**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc32072000)

[Глава 1. ПОСТАНОВКА ЦЕЛЕЙ И ЗАДАЧ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ШЛАГБАУМОМ 5](#_Toc32072001)

[1.1 Общие описание технических решений для разработки прототипа системы удаленного управления шлагбаумом, выбор оптимального решения 5](#_Toc32072002)

[1.2 Формулирование конкретных задач для разработки прототипа системы удаленного управления шлагбаумом 8](#_Toc32072003)

[1.3 Ожидаемый результат работы прототипа системы удаленного управления шлагбаумом 10](#_Toc32072004)

[Глава 2. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ШЛАГБАУМОМ 12](#_Toc32072005)

[2.1 Подбор технических средств для реализации прототипа системы удаленного управления шлагбаумом 12](#_Toc32072006)

[2.2 Разработка программной составляющей для прототипа системы удаленного управления шлагбаумом 13](#_Toc32072007)

[Глава 3. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗРАБОТКИ ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ШЛАГБАУМОМ 19](#_Toc32072008)

[3.1. Проверка работоспособности прототипа системы удаленного управления шлагбаумом 19](#_Toc32072009)

[3.2. Оценка достижения задач и цели разработки системы удаленного управления шлагбаумом 21](#_Toc32072010)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 27](#_Toc32072011)

[ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 29](#_Toc32072012)

[Приложение 1. 30](#_Toc32072013)

# **ВВЕДЕНИЕ**

Вопросы безопасности в современном мире имеют ключевое значение. Человечество стремится к обеспечению безопасности во всех аспектах своей жизни: безопасность планеты от космических и экологических угроз, безопасность государств от внутренних и внешних угроз, информационная безопасность, безопасность каждого конкретного объекта, в том числе, обеспечение физической безопасности.

Актуальность обеспечения физической безопасности обуславливает то, что этому вопросу уделяется большое внимание: это и обеспечение физической охраны объектов, и установка технических средств охраны, и разработка систем обеспечения безопасности.

К одним из таких систем, обеспечивающих физическую безопасность объектов, относятся и системы контроля и управления доступом (СКУД).

Данные системы представлены широким выбором различных вариантов от серийных домофонов до единичных систем, разработанных под конкретный объект с разной степенью потенциальной опасности и различным уровнем защищенности как результат, и даже различными по степени изобретательности автора кустарными вариантами.

Обеспечение контроля и управления доступом со схожим удовлетворительным уровнем защищенности, например, путем ограничения проезда на территорию, может быть актуально как для домовладений (например, при оформлении придомовой территории многоквартирного дома в общедолевую собственность и принятии решения об установке шлагбаума для ограничения въезда посторонних на территорию дома), групп землепользователей (например, для ограничения въезда на территорию садоводств или коттеджных поселков), юридических лиц (например, въезд на территорию парковки юридического лица только для автомобилей его работников), так и для промышленных предприятий с установленным внутриобъектовым режимом безопасности.

**Актуальность** обеспечения физической защищенности объекта посредством ограничения проезда к нему являет собой цель установки СКУД и определяет конкретные задачи ее функционирования в зависимости от характеристик объекта и пожеланий заказчика, а иногда и правового регулирования обеспечения безопасности соответствующего объекта.

Для обеспечения удобного функционирования шлагбаума без необходимости круглосуточного присутствия диспетчера для его открытия существуют системы удаленного управления шлагбаумом.

Вариантов решения вопроса обеспечения удаленного управления шлагбаумом существует много, но выбор оптимального пути решения продиктован рядом факторов, начиная от пожеланий заказчика и его бюджета и заканчивая удаленностью шлагбаума от места управления им и изощренными пожеланиями о функционале системы со стороны заказчика

Основными вариантами дистанционного управления шлагбаумом являются:

1. пассивные радиометки (бесконтактные карты);
2. активные радиометки с элементами питания;
3. оптическое распознавание регистрационных номерных знаков;
4. системы, функционирующие на основе приема GSM сигнала.

Поскольку необходимо обеспечить не только дешевизну, но и удобство использования системы, варианты, где нужно выходить из автомобиля, чтобы открыть шлагбаум и проехать на территорию, в настоящей работе рассматриваться не будут.

# **Глава 1. ПОСТАНОВКА ЦЕЛЕЙ И ЗАДАЧ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ШЛАГБАУМОМ**

## **1.1 Общие описание технических решений для разработки прототипа системы удаленного управления шлагбаумом, выбор оптимального решения**

При разработке прототипа системы удаленного управления шлагбаумом возможно использование следующих основных вариантов технических решений.

Пассивные радиометки (бесконтактные карты).

Для бесконтактных карт или брелоков необходима установка считывателя, который срабатывает на очень небольшом (до 12 см) расстоянии, что, в свою очередь, вносит некоторые неудобства в использовании системы: для того, чтобы было удобно поднести к считывателю карту, не выходя из машины, требуется разместить его на специальном столбе, который должен располагаться по левую сторону от водителя - это в значительной мере может уменьшить ширину проезда. Также это крайне неудобно водителям праворульных автомобилей, особенно, если в машине водитель находится один (и не всегда водителю по инструкции разрешается покидать автомобиль в период после выезда из начальной точки и до прибытия в пункт назначения), а также водителям грузового транспорта, которым неудобно по высоте доставать до считывателя, стандартно изготовленного по высоте для водителей легковых автомобилей.

Решение данной проблемы - это установка антенны считывателя, но дальность действия такой антенны по-прежнему остается недостаточной (до 70 см), а цена этих антенн составляет более 20 000 рублей только за антенну, а еще необходимо приобретение контроллера и брелоков.

Кроме того, использование бесконтактных карт по своей сути не является вариантом именно дистанционного управления шлагбаумом. Поэтому данный вариант в настоящей работе не рассматривается.

Активные радиометки с элементами питания.

Как известно, активная радиометка содержит встроенный в нее источник питания, проще говоря, батарейку или аккумулятор. Собственный источник питания позволяет использовать активные метки в местах, в которых затруднена передача радиосигнала. Активные метки могут быть выполнены в одном корпусе с пассивными, что позволит использовать метку не только для дальней идентификации, но и в классической системе контроля доступа.

Преимущества активных меток:

* значительно большая по сравнению с пассивными метками дальность считывания;
* возможность идентификации на высокой скорости движения идентификатора по отношению к считывателю;
* возможность регулировать режим излучения (код метки может передаваться как в режиме непрерывного излучения с небольшими интервалами, так и по нажатию кнопки на корпусе метки);
* возможность регулировать мощность излучения (данный параметр может оказывать значительное влияние на скорость расхода батареи).

Однако вариант с активными радиометками тоже не совсем подходящий для рассматриваемого в настоящей работе прототипа системы удаленного управления шлагбаумом из-за цены последних и ограниченных возможностей контроллеров.

Оптическое распознавание регистрационных номерных знаков.

Все системы распознавания автомобильных номеров можно поделить на 2 большие группы – «[Софтверные](https://securityrussia.com/blog/avto-nomera.html#soft)» и «[Аппаратные](https://securityrussia.com/blog/avto-nomera.html#hard)» системы распознавания автомобильных номеров.

Первая группа распознавание автомобильных номеров производит непосредственно в специализированном программном обеспечении, установленном на сервер видеонаблюдения. Распознавание автомобильных номеров в этом случае выполняется специализированным программным обеспечением, установленным на специализированные серверы видеонаблюдения, а, т.к. сам процесс распознавания – процессорно емкая задача, следовательно, системные требования к серверу будет серьезные, и большая часть финансовых затрат придется именно на стоимость программной части и сервера.

Вторая группа систем появилась относительно недавно. Распознавание автомобильных номеров происходит непосредственно на камере видеонаблюдения. В отличие от первой группы, большим преимуществом таких систем является отсутствие нагрузки на сервер видеонаблюдения за счет отсутствия специализированного программного обеспечения для распознавания автомобильных номеров. Стоимость системы распознавания автомобильных номеров в данном случае фактически будет равняться стоимости смарт камеры видеонаблюдения.

При этом недостатками таких систем являются:

* дороговизна (стоимость системы начинается от 100000 руб.);
* практическая невозможность обеспечить безошибочное и абсолютное распознавание автомобильных регистрационных номерных знаков (помехами являются условия плохой видимости (темнота, осадки, ненадлежащее с точки зрения возможностей камеры освещение искусственным светом и т.д.), загрязненность государственных регистрационных знаков, вытертости и повреждения на них, отличающийся от стандартного формат регистрационного знака или его расположение (например, под углом));
* необходимость присутствия диспетчера в зоне видимости шлагбаума для принятия решения о его открытии при не срабатывании системы, что увеличивает затраты на содержание системы на сумму заработной платы необходимого числа диспетчеров и отчислений во внебюджетные фонды с указанной заработной платы;
* необходимость актуализации базы данных разрешенных номеров исключительно администратором системы.

Системы, функционирующие на основе приема GSM сигнала.

Такие системы могут функционировать, например в связке GPRS/GSM модуля с одноплатным компьютером (в настоящей работе будет рассмотрен вариант взаимодействия одноплатного компьютера Raspberry Pi 3B и 3g‑модема Huawei e1550). Цена за оба такие устройства составляет примерно 5000 рублей. Управление осуществляется посредством звонка на номер SIM‑карты, установленной в модем, или отправки SMS команды. При этом такая система сравнивает номера с базой данных разрешенных номеров и, не производя «снятия трубки» (что не приводит к расходованию денег за звонок), при наличии номера в своей базе данных дает команду на открытие шлагбаума. Управление системой и работа со списком разрешенных номеров осуществляется довольно просто даже не обученным специально пользователем (достаточно изучения инструкции к системе) и может осуществляться администратором как удаленно (в том числе через Интернет либо через смс команды), так и на месте.

## **1.2 Формулирование конкретных задач для разработки прототипа системы удаленного управления шлагбаумом**

Цель установки СКУД вообще и прототипа системы удаленного управления шлагбаумом в частности – это обеспечение физической охраны объекта путем ограничения доступа автомобильного транспорта на территорию объекта. Таким образом, **целью разработки прототипа системы удаленного управления шлагбаумом является** создание эффективной системы, позволяющей в режиме без обязательного участия диспетчера шлагбаума (поскольку влияние человеческого фактора на безопасность негативно) открывать шлагбаум заранее заданному кругу пользователей с возможностью настройки индивидуальных параметров разрешенного доступа на территорию объекта, а также администрирования системы; при этом администрирование и использование прототипа системы удаленного управления шлагбаумом должно быть доступно пользователям без специальных знаний, то есть целью разработчика является создание системы, простой в управлении, с интуитивно понятным интерфейсом, использование которой возможно после прочтения инструкции без необходимости прохождения обучения.

Конкретные задачи функционирования системы удаленного управления шлагбаумом определяются в зависимости от характеристик объекта и пожеланий заказчика, а иногда и правового регулирования обеспечения безопасности соответствующего объекта.

**Задачей разработчика,** рассматриваемого в настоящей работе прототипа системы удаленного управления шлагбаумом, согласно требованиям, изложенным предполагаемым заказчиком, является разработка системы, отвечающей следующим требованиям:

1. обеспечивать возможность удаленного открытия шлагбаума посредством входящих звонков и sms-сообщений;
2. обеспечивать возможность открытия шлагбаума должна предоставляться только допущенной к управлению шлагбаумом группе лиц;
3. обеспечивать возможность индивидуальной настройки времени и количества открытий шлагбаума для каждого из допущенных к управлению шлагбаумом лиц;
4. обеспечивать администрирование списка допущенных к управлению шлагбаумом лиц посредством web-интерфейса, в том числе удаленно через интернет и sms-команды;
5. обеспечивать отсутствие возможности добавления лица, допущенного к управлению шлагбаумом, без указания контактного номера мобильного телефона или с указанием номера телефона в не соответствующем заданному формате;
6. обеспечение вышеназванного функционала системы с минимальными финансовыми затратами на аппаратную составляющую прототипа системы удаленного управления шлагбаумом, а также на последующие текущие затраты на содержание и обеспечение бесперебойной работы аппаратной составляющей.

Учитывая вышеизложенное, оптимальным решением для реализации поставленных задач является использование GSM аппаратуры в связке с одноплатным компьютером.

## **1.3 Ожидаемый результат работы прототипа системы удаленного управления шлагбаумом**

Прототип системы удаленного управления шлагбаумом будет представлять из себя web-интерфейс, web сервер которого находится на одноплатном компьютере, который, в свою очередь, реализует управление шлагбаумом.

Web-интерфейс представляет из себя редактируемую таблицу со списком пользователей, имеющих право удаленного управления шлагбаумом, и возможностью настройки фильтров по каждому пользователю индивидуально (количество разрешенных открытий шлагбаума, разрешенный временной интервал для открытия шлагбаума). При попытке сохранения пользователя без указания номера мобильного телефона, с которого будет осуществляться управление шлагбаумом, прототип системы не позволит совершить данное действие и оповестит администратора таблицы о соответствующей ошибке с инструкцией по ее устранению.

При этом названный функционал будет обеспечиваться аппаратной составляющей, стоимость которой, по разным подсчетам, будет варьироваться в диапазоне 4500-7000 руб. в ценах, действующих на январь 2020 года в Санкт‑Петербурге (включая возможность заказа товаров в интернет-магазинах без привязки к региону базирования его склада). Текущее обслуживание аппаратной составляющей системы будет ограничиваться затратами на энергопотребление одноплатного компьютера, которое составляет менее 2 кВт/ч, что сравнимо с электрическим чайником.

Таким образом обеспечивается исполнение всех поставленных предполагаемым заказчиком перед разработчиком системы удаленного управления шлагбаумом задач с минимальными финансовыми затратами, обеспечивающими названный функционал, включая последующие текущие затраты на содержание системы.

# **Глава 2. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ШЛАГБАУМОМ**

## **2.1 Подбор технических средств для реализации прототипа системы удаленного управления шлагбаумом**

Для выполнения прославленных целей и задач, а также реализации функционала прототипа системы удаленного управления шлагбаумом в рамках установленного предполагаемым заказчиком бюджета с возможно минимальными финансовыми затратами на аппаратную составляющую системы предлагается к использованию следующая аппаратура:

* одноплатный компьютер семейства Raspberry Pi стоимостью ориентировочно 4000 рублей;
* 3g-модем Huawei e1550 стоимостью ориентировочно 1500 рублей.

Дополнительно необходимо доукомплектовать аппаратную часть системы удаленного управления шлагбаумом sim-картой. В случае отсутствия действующей sim‑карты обеспечить работоспособность системы, в основе которой лежит взаимодействие программного кода с GSM аппаратурой, не предоставляется возможным.

Предлагается карта оператора сотовой связи МегаФон (ПАО «МегаФон») тариф «Умные вещи» (стоимость sim‑карты 0 руб., абонентская плата по тарифу 20 руб. в неделю или 750 руб. в год; при единовременной оплате услуг связи на сумму 2500 руб. такие услуги предоставляются оператором на бессрочный период без дополнительного взимания платы).

Выбор одноплатного компьютера обусловлен доступностью к приобретению, разработанной специально под него операционной системой, которая оптимизирована для низкопроизводительных процессоров ARM, используемых в линейке компьютеров Raspberry Pi. Так же благодаря использованию указанного компьютера широким кругом пользователей возможно возникающие технические неисправности или программные ошибки, как правило, известны, изучены, и в большинстве случаев успешно решены, а пути их решений можно найти в открытом доступе в сети «Интернет».

При этом габариты компьютера позволяют разместить его как внутри корпуса управляемого шлагбаума, так и удаленно, соединив его со шлагбаумом проводной связью.

## **2.2 Разработка программной составляющей для прототипа системы удаленного управления шлагбаумом**

В ходе разработки ПО необходимо решить ряд следующих подзадач.

По задаче «обеспечивать возможность удаленного открытия шлагбаума посредством входящих звонков и sms-сообщений»:

* создать базу данных для хранения списка допущенных до управления шлагбаумом лиц;
* обеспечить постоянный мониторинг 3g-модема на предмет поступающего вызова или входящего sms-сообщения для дальнейшей проверки входящего номера телефона на предмет наличия последнего в базе данных sqlite 3.

По первой подзадаче было решено использовать базу данных sqlite 3, которая входит в состав фреймворка Django и разворачивается вместе с созданным проектом.

По второй подзадаче было принято решение написать модуль для прослушивания 3g-модема, используя библиотеку «gsmmodem-new». В результате разработки кода модуль получил функционал постоянного прослушивания 3g-модема, определения номера входящего звонка или sms‑сообщения, а также отправки GET запроса на web-сервер, который, в свою очередь, проверяет номер на наличие совпадений в базе sqlite 3 и, если совпадение было обнаружено, отправляет команду на открытие шлагбаума.

Также в модуль была добавлена функция редактирования базы данных sqlite 3 посредством sms-команд. В случае входящего sms-сообщения вида «Add +79001234567» модуль отправляет POST запрос на web-сервер, который в, свою очередь, проверяет совпадения в базе sqlite 3 с номером из текста sms‑сообщения, и, если совпадения отсутствуют, производит добавление новой записи в базу данных.

По аналогии с командой добавления номера в базу данных sqlite 3 в модуле реализована команда удаления номера из базы данных sqlite 3. При приеме sms-сообщения вида «Del +79001234567» модуль отправляет POST запрос на web-сервер, который, в свою очередь, проверяет совпадения в базе sqlite 3 с номером из текста sms-сообщения, и, если совпадения присутствуют, производит удаление найденной записи из базы данных.

Так же в модуле реализован специальный список номеров, которые допущены к редактированию списка лиц, допущенных к управлению шлагбаумом. В случае если на номер 3g-модема приходит sms-сообщение c командой добавить или удалить номер, но номер отправителя отсутствует в списке номеров, допущенных к редактированию списка лиц, допущенных к управлению шлагбаумом, то команда выполнена системой не будет.

По задаче «возможность открытия шлагбаума должна предоставляться только допущенной к управлению шлагбаумом группе лиц»:

* создать модуль, ответственный за проверку нахождения в базе данных номера, с которого поступил звонок или sms-команда на открытие шлагбаума.

По данной подзадаче была написана функция, задачей которой было принять номер мобильного телефона из GET запроса, который был получен от модуля, отвечающего за прослушивание 3g‑модема, произвести поиск в базе данных на наличие совпадений и, если таковые имеются, прочитать из базы данных запись с найденным номером, а так же информацию о количестве разрешенных проездов данному пользователю и информацию о временных рамках, в которые данному пользователю разрешено открытие шлагбаума, если таковые имеются. Далее функция при наличии оснований отправляет команду на открытие шлагбаума и уменьшает счетчик разрешенных проездов, если таковой ведется в отношении данного пользователя, на один.

Схематично работа указанной функции представлена на рисунке 2.1.

Рис. 2.1. Схематичное изображение работы функции принятия номера

По задаче «обеспечивать возможность индивидуальной настройки времени и количества открытий шлагбаума для каждого из допущенных к управлению шлагбаумом лиц»:

* обеспечить настройку индивидуальных фильтров для каждой записи в базе (количество разрешенных въездов на территорию путем самостоятельного открытия шлагбаума, временные рамки, в пределах которых команды от пользователя будут успешно приниматься системой удаленного управления шлагбаумом).

По данной задаче в базе данных были созданы столбцы, отображающие информацию, используемую фильтрами, отвечающими за количество разрешенных въездов, а также за временные рамки разрешенного пользователю открытия шлагбаума. При добавлении новой записи через web‑интерфейс администратор может заполнить соответствующие поля, которые будут учитываться системой во время проверки пользователя при попытке открыть им шлагбаум средствами звонка или sms‑команды на устройство.

По задаче «обеспечивать администрирование списка допущенных к управлению шлагбаумом лиц посредством web-интерфейса, в том числе удаленно через интернет и sms-команды»:

* создать интуитивно понятный web-интерфейс, работающий с базой sqlite 3, для удобного отображения списка допущенных до управления шлагбаумом лиц, а также для редактирования этого списка администратором, не обладающим знаниями, необходимыми для работы с базой sqlite 3;
* обеспечить редактирование списка допущенных до управления шлагбаума лиц в базе данных sqlite 3.

По первой подзадаче был реализован интуитивно понятный web‑интерфейс с помощью фреймворка Django. Web-интерфейс является многостраничным сайтом, главная страница которого содержит форму для добавления записей в базу данных и таблицу с отображением всех записей в базе данных с возможностью быстрого удаления записи или ее редактирования, используя соответствующую кнопку напротив нужной записи.

По второй подзадаче была написана функция, цель которой – по нажатию на соответствующую кнопку («Редактировать») напротив нужной записи переместить администратора на страницу редактирования записи. Далее функция заполняет заранее заготовленную на странице форму данными по записи с возможностью их изменения и дальнейшей записи в базу данных по нажатию на соответствующую кнопку («Изменить»). После изменений записи и нажатия на кнопку для сохранения результата функция проверяет, не был ли изменен номер телефона на другой, который уже присутствует в базе данных. Если проверка подтверждает совпадение, то функция возвращает администратора на страницу редактирования, сообщая о невозможности сохранить в базе данных две и более записей с одинаковым номером телефона. В случае отсутствия совпадений при проверке редактирования запись успешно сохраняется с обновленными данными, и администратор возвращается на главную страницу с таблицей всех имеющихся в базе данных записей.

По задаче «обеспечивать отсутствие возможности добавления лица, допущенного к управлению шлагбаумом, без указания контактного номера мобильного телефона или с указанием номера телефона в не соответствующем заданному формате»:

* обеспечить невозможность создания записи в базе данных sqlite 3 с пустой ячейкой для хранения номера мобильного телефона пользователя или с указанием номера мобильного телефона в не соответствующем заданному формате.

По данной подзадаче было принято решение сделать в таблице базы данных строку, отвечающую за хранение номера мобильного телефона, обязательной к заполнению, а также при добавлении записи в базу данных данные из соответствующего поля формы проверяются регулярным выражением, и в случае не прохождения проверки администратор возвращается на страницу заполнения формы, получая сообщение об ошибке, которое информирует администратора таблицы о неправильном формате ввода номера в соответствующее поле формы.

При этом при попытке изменения списка допущенных до удаленного открытия шлагбаума лиц посредством sms-команд с допущенной ошибкой (отсутствующий номер мобильного телефона, указание номера в не предусмотренном формате, указание номера, ранее внесенного в базу данных), функция отправки системой ответного сообщения о соответствующей ошибке, как и функция отправки сообщения об успешном изменении списка допущенных до удаленного открытия шлагбаума лиц по умолчанию отключена для минимизации расходов на содержание системы; оповещение об ошибках предусмотрено только при администрировании базы данных через web-интерфейс.

Как видно из вышеназванного, одно действие иногда обеспечивает исполнение сразу нескольких поставленных задач.

Для выполнения поставленных задач при написании прототипа системы удаленного управления шлагбаумом был использован язык программирования Python версии 3.7.4 со следующим списком библиотек:

* Django 3.0.2,
* python-gsmmodem-new 0.12,
* pyserial 3.4,
* requests 2.21.0,
* RPi.GPIO 0.7.0,
* Re.

Таким образом, базовой и фундаментальной задачей является создание базы данных с номерами телефонов лиц, допущенных к удаленному управлению шлагбаумом, на основе sqlite 3. Данная задача, как и конкретизирующие и уточняющие подзадачи, была выполнена названными выше способами. Анализ полученных результатов разработки прототипа системы удаленного управления шлагбаумом содержится в следующей главе.

# **Глава 3. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗРАБОТКИ ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ШЛАГБАУМОМ**

## **3.1. Проверка работоспособности прототипа системы удаленного управления шлагбаумом**

По результатам разработки прототипа системы удаленного управления шлагбаумом был выполнен анализ полученных результатов разработки.

В ходе проверки результатов работы прототипа системы удалённого управления шлагбаумом было осуществлено тестовое подключение одноплатного компьютера с подключенным к нему 3g-модемом к шлагбауму. После подключения к шлагбауму на одноплатном компьютере была осуществлена настройка даты и времени, а также осуществлено подключение к сети «Интернет» для последующего корректного выполнения системой тестовых заданий в рамках поставленных предполагаемым заказчиком задач.

Посредством web-интерфейса было осуществлено добавление двух номеров телефонов, одному из которых (Номер 1) было предоставлено только право дистанционного открытия шлагбаума посредством звонка на номер телефона, привязанный к sim-карте, вставленной в 3g-модем, а другому (Номер 2) – также право администрирования списка пользователей, которым предоставлено право дистанционного открытия шлагбаума.

В результате пробного открытия шлагбаума пользователем (Номер 1) шлагбаум был открыт посредством звонка, однако, при направлении тестовой sms‑команды для добавления еще одного номера (Номер 3) в список пользователей, которым предоставлено право дистанционного открытия шлагбаума, Номер 3 в базу данных добавлен не был, что можно было отследить через web-интерфейс, а также что было подтверждено путем безуспешных попыток открытия шлагбаума посредством звонка и sms‑команды с Номера 3.

При этом при попытке открытия шлагбаума посредством sms-команды с Номера 2 произошло открытие шлагбаума. Кроме того, при отправке sms‑команды для добавления Номера 3 в базу данных пользователей, которым предоставлено право дистанционного открытия шлагбаума, Номер 3 был добавлен в указанную базу, что отразилось через web-интерфейс, а также что было подтверждено путем успешной попытки открытия шлагбаума посредством звонка и sms-команду с Номера 3.

Также было осуществлено редактирование списка пользователей, которым предоставлено право дистанционного открытия шлагбаума, посредством web-интерфейса (установка фильтров для каждого из пользователей (Номера 1, 2, 3): допустимое количество открытий шлагбаума и времени суток, в которые система будет при наличии прав у пользователя открывать шлагбаум). После внесения указанных изменений в базу данных была осуществлена проверка работоспособности системы, которая выявила, что индивидуальная настройка параметров доступа для пользователей работает: вне установленных временных интервалов и при достижении предельного значения количества допустимых дистанционных открытий шлагбаума пользователем система отказывала пользователю в открытии шлагбаума.

После проведения указанной проверки Номер 3 был исключен из базы данных посредством web-интерфейса, а Номер 1 был исключен посредством sms‑команды с Номера 2. Данные изменения отразились системой в web‑интерфейсе, после чего была успешно проведена проверка на предмет применения системой указанных изменений в работе (открытие шлагбаума звонками и sms-командами с Номера 1 и Номера 3 не осуществилось).

Далее была осуществлена попытка добавления пользователя в базу данных посредством sms-команды, в которой не был указан номер телефона; попытка была неудачной, система такого пользователя не добавила. После этого аналогичная попытка была предпринята посредством web-интерфейса; в результате перед администратором системы всплыло окно с предупреждением об ошибке и предложением заполнить номер телефона. Номер телефона был указан в ином формате, чем предусмотрено системой, на что система также отреагировала сообщением об ошибке. Далее было осуществлено успешное добавление пользователя путем устранения ошибок, о которых администратору сообщила система посредством окон в web-интерфейсе о соответствующих ошибках.

Таким образом, разработчик убедился в работоспособности системы и отсутствии не выявленных на стадии разработки прототипа системы удаленного управления шлагбаумом ошибок.

## **3.2. Оценка достижения задачи и цели разработки системы удаленного управления шлагбаумом**

По результатам проведенной проверки, о которой сказано в разделе 3.1. настоящей главы, стало возможно проведение анализа достижения разработчиком прототипа системы удаленного управления шлагбаумом поставленных предполагаемым заказчиком целей и задачи для разработки указанной системы.

Оценка и последующий анализ достижения целей и задачи разработки осуществлялся по следующему алгоритму: сравнение поставленных задач в порядке очередности их указания с результатами, полученными в ходе проверки работоспособности системы, и последующий анализ выполнения всех поставленных перед разработчиком прототипа системы удаленного управления шлагбаумом задач на предмет их соответствия цели разработки системы.

Поставленная задача с соответствующими подзадачами: «обеспечивать возможность удаленного открытия шлагбаума посредством входящих звонков и sms-сообщений:

* создать базу данных для хранения списка допущенных до управления шлагбаумом лиц;
* обеспечить постоянный мониторинг 3g-модема на предмет поступающего вызова или входящего sms-сообщения для дальнейшей проверки входящего номера телефона на предмет наличия последнего в базе данных sqlite 3.».

Результат работы по разработке системы: создана база данных sqlite 3, содержащая перечень пользователей, которым предоставлено право дистанционного открытия шлагбаума; написан модуль для прослушивания 3g‑модема, используя библиотеку «gsmmodem-new», также в модуль добавлена функция редактирования базы данных sqlite 3 посредством sms‑команд.

Оценка выполнения поставленных задач: поставленные задачи выполнены в полном объеме.

Поставленная задача с соответствующей подзадачей: «возможность открытия шлагбаума должна предоставляться только допущенной к управлению шлагбаумом группе лиц:

* создать модуль, ответственный за проверку нахождения в базе данных номера, с которого поступил звонок или sms-команда на открытие шлагбаума».

Результат работы по разработке системы: написана функция, задачей которой является принятие номера мобильного телефона из GET запроса, который был получен от модуля, отвечающего за прослушивание 3g‑модема, проверка наличия оснований для открытия шлагбаума и в случае успешного прохождения проверки отправка команды на открытие шлагбаума и уменьшение счетчика разрешенных проездов, если таковой ведется в отношении данного пользователя, на один.

Оценка выполнения поставленной задачи: поставленная задача выполнена в полном объеме.

Поставленная задача с соответствующей подзадачей: «обеспечивать возможность индивидуальной настройки времени и количества открытий шлагбаума для каждого из допущенных к управлению шлагбаумом лиц:

* обеспечить настройку индивидуальных фильтров для каждой записи в базе (количество разрешенных въездов на территорию путем самостоятельного открытия шлагбаума, временные рамки, в пределах которых команды от пользователя будут успешно приниматься системой удаленного управления шлагбаумом)».

Результат работы по разработке системы: в базе данных sqlite 3 созданы столбцы, отображающие информацию, используемую фильтрами, отвечающими за количество разрешенных въездов, а также за временные рамки разрешенного пользователю открытия шлагбаума, заполнение которых не обязательно для администратора системы.

Оценка выполнения поставленной задачи: поставленная задача выполнена в полном объеме.

Поставленная задача с соответствующими подзадачами: «обеспечивать администрирование списка допущенных к управлению шлагбаумом лиц посредством web-интерфейса, в том числе удаленно через интернет и sms‑команды:

* создать интуитивно понятный web-интерфейс, работающий с базой sqlite 3, для удобного отображения списка допущенных до управления шлагбаумом лиц, а также для редактирования этого списка администратором, не обладающим знаниями, необходимыми для работы с базой sqlite 3;
* обеспечить редактирование списка допущенных до управления шлагбаума лиц в базе данных sqlite 3».

Результат работы по разработке системы: реализован интуитивно понятный web‑интерфейс с помощью фреймворка Django, который является многостраничным сайтом, находящимся на одноплатном компьютере, и может быть размещен на сервере или в локальной сети; главная страница сайта содержит форму для добавления записей в базу данных и таблицу с отображением всех записей в базе данных с возможностью быстрого удаления записи или ее редактирования, используя соответствующую кнопку напротив нужной записи. Написана функция, посредством которой осуществляется редактирование и проверка внесенных изменений на предмет их соответствия установленным системой правилам, при отсутствии нарушений – сохранение внесенных изменений.

Оценка выполнения поставленных задачи: поставленные задачи выполнены в полном объеме.

Поставленная задача с соответствующей подзадачей: «обеспечивать отсутствие возможности добавления лица, допущенного к управлению шлагбаумом, без указания контактного номера мобильного телефона или с указанием номера телефона в не соответствующем заданному формате:

* обеспечить невозможность создания записи в базе данных sqlite 3 с пустой ячейкой для хранения номера мобильного телефона пользователя или с указанием номера мобильного телефона в не соответствующем заданному формате».

Результат работы по разработке системы: в базу данных sqlite 3 добавлена строка, отвечающая за хранение номера мобильного телефона, обязательная к заполнению, написано регулярное выражение, проверяющее корректность введенных администратором системы данных и осуществляющее информирование администратора о неправильном формате ввода номера в соответствующее поле формы в случае допущения ошибки при редактировании списка допущенных до удаленного открытия шлагбаума лиц посредством web-интерфейса.

Оценка выполнения поставленной задачи: поставленная задача выполнена в полном объеме.

Поставленная задача: «обеспечение вышеназванного функционала системы с минимальными финансовыми затратами на аппаратную составляющую прототипа системы удаленного управления шлагбаумом, а также на последующие текущие затраты на содержание и обеспечение бесперебойной работы аппаратной составляющей».

Результат работы по разработке системы: разработчиком системы подобрана аппаратная составляющая, стоимость которой, по разным подсчетам, варьируется в диапазоне 4500-7000 руб. в ценах, действующих на январь 2020 года в Санкт‑Петербурге (включая возможность заказа товаров в интернет-магазинах без привязки к региону базирования его склада). Текущее обслуживание аппаратной составляющей системы ограничивается затратами на энергопотребление одноплатного компьютера, которое составляет менее 2 кВт/ч, что сравнимо с электрическим чайником.

Оценка выполнения поставленной задачи: поставленная задача выполнена в полном объеме, финансовые затраты предполагаемого заказчика возможно минимизированы без потери качества или снижения функционала системы удаленного управления шлагбаумом.

Таким образом обеспечивается исполнение всех поставленных предполагаемым заказчиком перед разработчиком системы удаленного управления шлагбаумом задач с минимальными финансовыми затратами, обеспечивающими названный функционал, включая последующие текущие затраты на содержание системы.

Оценка достижения цели разработки системы удаленного управления шлагбаумом.

Предполагаемым заказчиком разработчику прототипа системы удаленного управления шлагбаумом поставлена следующая цель: «создание эффективной системы, позволяющей в режиме без обязательного участия диспетчера шлагбаума открывать шлагбаум заранее заданному кругу пользователей с возможностью настройки индивидуальных параметров разрешенного доступа на территорию объекта, а также администрирования системы; при этом администрирование и использование прототипа системы удаленного управления шлагбаумом должно быть доступно пользователям без специальных знаний, то есть целью разработчика является создание системы, простой в управлении, с интуитивно понятным интерфейсом, использование которой возможно после прочтения инструкции без необходимости прохождения обучения».

Названная цель достигнута разработчиком прототипа системы удаленного управления шлагбаумом посредством последовательного выполнения поставленных задач и сформулированных для их достижения конкретных подзадач.

Разработана эффективная и простая в управлении система с интуитивно понятным («user friendly») интерфейсом, с минимальными затратами на создание и обслуживание, обеспечивающая гибкое администрирование списка пользователей по заданным параметрам.

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В настоящей работе представлены результаты разработки прототипа системы удаленного управления шлагбаумом, включающей работы по разработке программного обеспечения для удаленного открытия шлагбаума, а также работы по подбору аппаратной составляющей для такой системы.

Программное обеспечение разработано с помощью языка программирования Python версии 3.7.4 со следующим списком библиотек:

* Django 3.0.2,
* python-gsmmodem-new 0.12,
* pyserial 3.4,
* requests 2.21.0,
* RPi.GPIO 0.7.0,
* Re.

В ходе работы достигнута цель разработки прототипа системы удаленного управления шлагбаумом, а также выполнены все поставленные задачи, а именно:

1. обеспечивать возможность удаленного открытия шлагбаума посредством входящих звонков и sms-сообщений;
2. обеспечивать возможность открытия шлагбаума должна предоставляться только допущенной к управлению шлагбаумом группе лиц;
3. обеспечивать возможность индивидуальной настройки времени и количества открытий шлагбаума для каждого из допущенных к управлению шлагбаумом лиц;
4. обеспечивать администрирование списка допущенных к управлению шлагбаумом лиц посредством web-интерфейса, в том числе удаленно через интернет и sms-команды;
5. обеспечивать отсутствие возможности добавления лица, допущенного к управлению шлагбаумом, без указания контактного номера мобильного телефона или с указанием номера телефона в не соответствующем заданному формате;
6. обеспечение вышеназванного функционала с минимальными финансовыми затратами на аппаратную составляющую прототипа системы удаленного управления шлагбаумом, а также на последующие текущие затраты на содержание и обеспечение бесперебойной работы аппаратной составляющей.

Дальнейшими направлениями работы по доработке прототипа системы удаленного управления шлагбаумом являются (в зависимости от конкретных условий для разработки системы) добавление различных фильтров в зависимости от пожеланий заказчика, усовершенствование графической части интерфейса системы, разработка мобильного приложения для осуществления удаленного открытия шлагбаума и просмотра (опционально – с возможностью редактирования) настроенных фильтров, доработка системы в части включения/выключения возможности оповещения пользователей об ошибках и об успешном внесении изменений в базу данных посредством sms-информирования по нажатию соответствующей кнопки или иным способом при необходимости, работы по интегрированию системы в общую объектовую систему контроля и управления доступом.

# **ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

3g-модем –

ARM –

GET запрос –

GPRS/GSM модуль –

GSM аппаратура –

POST запрос –

sim-карта –

sms-сообщение –

sqlite 3 –

web-интерфейс –

ПО –

СКУД – системы контроля и управления доступом.

фреймворк Django –

# **Приложение 1.**

**Исходный код разработанной программы**