰ - 16 ⁰⁰ | 50 | 10 | 16 | 121 | 163 | 0 | 321 | 83 |
| 16 ⁰⁰ - 17 ⁰⁰ | 50 | 10 | 60 | 124 | 96 | 28 | 261 | 62 |
| 17 ⁰⁰ - 18 ⁰⁰ | 40 | 20 | 15 | 14 | 122 | 54 | 168 | 108 |
| 18 ⁰⁰ - 19 ⁰⁰ | | 60 | 0 | 5 | 9 | 0 | 8 | 7 |
| ИТОГО: | 490 (8 часов 10 мин) | 230 (3 часа 50 мин) | 295 (~ 5 ч) | | | 213 (3 часа 33 мин) | | |

Таблица 3.

Используемые датчики

| Датчик | Наименование датчика | Принцип работы датчика |
|---|---|--|
|  | <p>HC-SR501- инфракрасный датчик движения</p> | <p>Улавливает движение теплых объектов в радиусе 5-7 метров.</p> |
|  | <p>HL-52S - Модуль реле</p> | <p>При подаче сигнала LOW Включает в цепь линию 220в.</p> |
|  | <p>LM393-Датчик освещённости</p> | <p>При достаточном уровне освещенности в люменах посылает определенный сигнал.</p> |

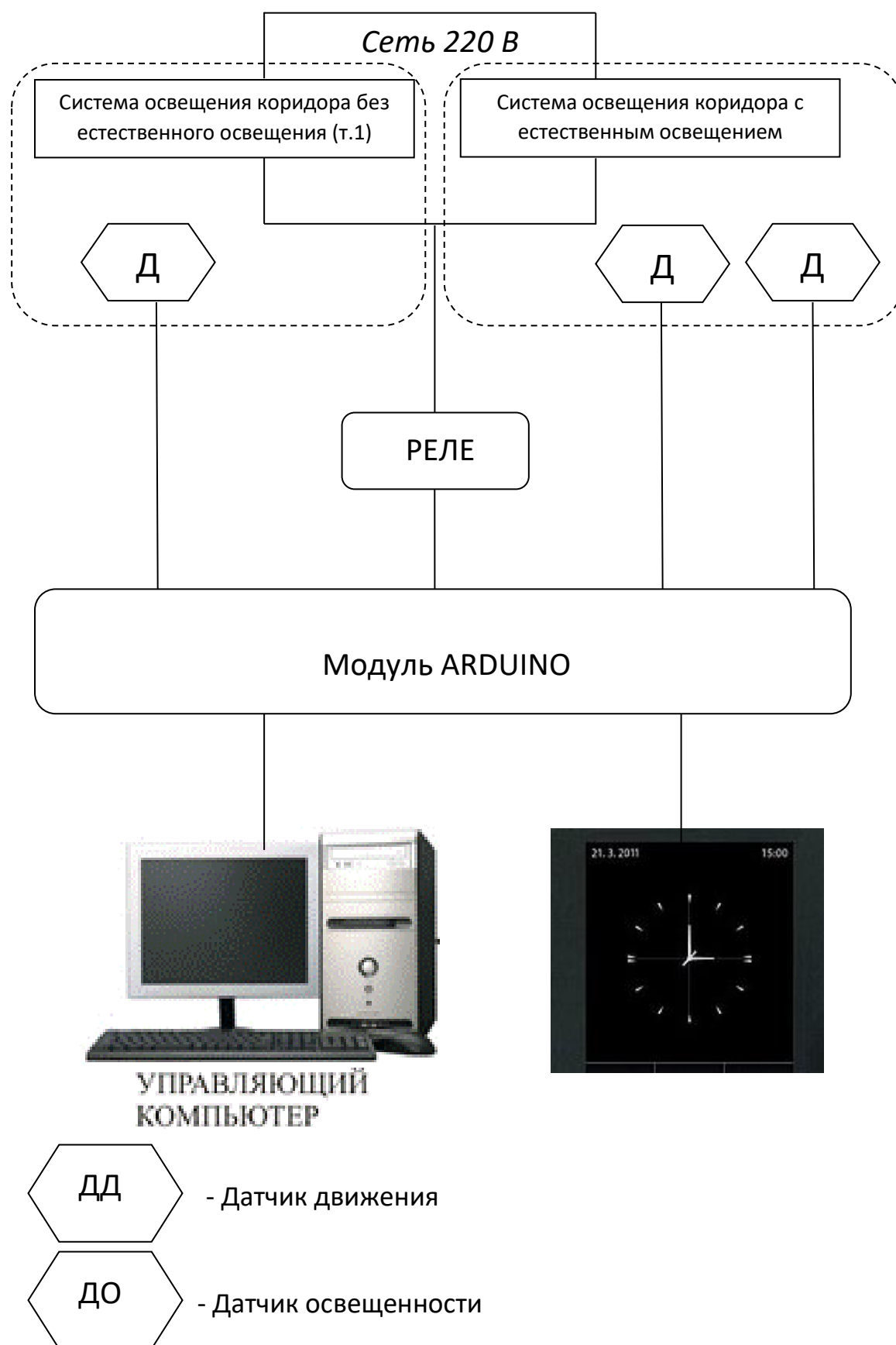


Рисунок 2. Принципиальная схема альтернативного освещения

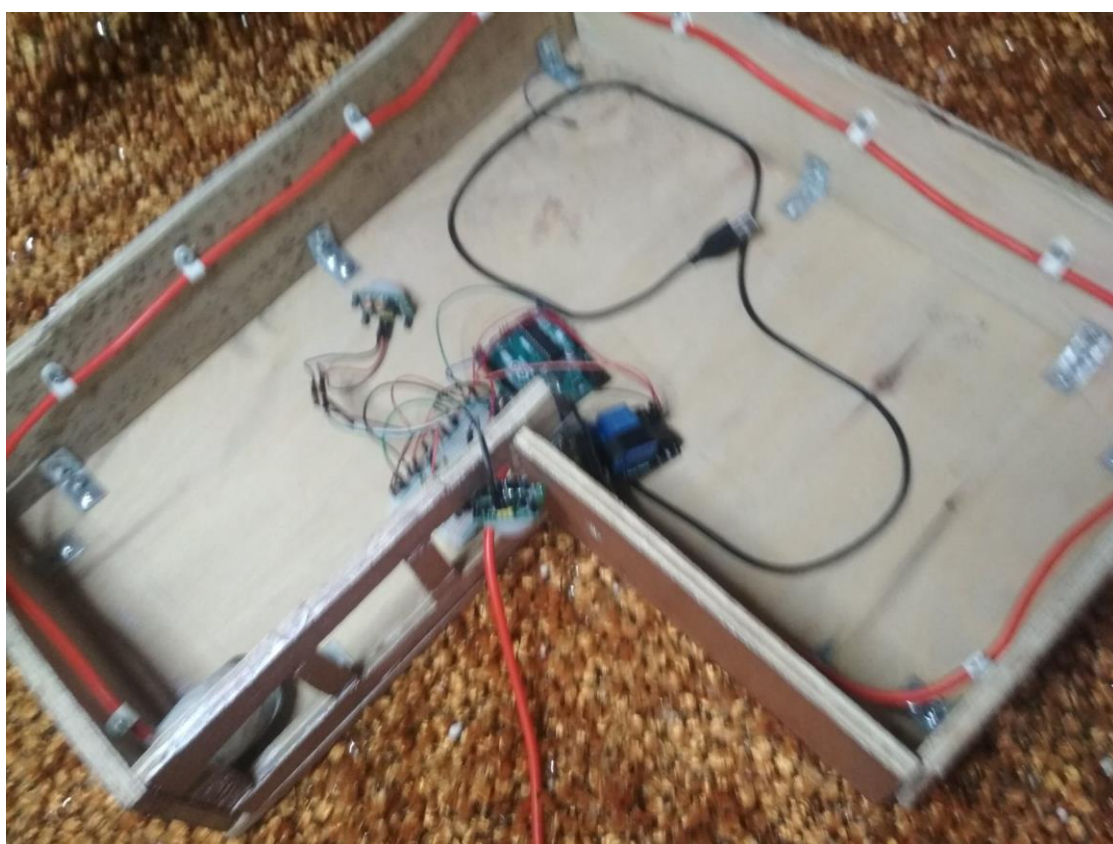


Рисунок 3. Макет предлагаемой осветительной системы

```

//подключение библиотек
#include <RTCLib.h>
#include <Wire.h>

//Определение пинов для модулей
const int movPin = 2;
const int relPin = 12;
const int movPin1 = 3;
const int photoPin = 6;
const int clockPin = 4;

void setup() {
  //Определение ролей пинов для работы проекта
  Serial.begin(9600);
  pinMode(movPin, INPUT);
  pinMode(movPin1, INPUT);
  pinMode(relPin, OUTPUT);
  pinMode(photoPin, INPUT);
  pinMode(clockPin, INPUT);
}
}
void loop() {
  //Установка периодов времени с включенным светом
  digitalWrite(relPin, LOW);
  delay(2400000);
  digitalWrite(relPin, HIGH);
  delay(600000);

  digitalWrite(relPin, HIGH);
  //Работа с фоторезистором
  int val = digitalRead(movPin);
  int val2 = digitalRead(photoPin);
  if (val2 < 150)
  //Проверка значений с датчика движения для коридора с естественным освещением
  if (val)
    digitalWrite(relPin, LOW);
  else
    digitalWrite(relPin, HIGH);
  else
    digitalWrite(relPin, HIGH);
  //Проверка значений с датчика движения для коридора без естественного освещения
  int val1 = digitalRead(movPin1);
  if (val)
    digitalWrite(relPin, LOW);
  else
    digitalWrite(relPin, HIGH);
}
}

```

Рисунок 4. Код программы

Таблица 4.

Исходные данные для расчета

| | Общие исходные данные | Данные для коридора без естественного освещения | Данные для коридора с естественным освещением |
|-----------------------------------|-----------------------|---|---|
| Площадь помещения, м ² | | 45 | 48 |
| Длина помещения, м | | 15 | 16 |
| Ширина помещения, м | 3 | 3 | 3 |
| Высота размещения светильника, м | 2.7 | 2.7 | 2.7 |
| Норма освещенности помещения, лк | 150 | 150 | 150 |
| Количество ламп в светильнике, шт | | 4 | 1 |

Таблица 5.

Дополнительные справочные данные для расчета

| | Для люминесцентных светильников | Для светодиодных светильников |
|---|---------------------------------|-------------------------------|
| Коэффициент запаса, k | 1.2 | 1 |
| Коэффициент неравномерности свечения, q | 1.15 | 1.1 |

Таблица 6.

Результаты расчётов

| | | Коридор без естественного освещения | | Коридор с естественным освещением | |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| | | Люминесцентные светильники | Светодиодные светильники | Люминесцентные светильники | Светодиодные светильники |
| Количество ламп к установке, шт. | | 16 | 15 | 6 | 6 |
| Суммарная мощность, Вт | | 288 | 150 | 120 | 60 |
| Время работы системы освещения, ч | существующей | 5 | 5 | 2.5 | 2.5 |
| | предлагаемой (интеллектуальной) | 3 | 3 | 1.5 | 1.5 |
| Суточное энергопотребление, кВтч | существующей | 1440 | 750 | 300 | 150 |
| | предлагаемой (интеллектуальной) | 864 | 450 | 150 | 90 |
| Среднемесячное энергопотребление, кВтч | существующей | 43,2 | 22.5 | 9 | 4.5 |
| | предлагаемой (интеллектуальной) | 26 | 13,5 | 4.5 | 2.7 |

