

Управление образования Гродненского областного исполнительного комитета
отдел образования, спорта и туризма администрации Октябрьского района г. Гродно
Государственное учреждение образования
«Средняя школа №12 г. Гродно»

Искусственный интеллект

**Автоматизированная система управления
освещением и подачей звонков в школе
«Eco-light-bell»**

Хобец Захар Александрович,
учащийся 10 «Б» класса

Капуста Александр Владимирович,
учащийся 9 «Б» класса

Лохницкий Илларион Аркадьевич,
учитель информатики,
магистр технических наук

г. Гродно, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	5
1.1. Возможности автоматизации освещения школьных коридоров	5
1.2. Концептуальные особенности разрабатываемой АСУО	5
1.3. Задачи и функции, которые должна выполнять АСУО.....	6
ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	8
2.1. АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУО.....	8
2.2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУО.....	9
2.2.1. Используемое программное обеспечение	9
2.2.2. Создание скетча АСУО в приложении Arduino IDE.....	9
2.2.3. Использование энергонезависимой памяти	10
2.2.4. Разработка алгоритмов работы АСУО.....	11
2.2.5. Создание приложения для мобильного устройства в среде визуальной разработки android-приложений MIT App Inventor.....	14
2.2.6. Разработка интерфейса пользователя программы «Eco-light-bell»..	15
2.2.7. Создание базы данных в СУБД MySQL.....	18
2.2.8. Создание php-скриптов для работы с БД.....	19
2.3. РАСЧЕТ СТОИМОСТИ КОМПОНЕНТОВ АСУО	19
2.4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АСУО	19
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	22
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	24
ПРИЛОЖЕНИЯ 1-4	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	26

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с целью №12 устойчивого развития в Беларуси необходимо обеспечить переход к рациональным моделям потребления. Одним из способов реализации данной цели может быть экономия электроэнергии при освещении.

Экономия электрической энергии в школе, несомненно, важна, т.к. с раннего возраста у детей формируется привычка бережного отношения к природным ресурсам. Но, к сожалению, часто приходится видеть, как нерационально используется освещение в школьных коридорах: свет включен при достаточном уровне освещенности или не выключается после перемен. В результате происходит перерасход электрической энергии.

Анализируя сложившуюся ситуацию, перед нами возник вопрос. Возможно ли при помощи современных информационных технологий и средств автоматизации оптимизировать режим работы освещения школьных коридоров? Изучая литературу и Интернет источники мы выяснили, что на рынке представлен достаточно большой ассортимент автоматических устройств для экономии света. Однако, насколько эффективно и оправданно их применение?

Нами была создана и внедрена автоматизированная система управления освещением (АСУО) «Eco-light-bell», позволяющая: в автоматическом режиме включать освещение на переменах и подавать звонки в школе на основании сформированного расписания уроков; задавать порог освещенности для включения освещения; синхронизировать время в Интернет; собирать и отправлять на сервер статистические данные о времени работы освещения в коридорах.

АСУО представляет собой совокупность программных и аппаратных средств. Большое значение в исследовании имеет создание программного обеспечения (ПО), с помощью которого осуществляется настройка АСУО, сбор, отправка и визуализация данных, управление осветительными приборами и, как следствие, экономия электрической энергии при освещении коридоров.

Цель исследования – создание и внедрение в школе АСУО «Eco-light-bell», позволяющей сократить потребление электрической энергии при освещении коридоров и автоматизировать процесс подачи звонков.

Гипотеза – разработанное программное обеспечение для АСУО «Eco-light-bell» позволит сократить потребление электрической энергии при освещении коридоров школы.

Задачи исследования:

1. Изучить возможности экономии электрической энергии при освещении школьных коридоров и автоматизации процесса подачи звонков на переменах.
2. Определить основные задачи и функции, которые должна выполнять АСУО. Разработать функциональную модель АСУО.
3. Разработать алгоритмы работы АСУО, осуществляющие включение и выключение освещения в коридорах школы и подачу звонков на переменах.
4. Выбрать аппаратное и программное обеспечение для реализации АСУО.
5. Создать программу-скетч для платформы Arduino.
6. Создать базу данных и php-скрипты для работы с приложениями.

7. Создать в приложении App Inventor программу для работы с мобильным устройством на базе операционной системы (ОС) Android.

8. Собрать из модулей электрическую схему, установить АСУО в школе.

9. Произвести расчет стоимости АСУО.

10. Произвести анализ экономии электрической энергии за счет АСУО.

Предполагаемый результат: будет создана дистанционно-управляемая автоматическая система с программным обеспечением, позволяющая оптимизировать режим работы освещения школьных коридоров, а также осуществляющая подачу звонков. Результаты исследования могут быть использованы в учреждениях образования для сокращения потребления электрической энергии при освещении коридоров и для автоматизации подачи звонков.

Методы реализации проекта:

- теоретические (изучение и обобщение полученных данных, сопоставление, анализ, синтез, объяснение собранных фактов и установление причинно-следственных связей между ними);

- эмпирические (наблюдение, сравнение, измерение, эксперимент).

Этапы реализации исследования:

- *организационный* (февраль 2019 г.): создание команды;

- *проблемно-целевой* (март 2019 г.): выбор проблемной области, определение цели исследования, постановка задач, выбор методов и средств;

- *подготовительный* (апрель 2019 г.): изучение литературы, Интернет источников на предмет возможности автоматизации процесса освещения и подачи звонков;

- *практической работы* (май-август 2019 г.): сбор электрической схемы; создание программного обеспечения; подключение, наладка, тестирование, проверка работы АСУО; создание демонстрационного макета АСУО.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Возможности автоматизации освещения школьных коридоров

Сегодня чаще всего при освещении коридоров в учебных заведениях используются люминесцентные или светодиодные лампы, которые включаются и выключаются при помощи настенных выключателей. В этом случае рациональное использование электроэнергии будет зависеть от рачительности учеников, педагогов и персонала.

Однако для экономии электричества при освещении коридоров в зданиях могут использоваться средства автоматизированного контроля – специальные датчики (освещенности, движения, акустические, фото-шумовые).

Несмотря на преимущества эти датчики, имеют общий *недостаток*. При частом включении и выключении датчиками светильников с люминесцентными лампами происходит сокращение времени их службы. Количество включений для люминесцентной лампы до 2000 раз. Следовательно, использование датчиков в коридорах вследствие частого включения приведет к быстрому выходу из строя люминесцентных ламп. Светодиодные лампы с дешевыми преобразователями (драйверами) также быстро выходят из строя при частом включении.

Использование автоматической системы управления освещением (АСУО) является одним из самых эффективных методов повышения энергоэффективности в зданиях. АСУО – это интеллектуальная система, которая включает в себя программное и аппаратное обеспечение и позволяет обеспечить необходимое количество света в тех местах, где это необходимо и тогда, когда это нужно.

Сегодня на рынке представлены АСУО белорусских производителей – «Люкс АЦ», российских – «Интелар», «Deus МЕб», немецких – «System», «Pharao» и других, позволяющие автоматизировать управление освещением в зданиях. Однако, эти системы дорогостоящие. Так, например, стоимость комплекта автоматики АСУО здания школы в комплексе с системой подачи звонков российской фирмы «Интелар» составляет порядка 800 \$ США [5]. Также следует отметить, что для работы данной АСУО необходим персональный компьютер, а это дополнительные расходы.

И, как следствие, возникает вопрос. Возможно ли создать недорогую, автоматизированную систему управления освещением в школе, позволяющую сократить расходы на электрическую энергию?

1.2. Концептуальные особенности разрабатываемой АСУО

Исходя из гипотезы исследовательской работы, нам необходимо разработать ПО для АСУО, которое позволит уменьшить расход электрической энергии при освещении школьных коридоров без ущерба для здоровья учащихся и преподавателей. С этой целью был проанализирован режим работы освещения в коридорах школы. Выяснилось, что освещение в коридорах включается на переменах при недостаточном естественном освещении. Вместе с тем было замечено, что свет не всегда выключался после окончания перемены (при этом в коридорах никого не было). Иногда свет включался на переменах при достаточном естественном освещении.

В соответствии с санитарными нормами освещения для учреждений общего образования, начального, среднего и высшего образования уровень освещенности в рекреациях должен составлять при освещении люминесцентными лампами – 150 люкс и лампами накаливания – 75 люкс.

В этом случае при разработке ПО для АСУО необходимо будет учесть, что освещение в коридорах школы включается при уровне естественной освещенности менее 75 люкс только на переменах.

Для того чтобы можно было проанализировать данные о расходе электроэнергии при освещении коридоров, в качестве эксперимента будем сравнивать время работы осветительных приборов на 2-ом и 3-ем этажах. На 3-ем этаже освещение будет включаться автоматически при помощи АСУО и настенного выключателя, а на 2-ом при помощи настенного выключателя (рис. 1.1).

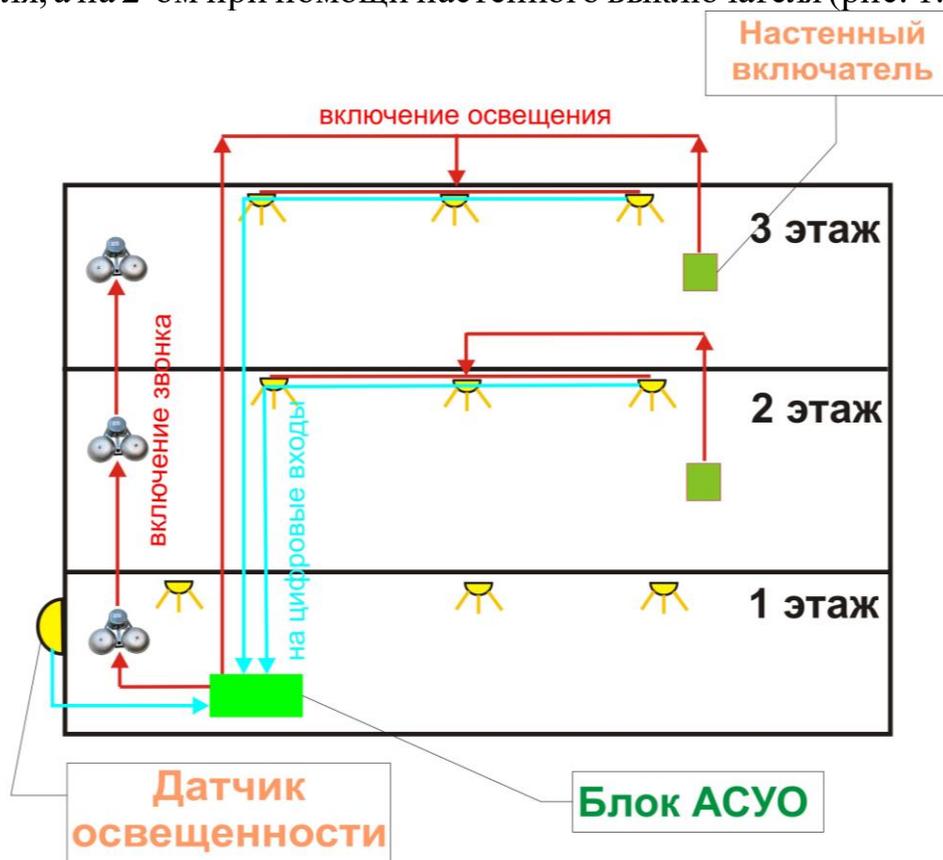


Рисунок 1.1. Схема подключения датчиков и устройств к блоку АСУО

Статистические данные о времени работы освещения на коридорах школы должны ежедневно отправляться из блока АСУО в базу данных. Анализируя время работы освещения на 2-ом и 3-ем этажах школы за определенный период, можно будет сделать вывод об экономической выгоде работы АСУО.

Так как в разрабатываемой системе будет использоваться расписание уроков, мы решили также автоматизировать процесс подачи звонков.

1.3. Задачи и функции, которые должна выполнять АСУО

Для разработки и построения АСУО необходимо определить основные задачи и функции, которые она должна выполнять.

Задачи:

1. обеспечение автоматического включения и выключения освещения в коридоре с учетом естественной освещенности;
2. обеспечение автоматизации процесса подачи школьных звонков;
3. обеспечение визуализации информации о текущем времени, расписании уроков, режимах работы при помощи блока АСУО;
4. обеспечение возможности анализа экономической работы АСУО.

Функции:

- 1) возможность удаленного соединения при помощи мобильного устройства с АСУО по каналу связи Bluetooth;
- 2) возможность создания расписания звонков;
- 3) возможность настройки включения звонков;
- 4) возможность настройки включения освещения на переменах;
- 5) возможность синхронизации времени через сеть Интернет или установки даты и времени в ручном режиме;
- 6) возможность визуального отображения информации о текущей дате и времени, уроке, режимах работы при помощи дисплеев блока АСУО;
- 7) возможность визуального отображения статистических данных о времени работы освещения в коридорах 2-го и 3-го этажей школы;
- 8) возможность ручного выключения на блоке АСУО автоматического включения освещения и подачи звонков.

ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУО

При разработке аппаратного обеспечения нами была спроектирована функциональная модель АСУО. Исходя из задач и функций, АСУО должна автоматически включать освещение в коридоре в соответствии с уровнем естественной освещенности, подавать звонки в соответствии с расписанием, взаимодействовать с мобильным устройством, считывать показания с датчиков, принимать и отправлять данные при помощи сети Интернет. Следовательно, необходимо постоянно обрабатывать достаточно большое количество данных. С этой целью можно использовать недорогой микроконтроллер.

Для мониторинга, настройки и управления освещением и звонками необходимо установить связь микроконтроллера с электронным мобильным устройством, например, со смартфоном. В роли канала связи будем использовать технологию беспроводной передачи данных между устройствами Bluetooth. Для визуального отображения информации текущем о времени, дате, уроке, режимах работы будем использовать LCD дисплей.

Для синхронизации текущего времени с сервером точного времени в Интернет и передачи статистической информации в базу данных (БД) необходимо наличие сетевого модуля и сети Интернет. Также по командам с микроконтроллера необходимо осуществлять включение и выключение более мощных устройств, таких как, лампы и звонки. Для этого можно использовать электронные коммутаторы. Для обеспечения электронной схемы АСУО питанием необходим источник питания и стабилизаторы питания с заданными значениями выходных напряжений.

Следовательно, функциональная модель АСУО будет состоять из микроконтроллера, датчиков, дисплеев, коммутатора, модуля питания, модулей связи, мобильного устройства (рис. 2.1).

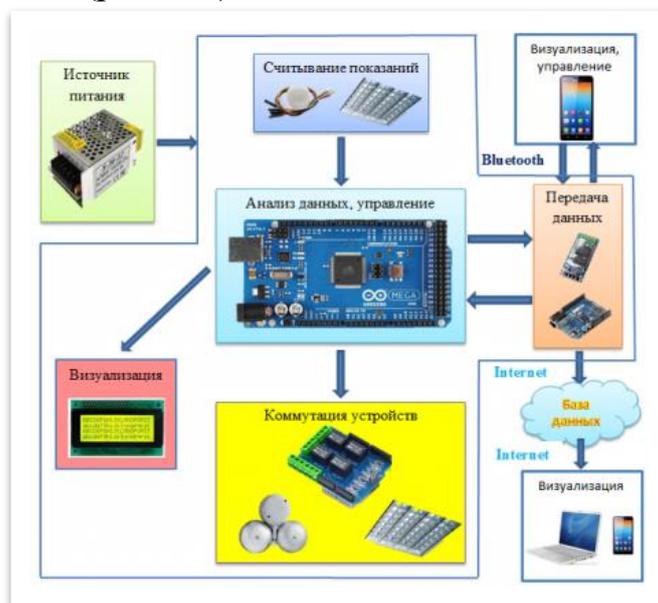


Рисунок 2.1. Функциональная модель АСУО

2.2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУО

2.2.1. Используемое программное обеспечение

Одним из главных этапов при выполнении исследовательской работы является выбор необходимого инструментального программного обеспечения (ПО), при помощи которого в дальнейшем будет осуществляться создание, редактирование, компиляция, отладка кода программы.

Поскольку за основу АСУО была взята аппаратная платформа Arduino, то для создания проекта использовалась бесплатная среда разработки ПО Arduino IDE. Программная оболочка служит для написания программ (скетчей) на языке C++, их компиляции и программирования платы Arduino [4]. Разработанная программа-скетч находится в электронном приложении 1.

Для написания приложения для мобильного устройства, работающего под управлением операционной системой (ОС) Android, использовалась бесплатная on-line среда визуальной разработки android-приложений App Inventor [3]. Для программирования в App Inventor используется графический интерфейс, визуальный язык программирования. Ссылка на проект в App Inventor находится в электронном приложении 2.

При работе АСУО необходимо посредством сети Интернет передавать статистические данные с Arduino на мобильное устройство или персональный компьютер. Эта задача была решена путем создания базы данных (БД) в системе управления базами данных (СУБД) MySQL и размещена на бесплатном веб-хостинге [1].

Для работы с БД были написаны скрипты на языке программирования PHP [2]. PHP-скрипты – это связующие программы, необходимые для работы Arduino-скетча и android-приложения с БД. Созданные PHP-скрипты находятся в электронном приложении 3.

2.2.2. Создание скетча АСУО в приложении Arduino IDE

Работа со скетчем осуществлялась в программной оболочке Arduino IDE. Интерфейс программы содержит текстовый редактор для написания кода, область сообщений, консоль, панель инструментов.

К плате Arduino были подключены различные модули и для их корректной работы в скетч были добавлены соответствующие библиотеки датчика освещения, цифровых часов, платы Ethernet, LCD дисплея. Также были объявлены константы и переменные различных типов данных: string, int, unsigned long, byte, bool, char.

В скетче присутствуют две основные функции: setup() и loop().

Функция setup() запускается только один раз после каждого включения питания или аппаратного сброса. Функция использовалась для установки: последовательного соединения, скорости передачи данных, режимов работы цифровых портов, сброса и инициализации сетевой платы, вывода приветствия на дисплей.

Функция loop() последовательно исполняет в бесконечном цикле команды, которые описаны в ее теле. В нашем скетче в этой функции: считываются пока-

зания с датчика освещенности; отправляются данные в базу данных, расположенные на сервере в сети Интернет; принимаются данные из сети Интернет с сервера точного времени для корректировки времени; осуществляется запись данных по адресам в энергонезависимую память; осуществляется обмен данными по последовательному порту с модулем Bluetooth; выполняются дополнительные функции, созданные пользователем.

Дополнительные функции были добавлены в программу для удобочитаемости программного кода, исключения дублирования кода, а, следовательно, более быстрого выполнения программы.

Дополнительные функции:

- eepromm () – чтение данных из eeprom по адресам;
- senddata () – передача данных по последовательному порту;
- eeprommif () – сопоставление адресов;
- lcd_1 (), lcd_2 () – отображение данных на дисплеях;
- bell1 () – включение звонка на урок;
- bell2 () – включение звонка с урока;
- bell3 () – включение звонка на физкультминутку;
- light_ld () – определение уровня освещенности с датчика;
- light () – включение освещения на переменах;
- dpin () – проверка работы освещения на коридорах, подсчет времени работы освещения на коридорах за сутки и передача информации в БД.

2.2.3. Использование энергонезависимой памяти

Важно, чтобы разрабатываемая АСУО была надежна. Например, при перезагрузке ПО или при первом включении должен происходить быстрый старт системы. Поскольку в проекте используется достаточно большое количество переменных, в которых должно храниться расписание уроков (расписание может меняться пользователем исходя из задач и функций), необходимо откуда-то подгружать в их значения. Из-за изменения расписания уроков пользователем использование констант невозможно. Загрузка данных из БД в сети Интернет уменьшает надежность системы, т.к. может не быть доступа к БД или могут возникнуть проблемы с сетью. Поэтому было принято решение использовать область энергонезависимой памяти (EEPROM) с доступным объемом 4 Кб для платы Arduino Mega.

Доступ к EEPROM организован таким образом, что пользователь имеет возможность манипулировать каждым отдельным байтом памяти, доступным по определенному адресу. Тип данных в EEPROM – byte, т.е. хранимые значения могут находиться в диапазоне 0-255. Это полностью удовлетворяет потребностям, разрабатываемой нами АСУО.

Для удобства работы с переменными, сопоставления их с адресами, по которым будут записываться и считываться данные о времени начала и окончания уроков, нами была составлена таблица в Excel (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Урок №	Начало урока						Окончание урока					
	Имя переменной	Адрес	Часы	Имя переменной	Адрес	Минуты	Имя переменной	Адрес	Часы	Имя переменной	Адрес	Минуты
1	bh1	101	8	bm1	201	30	eh1	301	09	em1	401	15
2	bh2	102	9	bm2	202	25	eh2	302	10	em2	402	10
3	bh3	103	10	bm3	203	25	eh3	303	11	em3	403	10
4	bh4	104	11	bm4	204	25	eh4	304	12	em4	404	10
5	bh5	105	12	bm5	205	20	eh5	305	13	em5	405	05
6	bh6	106	13	bm6	206	20	eh6	306	14	em6	406	05
7	bh7	107	14	bm7	207	15	eh7	307	15	em7	407	00
8	bh8	108	15	bm8	208	15	eh8	308	16	em8	408	00
9	bh9	109	16	bm9	209	10	eh9	309	16	em9	409	55
10	bh10	110	17	bm10	210	10	eh10	310	17	em10	410	55
11	bh11	111	18	bm11	211	5	eh11	311	18	em11	411	50
12	bh12	112	19	bm12	212	0	eh12	312	19	em12	412	45

2.2.4. Разработка алгоритмов работы АСУО

Важным этапом в исследовательской работе является разработка алгоритмов работы АСУО. В нашем случае, исходя из задач и функций АСУО, алгоритмы должны осуществлять автоматическое управление освещением, подачу звонков, сбор статистических данных о времени работы освещения на этажах, отправку этих данных в БД, синхронизацию времени.

Рассмотрим основные алгоритмы работы АСУО.

1. Алгоритм управления освещением.

Освещение в коридоре должно включаться только во время перемены при недостаточном естественном освещении, уровень которого будет определяться исходя из показаний цифрового датчика освещенности. Также обязательными условиями для включения освещения являются выбор пользователем номера перемены в приложении и выбор дня недели (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Текущее время совпадает с	Уровень естественной освещенности	Выбрана в приложении переменная	Выбран в приложении день недели	Освещение в коридоре
переменой	меньше порога	Да	Да	включено
	меньше порога	Да	Нет	выключено
	меньше порога	Нет	Да	выключено
	меньше порога	Нет	Нет	выключено
	больше порога	Да или Нет	Да или Нет	выключено
уроком	больше или меньше порога	Да или Нет	Да или Нет	выключено

Освещение будет включено в том случае, если текущее время (часы и минуты) совпадет с временем, например, окончания урока из расписания уроков, хранимого в EEPROM. И будет выключено после начала следующего урока. Длительность работы освещения в нашем алгоритме вычисляется как разность времени начала следующего урока и окончания предыдущего урока.

Фрагмент программного кода для включения освещения на 2-ой перемене приведен ниже:

```

if (((d1 == 1) && (td == 1)) || ((d2 == 1) && (td == 2)) || ((d3 == 1) && (td == 3)) || ((d4 == 1) &&
(td == 4)) || ((d5 == 1) && (td == 5)) || ((d6 == 1) && (td == 6))) && (ld <= lp)) {
//begin light p2-----
if ((p2 == 1) && (th == eh2) && (tm == em2) && (ts >= 0) && (ts <= 10) && (lightOn == false)) {
    lightOn = true;
    lightOnTime = millis();
    digitalWrite(5,HIGH); Serial.println("light On 2");
    if (bm3 > em2) {pdelta = (bm3 - em2) * 60000;}
    else {pdelta = (60 + bm3 - em2) * 60000;}
}
if (lightOn == true) {
    if (millis() - lightOnTime >= pdelta)
    {
        digitalWrite(5,LOW);lightOn = false;Serial.println("light Off");
    }
}
}
}

```

2. Алгоритм подачи звонков.

Звонки автоматически должны подаваться в начале урока, в конце урока и на физкультминутку. Также необходимыми условиями для включения звонка на урок и с урока являются выбор пользователем номера урока в приложении и выбор дня недели. Для подачи звонка на физкультминутку пользователем отдельно задается время, через которое будет подан звонок после начала урока.

Звонки будут подаваться в том случае, если текущее время (часы и минуты) совпадут с временем, например, начала урока из расписания уроков. В нашем алгоритме учтена разная длительность звонков на урок – 6 с., с урока – 3 с., на физкультминутку – 1 с.

Ниже приведен фрагмент программного кода подачи звонка на урок:

```

// Включение звонка на 6 сек в начале урока
if (((th == bh1) && (tm == bm1) && (uz1 == 1)) || ((th == bh2) && (tm == bm2) && (uz2 == 1)) ||
((th == bh3) && (tm == bm3) && (uz3 == 1)) || ((th == bh4) && (tm == bm4) && (uz4 == 1)) ||
((th == bh5) && (tm == bm5) && (uz5 == 1)) || ((th == bh6) && (tm == bm6) && (uz6 == 1)) ||
((th == bh7) && (tm == bm7) && (uz7 == 1)) || ((th == bh8) && (tm == bm8) && (uz8 == 1)) ||
((th == bh9) && (tm == bm9) && (uz9 == 1)) || ((th == bh10) && (tm == bm10) && (uz10 == 1)) ||
((th == bh11) && (tm == bm11) && (uz11 == 1)) || ((th == bh12) && (tm == bm12) && (uz12 == 1))) &&
(bellOn == false) &&
(((d1 == 1) && (td == 1)) || ((d2 == 1) && (td == 2)) || ((d3 == 1) && (td == 3)) || ((d4 == 1) &&
(td == 4)) || ((d5 == 1) && (td == 5)) || ((d6 == 1) && (td == 6))) {
    bellOn = true;
    bell_led = true;
    bellOnTime = millis();
    digitalWrite(4,HIGH);
    tone(8, 1000, 6000);
}
if (bellOn == true) {
    if (millis() - bellOnTime >= 6000)
    {
        digitalWrite(4,LOW); digitalWrite(8,HIGH);
        bell_led = false;
    }
}
if (millis() - bellOnTime > 60000) {
    bellOn = false;
}
}

```

3. Алгоритм сбора статистических данных о времени работы освещения на этажах, отправки этих данных в БД.

В исследовательской работе необходимо проверить выдвигаемую нами гипотезу. Для анализа данных о времени работы освещения на этажах необходимо суммировать время работы освещения за сутки, т.е. все промежутки времени от момента каждого включения и выключения освещения. Отсчет времени будет происходить, если на цифровой вход микроконтроллера будет поступать постоянное напряжение 5 В (логическая единица) через электрическую схему от ламп в коридорах.

Алгоритм составлен нами таким образом, что ежедневно в 19.30 после окончания уроков, общее время работы освещения в миллисекундах, хранимое в переменных `dpin1Day` для 2-го этажа и в `dpin2Day` для 3-го этажа, передается посредством Интернет в БД.

Для предотвращения многократной записи данных в БД о времени работы освещения на этажах за сутки, сначала считывается из БД день месяца последнего успешного добавления данных. В случае отличия считанного дня месяца от текущего, происходит добавление в БД новой записи о времени работы освещения за день. Также для надежности выполняются проверки об успешном считывании и записи данных в БД.

В случае успешной записи данных в БД в переменные `dpin1Day` и `dpin2Day` записываются нули, на LCD дисплей выводится сообщение об успешной передаче данных в БД, сопровождающееся звуковым сигналом в блоке АСУО.

Ниже приведен фрагмент программного кода сбора статистических данных о времени работы освещения на этажах:

```
void dpin () {
  dpin1 = digitalRead(2);
  dpin2 = digitalRead(3);
  if ((dpin1 == 1) && (dpin1On == false)) {
    dpin1On = true;
    dpin1OnTime = millis();
  }
  if (((dpin1 == 0) || ((th == thrr) && (tm == thmm) && (ts >= 0) && (ts <= 3))) && (dpin1On == true)) {
    dpin1On = false;
    dpin1OffTime = millis();
    dpin1Time = dpin1OffTime - dpin1OnTime;
    dpin1Day = dpin1Day + dpin1Time;
  }
  if ((dpin2 == 1) && (dpin2On == false)) {
    dpin2On = true;
    dpin2OnTime = millis();
  }
  if (((dpin2 == 0) || ((th == thrr) && (tm == thmm) && (ts >= 0) && (ts <= 3))) && (dpin2On == true)) {
    dpin2On = false;
    dpin2OffTime = millis();
    dpin2Time = dpin2OffTime - dpin2OnTime;
    dpin2Day = dpin2Day + dpin2Time;
  }
  // Сброс переменных
  if ((th == 0) && (tm == 0) && (ts >= 0) && (ts <= 5)) { bd_write1 = 0; SinhIntOn_2 = true; }
  // Передача данных
  if (((d1 == 1) && (td == 1)) || ((d2 == 1) && (td == 2)) || ((d3 == 1) && (td == 3)) ||
    ((d4 == 1) && (td == 4)) || ((d5 == 1) && (td == 5)) || ((d6 == 1) && (td == 6))) {
    if ((th == thrr) && (tm == thmm) && (bd_write1 == 0))
    {
      bd_read();
      Serial.print(iday); Serial.print("!="); Serial.println(tdd);
      if ((iday.toInt() != tdd) && (bd_read1 == 1)) {
```

```

    bd_write ();
  }
}
}

```

4. Алгоритм осуществления синхронизации времени.

Синхронизация времени в АСУО возможна в 2-ух режимах – ручном и автоматическом. В ручном режиме посредством разработанного приложения для мобильного устройства имеется возможность установить текущую дату и время. В автоматическом режиме синхронизация времени происходит автоматически посредством сети Интернет.

Алгоритм таков: синхронизация времени осуществляется автоматически при первом включении АСУО, а также ежедневно в 19 часов 31 минуту в случае выбора пользователем синхронизации времени в Интернет в приложении на мобильном устройстве. При помощи дополнительной функции ethw() происходит подключение к серверу точного времени в Интернет по адресу <http://time.nist.gov>.

Ниже приведен фрагмент программного кода автоматической синхронизации времени в Интернет:

```

if ((EEPROM.read(62) == 1) && (th == thr) && (tm == thmm + 1) && (SinhrIntOn_2 == true)) {
    Serial.println("sinhr=");
    ethw();
    if (SinhrIntOn_2 == false) {
        EEPROM.update(63,tyy);
        EEPROM.update(64,tmm);
        EEPROM.update(65,tdd);
        EEPROM.update(66,th);
        EEPROM.update(67,tm);
        EEPROM.update(68,ts);
    }
}

```

2.2.5. Создание приложения для мобильного устройства в среде визуальной разработки android-приложений MIT App Inventor

Для управления блоком АСУО необходимо наличие устройства, имеющего модуль связи Bluetooth, а также имеющего доступ к сети или Интернет. В качестве такого устройства может выступать доступный каждому мобильный телефон или планшет. Так как наиболее часто используемой в телефонах является ОС Android, в качестве инструментального ПО была выбрана среда визуальной разработки android-приложений MIT App Inventor, в которой используется визуальный язык программирования и графический интерфейс.

Разработка мобильного приложения в MIT App Inventor <http://ai2.appinventor.mit.edu/> происходила в 2 этапа. На первом этапе проектировался интерфейс пользователя, который описан в п. 2.2.6. В отдельном окне программы в режиме «Дизайнер» создавался интерфейс пользователя при помощи компонентов приложения (рис. 2.2).



Рисунок 2.2. Окно создания интерфейса в режиме «Дизайнер»

На втором этапе в режиме «Блоков» составлялась программа при помощи конструкции блоков (рис. 2.3).

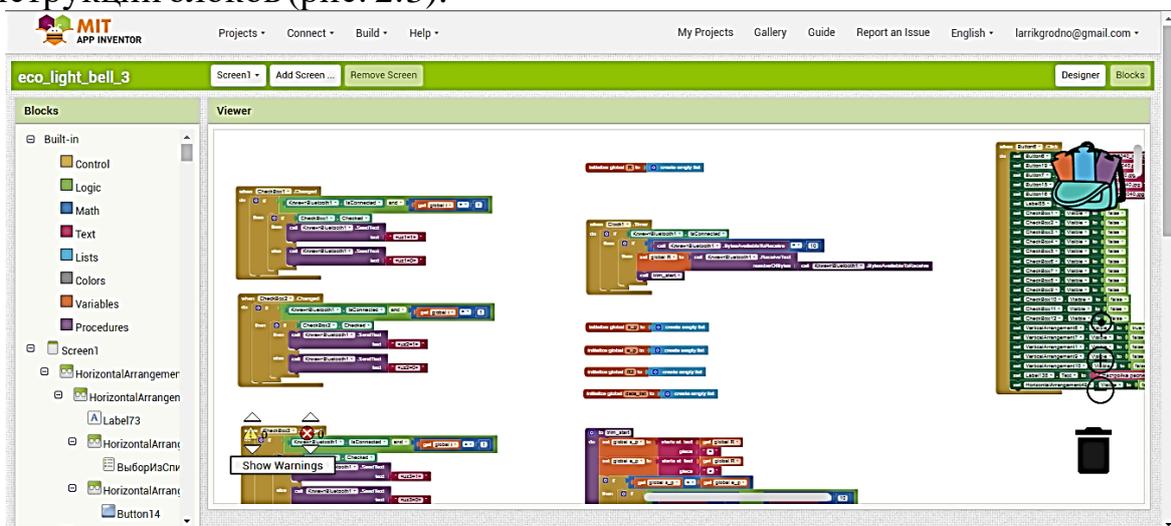


Рисунок 2.3. Окно составления программы в режиме «Блоков»

2.2.6. Разработка интерфейса пользователя программы «Eco-light-bell»

Основными критериями качества разрабатываемого мобильного приложения являются: простота, понятность и удобство интерфейса пользователя, обеспечивающего возможность обмена информацией между пользователем и программой. При разработке интерфейса пользователя мы исходили из основных задач и функции, которые должна выполнять АСУО (п. 1.3).

В верхней части экрана расположена кнопка выбора подключения Bluetooth и горизонтальное меню, состоящее из 5-ти кнопок (рис. 2.4).

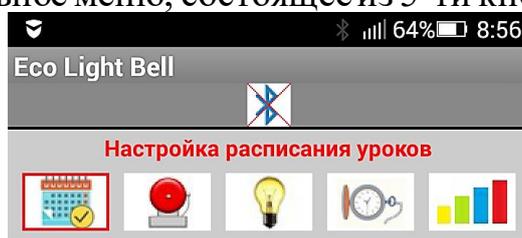


Рисунок 2.4. Элементы интерфейса верхней части экрана

При старте приложения активным является окно настройки расписания уроков (рис. 2.5). В данном окне пользователь имеет возможность сформировать расписание уроков.

Настройка расписания уроков

№	Начало урока	Окончание урока
1	8 : 30	9 : 15
2	9 : 25	10 : 10
3	10 : 25	11 : 10
4	11 : 25	12 : 10
5	12 : 20	13 : 5
6	13 : 20	14 : 5
7	14 : 15	15 : 0
8	15 : 15	16 : 0
9	16 : 10	16 : 55
10	17 : 10	17 : 55
11	18 : 5	18 : 50
12	19 : 0	19 : 45

Рисунок 2.5. Окно настройки расписания уроков

Вторая кнопка меню открывает окно настройки включения звонков (рис. 2.6).

Настройка включения звонков

Выберите дни недели для вкл. звонков и освещения

пн	вт	ср	чт	пт	сб
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Звонок для физкультминутки через: мин после начала урока

№	Начало урока	Окончание урока	Вкл. звонок
1	8 : 30	9 : 15	<input checked="" type="checkbox"/>
2	9 : 25	10 : 10	<input checked="" type="checkbox"/>
3	10 : 25	11 : 10	<input checked="" type="checkbox"/>
4	11 : 25	12 : 10	<input checked="" type="checkbox"/>
5	12 : 20	13 : 5	<input checked="" type="checkbox"/>
6	13 : 20	14 : 5	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 2.6. Окно настройки включения звонков

В верхней части окна пользователь выбирает дни недели, в которые должны подаваться в школе звонки и автоматически включаться освещение. В средней части окна пользователь может включить режим подачи звонка на физкуль-

тминутку, а также задать время подачи звонка на физкультминутку после начала урока.

В нижней части окна пользователь может выбрать номера тех уроков, на которых необходимо подавать звонки начала и окончания урока.

Третья кнопка меню открывает окно настройки включения освещения на переменах (рис. 2.7). В средней части окна отображается текущий уровень освещенности, а также имеется возможность задать порог включения освещенности на коридорах.

№	Перемена с	Перемена по	Вкл. освещение
0	8 : 20	8 : 30	<input checked="" type="checkbox"/>
1	9 : 15	9 : 25	<input checked="" type="checkbox"/>
2	10 : 10	10 : 25	<input checked="" type="checkbox"/>
3	11 : 10	11 : 25	<input checked="" type="checkbox"/>
4	12 : 10	12 : 20	<input checked="" type="checkbox"/>
5	13 : 5	13 : 20	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 2.7. Окно настройки включения освещения на переменах

В нижней части окна пользователь может выбрать те перемены, на которых необходимо автоматически включать освещение.

Четвертая кнопка меню открывает окно настройки даты и времени (рис. 2.8). В верхней части окна отображается текущее время и дата. В средней части окна пользователь может задать текущее время и дату в ручном режиме. В нижней части окна, в случае выбора пользователем синхронизации времени в сети Интернет, ежедневно будет осуществляться синхронизация времени в 19 часов 31 минуту.

Рисунок 2.8. Окно настройки даты и времени

Пятая кнопка меню открывает окно статистики, в котором отображается web-страница с данными о времени работы освещения на этажах (рис. 2.9).

№	День	Месяц	Часы	Минуты	Секунды	Время работы освещения на 2 этаже	Время работы освещения на 3 этаже
1	2	9	19	30	1	0:39:51	0:37:58
2	3	9	19	30	1	0:58:31	0:28:53
3	4	9	19	30	1	0:52:34	0:30:11
4	5	9	19	30	1	1:1:48	0:52:41
5	6	9	19	30	1	0:42:39	0:26:47
6	9	9	19	30	0	0:49:51	0:35:32
7	10	9	19	30	1	0:40:17	0:28:59
8	11	9	19	30	1	0:57:57	0:33:5
9	12	9	19	30	0	0:42:31	0:34:3
10	13	9	19	30	1	1:3:15	0:37:47
11	16	9	19	30	1	0:47:33	0:45:9
12	17	9	19	30	1	1:5:7	0:54:17
13	18	9	19	30	1	0:47:50	0:30:29
14	19	9	19	30	1	0:23:4	0:34:25
15	20	9	19	30	0	0:58:22	0:34:21
16	23	9	19	30	0	0:35:7	0:29:24
17	24	9	19	30	0	1:1:36	0:32:7

Рисунок 2.9. Окно отображения статистических данных

2.2.7. Создание базы данных в СУБД MySQL

Для того чтобы можно было сохранять и считывать статистические данные о времени работы освещения необходимо наличие надежного хранилища. В роли такого хранилища может выступать БД, доступ к которой осуществляется из сети Интернет.

Исходя из задач и функций, которые должна выполнять АСУО, следует: статистические данные должны ежедневно записываться в БД и считываться в любое время, например при помощи мобильного устройства или персонального компьютера.

База данных была реализована в СУБД MySQL и размещена на бесплатном веб-хостинге, расположенном по адресу <https://ru.000webhost.com/>. Данный веб-хостинг предоставляет бесплатно: доменное имя, 1 Гб места на диске, панель управления, поддержку PHP и баз данных MySQL. Работа с БД осуществлялось в сервисе хостинга «PHP MY Admin».

Нами была создана БД с таблицей «elb». Структура таблицы приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Имя поля	id	day	month	hour	min	sec	f1_time	f2_time
Тип данных	integer							

В таблице «elb» последняя запись в таблице всегда является копией записи с id=0. При ежедневном добавлении статистических данных из АСУО в БД происходит чтение данных о дне месяца из таблицы с id=0, в случае отличия от текущего дня месяца происходит добавления новой записи в конец таблицы.

Для анализа статистических данных формируется web-страница с таблицей, на которой отображаются все записи кроме записи с id=0 из таблицы БД.

Ссылка на генерируемую web-страницу уаходится в электронном приложении 4.

2.2.8. Создание php-скриптов для работы с БД

Прием и отправка данных из БД происходит путем запуска серверных скриптов, написанных на языке PHP и выполняющихся на стороне сервера. Запуск скриптов выполняется непосредственно из созданных нами Arduino-скетча и android-приложения. Для работы АСУО были созданы 4 PHP скрипта и расположены на бесплатном сервере ru.000webhost.com.

Описание скриптов отображено в таблице 2.4.

Таблица 2.4

№ п/п	Имя PHP-скрипта	Запускается из	Назначение
1	config	PHP-скриптов	Файл конфигурации (содержит имя хоста, базы данных, логин, пароль)
2	ard get from elb day	Arduino-скетча	Скрипт отправляет в скетч значение поля day из таблицы elb
4	ard send to elb		Скрипт принимает из скетча секретный код для выполнения PHP-скрипта и добавляет в таблицу elb новую запись
5	result	Android-приложения	Скрипт генерирует web-страницу со статистическими данными и формирует в конце таблицы строку с итоговыми данными

2.3. РАСЧЕТ СТОИМОСТИ КОМПОНЕНТОВ АСУО

Возможность практического использования автоматизированной системы, безусловно, зависит от ее стоимости. В таблице 2.5 представлены данные о стоимости модулей, компонентов АСУО.

Таблица 2.5

№ п/п	Наименование	Стоимость, руб.
1.1	Микроконтроллер Arduino Mega 2560, 1 шт.	15
1.2	Блок питания (12 В, 3 А), 1 шт.	10
1.3	Датчик освещенности GL5528, 1 шт.	6
1.4	Модуль часов реального времени DS3231, 1 шт.	2
1.5	Символьный дисплей LCD 2004 I2C, 2 шт.	15
1.6	Зуммер, 1 шт.	2
1.7	Модуль Bluetooth HC-06, 1 шт.	5,4
1.8	Сетевой модуль Ethernet Shield W 5100, 1 шт.	9,2
1.9	4-х канальный релейный модуль коммутации MSP430, 1 шт.	4
1.10	Пластиковый ящик, 1 шт.	13
1.11	Радиоэлектронные компоненты: стабилизаторы напряжения LM7809, LM7805; электролитические конденсаторы; резисторы, реле 12 В 230В 10 А, провода.	20
	Итого:	101,6

Из таблицы видно, что общая стоимость электронных компонентов АСУО составила приблизительно 100 белорусских рублей.

2.4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АСУО

Разработанная нами АСУО была внедрена в эксплуатацию в школе №12 г. Гродно в сентябре 2019 г. Анализ статистических данных о времени работы освещения на 2-ом и 3-ем этажах школы проводился на основании данных из таблицы БД (приложение 5) в период сентябрь-декабрь 2019 г. Для получения объективных данных о времени работы освещения нами были выбраны 2-ой и 3-ий этажи школы, т.к. уровень естественной освещенности на этих этажах

одинаковый (проверка проводилась при помощи цифрового люксметра), архитектурный план этажей идентичен.

Из полученных данных следует, что время работы освещения за сентябрь-декабрь 2019 г. в коридоре 3-го этажа (с использованием АСУО) – 165 часов, а время работы освещения в коридоре 2-го этажа (без АСУО) – 247 часов.

Рассчитаем коэффициент эффективности использования АСУО по формуле 1:

$$k = \frac{t_2}{t_3} \quad (1)$$

где t_2 – время работы освещения на 2-ом этаже (без использования АСУО), t_3 – время работы освещения на 3-ем этаже (с использованием АСУО).

Для периода сентябрь-декабрь 2019 г. коэффициент эффективности оказался равен 1.48, следовательно, за счет АСУО удалось сократить потребление электрической энергии при освещении коридоров приблизительно в 1.5 раза.

Произведем расчет экономии потребления электроэнергии за исследуемый период (сентябрь-декабрь 2019 г.) при освещении коридоров всех этажей школы №12 г. Гродно за счет АСУО (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Режим работы освещения в коридорах	Количество светильников в школе, шт.	Мощность одного светильника, Вт	Общая мощность всех светильников школы, кВт	Время работы освещения, часов	Потребляемая энергия всех светильников школы, кВт-ч
Ручной (2 этаж)	51	70	3,57	247	882
Автоматический (3 этаж)				165	589

Из таблицы видно, что за исследуемый период школа могла бы сократить потребление электрической энергии, расходуемой на освещение всех коридоров, на 293 кВт-ч, что в денежном эквиваленте составляет 94 руб. при стоимости 32 коп за 1 кВт-ч.

На основании полученных данных об экономичности использования АСУО (коэффициент эффективности использования $k = 1.5$), произведем предварительный расчет возможной экономии потребления электроэнергии в течение учебного года за счет АСУО при освещении коридоров светильниками с люминесцентными лампами на примере 3-х различных по величине школ г. Гродно (табл. 2.5):

- для СШ №6 (количество учащихся – 360 чел., 53 светильника на 2-х этажах, суммарная мощность светильников – 3200 Вт);
- для СШ №12 (количество учащихся – 600 чел., 51 светильник на 3-х этажах, суммарная мощность светильников – 3500 Вт);
- для СШ №41 (количество учащихся – 1800 чел, 340 светильников на 4-х этажах, суммарная мощность светильников – 23800 Вт).

Для расчета возможной экономии электроэнергии за учебный год определим общее время работы светильников в коридорах школы без АСУО $t_{год}$ в те-

чение 8 месяцев (9 месяцев без 1 месяца с учетом каникул) по формуле 2, используя статистические данные из БД для СШ №12 за сентябрь-декабрь 2019 г. (за 4 месяца):

$$t_{\text{год}} = 8 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} = 8 \cdot \frac{247}{4} = 494 \text{ ч} \quad (2)$$

где t_i – время работы освещения на 2-ом этаже (без использования АСУО) за месяцы исследуемого периода, n – количество месяцев в исследуемом периоде.

Возможную экономию электроэнергии за год ΔE рассчитаем по формуле 3:

$$\Delta E = P \cdot (t_{\text{год 2 этаж}} - t_{\text{год 3 этаж}}) = P \cdot t_{\text{год 2 этаж}} \cdot \left(1 - \frac{1}{k}\right) \quad (3)$$

где P – суммарная мощность светильников в школе, k – коэффициент эффективности, $t_{\text{год 2 этаж}}$ – общее время работы освещения в коридорах школы на 2-ом этаже (без АСУО) в течение 8 месяцев.

Таблица 2.7

Школа	Суммарная мощность светильников в школе (P), кВт	Возможная экономия электроэнергии за учебный год (ΔE), кВт-ч (при $k=1.5$, $t_{\text{год}}=494$ ч)	Возможная экономия денежных средств за уч. год, руб.	Срок окупаемости блока АСУО, мес.
СШ №6	3,2	491	157	8
СШ №12	3,5	575	184	7
СШ №41	23,8	3919	1254	1

Из таблицы 2.7 следует, что экономия электрической энергии при освещении коридоров с использованием АСУО может варьироваться в зависимости от размера школы в диапазоне от 491 кВт-ч до 3919 кВт-ч в год, что в денежном эквиваленте составляет 157–1254 руб. при стоимости 32 коп за 1 кВт-ч.

Учитывая потребляемую мощность блока АСУО – 5 Вт, ежемесячное потребление составит 3,6 кВт-ч, а за учебный год (9 месяцев) – 32,4 кВт-ч или 10 бел. руб. соответственно, можно утверждать, что использование блока АСУО экономически выгодно.

Срок окупаемости блока АСУО при стоимости электронных компонентов 100 бел. руб. будет приблизительно составлять от 1 до 8 месяцев в зависимости от количества светильников в школах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной исследовательской работе изучалась возможность уменьшения потребления электрической энергии при освещении школьных коридоров за счет внедрения автоматической системы управления освещением «Eco-light-bell» с разработанным программным обеспечением.

Был изучен опыт, возможности, преимущества и недостатки использования различных видов автоматических устройств для управления освещением в коридорах школы. Оказалось, что представленные сегодня на рынке устройства имеют недостатки: сокращают срок службы ламп или дорогостоящие.

На начальном этапе выполнения исследовательской работы нами были определены основные задачи, которые должна решать АСУО. На основе разработанных функциональной и блочной моделей АСУО, было создано новое программное и реализовано аппаратное обеспечение. Разработанные алгоритмы работы АСУО, позволили в автоматическом режиме осуществлять включение освещения в коридоре 3-го этажа школы, а также подавать звонки.

Были созданы программа-скетч для платформы Arduino, база данных и php-скрипты для работы с приложениями. Был разработан интерфейс пользователя и написана программа в приложении App Inventor, работающая со смартфоном на базе ОС Android. Была собрана из модулей электрическая схема АСУО, а также демонстрационный макет АСУО.

Установка АСУО и тестирование производилось в школе в августе 2019 г. За время эксплуатации системы с сентября 2019 г. сбоев в работе системы не наблюдалось.

На основании полученных статистических данных о времени работы освещения на этажах школы в автоматическом и ручном режимах можно сделать вывод, что использование АСУО экономически выгодно. За период сентябрь-декабрь 2019 г. в СШ №12 г. Гродно удалось уменьшить расход электрической энергии при освещении коридоров в 1,5 раза. И, соответственно, при автоматизации освещения коридоров во всей школе можно было бы сократить потребление электрической энергии на 293 кВт-ч или на 94 руб. за сентябрь-декабрь 2019 г.

Предварительные расчеты показали, что возможное годовое сокращение потерь при использовании АСУО в школе №12 г. Гродно может составить 575 кВт-ч или 184 руб. при сроке окупаемости блока – 7 месяцев. При использовании АСУО в больших школах, таких как СШ №41, можно сократить годовой расход электроэнергии более чем на 1000 руб.

Следовательно, выдвинутая нами гипотеза подтвердилась, разработанная нами АСУО с программным обеспечением позволила сократить потребление электрической энергии при освещении коридоров школы.

Отличительной особенностью разработанной АСУО является низкая стоимость, легкость монтажа, простота управления и настройки, высокая надежность.

Разработанная АСУО «Eco-light-bell» может быть использована в учреждениях образования для сокращения потребления электрической энергии при освещении коридоров и для автоматизации подачи звонков.

В перспективе планируется автоматизация освещения коридоров за счет АСУО «Eco-light-bell» во всей школе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гольцман, В. MySQL 5.0. Библиотека программиста: Питер; Санкт-Петербург; 2010. – 253 с.
2. Колисниченко, Д.Н. PHP и MySQL. Разработка Web-приложений. – 5-е изд., перераб. и доп. – СПб: БХВ-Петербург, 2015. – 592 с.: ил.
3. Ливенец, М.А. Программирование мобильных приложений в MIT App Inventor. Практикум. Режим доступа: http://appinvent.ru/_f/_uroki/AppInventor-Programma-Praktikum.pdf – Дата доступа: 03.03.2019.
4. Монк, С. Програмируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами. / «Питер», 2017. – 273 с.
5. Управление освещением учебного заведения (школа, ВУЗ). Режим доступа: <http://intelar.ru/primeri/5> – Дата доступа: 11.04.2019.

ПРИЛОЖЕНИЯ 1-4

Электронные приложения 1-4, расположенные на google диске, находятся по ссылке:

<https://drive.google.com/drive/folders/1i-bzMAjFwFXrTtDkq0wbmVmB7tcLm5FX?usp=sharing>

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

№	День	Месяц	Часы	Минуты	Секунды	Время работы освещения на 2 этаже (без АСУО)	Время работы освещения на 3 этаже (с АСУО)
1	2	9	19	30	1	0:39:51	0:37:58
2	3	9	19	30	1	0:58:31	0:28:53
3	4	9	19	30	1	0:52:34	0:30:11
4	5	9	19	30	1	1:1:48	0:52:41
5	6	9	19	30	1	0:42:39	0:26:47
6	9	9	19	30	0	0:49:51	0:35:32
7	10	9	19	30	1	0:40:17	0:28:59
8	11	9	19	30	1	0:57:57	0:33:5
9	12	9	19	30	0	0:42:31	0:34:3
10	13	9	19	30	1	1:3:15	0:37:47
11	16	9	19	30	1	0:47:33	0:45:9
12	17	9	19	30	1	1:5:7	0:54:17
13	18	9	19	30	1	0:47:50	0:30:29
14	19	9	19	30	1	0:23:4	0:34:25
15	20	9	19	30	0	0:58:22	0:34:21
16	23	9	19	30	0	0:35:7	0:29:24
17	24	9	19	30	0	1:1:36	0:32:7
18	25	9	19	30	0	0:53:34	0:34:36
19	26	9	19	30	0	0:55:10	0:40:18
20	27	9	19	30	0	1:21:43	0:59:37
21	30	9	19	30	0	2:28:58	1:45:48
Сумма за месяц:		9			k=1.38	19:47:26	14:6:35
22	1	10	19	30	1	1:4:34	0:58:30
23	2	10	19	30	0	0:41:39	0:50:55
24	3	10	19	30	0	1:1:22	0:52:3
25	4	10	19	30	0	0:40:13	0:49:53
26	7	10	19	30	0	2:26:47	1:41:4
27	8	10	19	30	0	1:46:59	1:3:26
28	9	10	19	30	0	1:39:42	0:56:20
29	10	10	19	30	0	3:42:18	1:26:56
30	11	10	19	30	0	0:52:33	1:18:21
31	14	10	19	30	0	3:3:2	1:26:25
32	15	10	19	30	0	2:0:44	1:39:55

33	16	10	19	30	0	0:57:23	1:10:30
34	17	10	19	30	0	2:24:34	1:36:41
35	18	10	19	30	0	1:0:28	0:58:23
36	21	10	19	30	1	3:32:49	1:27:40
37	22	10	19	30	1	4:1:44	1:48:33
38	23	10	19	30	1	5:30:42	3:14:10
39	24	10	19	30	0	2:37:13	1:53:45
40	25	10	19	30	0	2:1:21	1:41:11
41	28	10	19	30	0	4:44:48	2:34:42
42	29	10	19	30	0	3:6:12	2:41:58
43	30	10	19	30	1	3:37:14	3:8:55
44	31	10	19	30	0	4:8:57	2:50:53
Сумма за месяц:		10			k=1.46	56:43:28	38:11:20
45	1	11	19	30	0	2:50:4	2:35:34
46	11	11	19	30	0	4:55:56	3:3:38
47	12	11	19	30	0	3:8:19	2:38:2
48	13	11	19	30	0	2:39:2	2:13:44
49	14	11	19	30	0	5:25:3	2:11:21
50	15	11	19	30	0	3:28:23	2:29:34
51	18	11	19	30	0	9:17:43	11:53:11
52	19	11	19	30	0	5:29:57	3:41:17
53	20	11	19	30	0	5:24:33	2:34:16
54	21	11	19	30	0	8:21:37	3:36:12
55	22	11	19	30	0	6:18:16	2:15:10
56	25	11	19	30	0	4:26:45	2:40:47
57	26	11	19	30	0	6:36:21	4:2:32
58	27	11	19	30	0	6:41:56	2:51:17
59	28	11	19	30	0	4:15:49	2:52:54
60	29	11	19	30	0	6:4:51	3:41:23
Сумма за месяц:		11			k=1.54	85:24:43	55:21:1
61	2	12	19	30	0	5:45:11	3:59:57
62	3	12	19	30	0	5:0:44	3:3:7
63	4	12	19	30	0	7:2:56	3:46:13
64	5	12	19	30	0	3:53:38	2:57:57
65	6	12	19	30	0	4:52:34	2:30:5
66	9	12	19	30	0	3:11:7	3:29:7
67	10	12	19	30	0	5:5:37	3:10:4

68	11	12	19	30	0	2:45:48	4:5:3
69	12	12	19	30	0	4:16:1	2:52:22
70	13	12	19	30	0	6:52:9	3:11:8
71	16	12	19	30	3	7:13:33	4:56:26
72	17	12	19	30	10	3:35:20	4:52:31
73	18	12	19	30	15	2:27:2	1:25:1
74	19	12	19	30	9	4:11:6	2:43:40
75	20	12	19	30	1	5:55:21	2:52:51
76	23	12	19	30	0	9:17:10	5:3:26
77	24	12	19	30	0	3:33:5	2:38:52
Сумма за месяц:		12			k=1.47	84:58:31	57:37:57
Сумма:					k=1.48	247:28:53	166:57:18