

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-
вычислительных систем (КИБЭВС)

СИСТЕМА СУДЕЙСТВА ДЛЯ СОРЕВНОВАНИЙ ПО ГИРЕВОМУ СПОРТУ

Пояснительная записка к курсовой работе по дисциплине
«Интернет Вещей»

Студенты группы 726

_____ Д.С. Беляков

_____ В.О. Новиков

_____ Е.О. Калинин

Руководитель

Старший преподаватель кафедры
КИБЭВ

_____ О.В. Пехов

Реферат

Курсовая работа 26 страниц, 6 рисунков, 9 источников, 1 приложение.

Система судейства для соревнований по гиревому спорту.

Целью работы является создание автоматизированной системы судейства, которая позволит заносить результаты спортсменов в единую базу данных, а также возможность зрителям следить за конкретным участником и его результатами.

Разработка автоматизированной системы проводилась на основании технического задания, на языке программирования C++.

Оформлено в соответствии с ОС ТУСУР 01 – 2013 [1].

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)
Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-
вычислительных систем (КИБЭВС)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой КИБЭВС

_____ А.А. Шелупанов

«___» _____ 20__ г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
на выполнение проекта по дисциплине «Интернет Вещей»

1. Наименование проекта: Система судейства для соревнований по гиревому спорту
2. Цель проекта:
 - создание прототипа автоматизированной системы судейства для соревнований по гиревому спорту.
3. Основные задачи проекта на этапах реализации:
 - исследование беспроводных протоколов передачи данных с последующим выбором оптимального;
 - разработка прототипа конечного устройства для соревнования по гиревому спорту;
 - создание единой базы данных для соревнований по гиревому спорту;
 - создание веб-приложения для соревнований по гиревому спорту;

- организация беспроводной сети для соревнований по гиревому спорту на основе выбранного протокола.

4. Планируемый срок реализации: Получение первых результатов ожидается к маю 2019 г.

5. Целевая аудитория (потребители): Федерация гиревого спорта Томской области.

6. Ожидаемый результат (полученный товар, услуга):

- прототип автоматизированной системы судейства соревнований по гиревому спорту.

7. Руководитель проекта: Пехов О.В., старший преподаватель кафедры КИБЭВС.

8. Члены проектной группы:

Беляков Данила Сергеевич гр. 726

Калинин Евгений Олегович гр. 726

Новиков Владислав Олегович гр. 726

9. Календарный план выполнения проекта

№ этапа	Наименование этапа	Содержание работы	Сроки выполнения		Ожидаемый результат этапа
			Начало	Окончание	
1	Ознакомительный	Ознакомление с доступными беспроводным и протоколами связи	14.02.2019	28.02.2019	Структурированная информация о беспроводных протоколах связи
2	Реализационный	Разработка прототипа автоматизированной системы судейства соревнований по гиревому спорту	28.02.2019	1.06.2019	Прототип системы судейства
3	Отчетность	Составление отчета о проделанной работе	1.06.2019	8.06.2019	ПЗ (Отчет о проделанной работе)

Оглавление

1 Введение.....	6
2 Выбор используемого оборудования	8
2.1 MSTN-M100.....	8
2.2 RAK811	8
2.3 OrangePi.....	9
3 Выбор беспроводного протокола передачи данных.....	11
4 Система судейства для соревнований по гиревому спорту.....	15
4.1 Описание проекта.....	15
4.2 Аналоги	16
4.3 Передача данных.....	16
4.4 Отображение данных.....	17
4.5 База данных.....	18
4.5.1 Политика безопасности по работе с данными	19
4.6 Веб-приложение для системы судейства.....	21
5 Заключение.....	23
Список использованных источников	24
Приложение А (Обязательное) Функциональная схема проекта системы судейства для соревнований по гиревому спорту	26

1 Введение

В данной работе рассматривается проект: система судейства для соревнований по гиревому спорту.

Целью работы является создание прототипа автоматизированной системы судейства соревнований по гиревому спорту.

На сегодняшний день соревнования по гиревому спорту в Томской области проходят следующим образом: расположены 6 помостов, напротив сидят 2 судей, которые фиксируют результат спортсмена, после чего один из судей относит результаты главному судье, который заполняет общий протокол соревнований.

Федерации хотелось бы реализовать автоматизированную систему, с помощью которой была возможность заносить результаты в единую базу данных, а также была возможность для зрителей следить за конкретным участником и его результатами.

Была идея создать проводную систему, однако ее недостаток в ее длительном развертывании, поскольку соревнования могут проходить в разных местах.

Была попытка разработать систему на технологии Wi-Fi, однако ее недостатком стало перегруженность сети Wi-Fi (большое количество Wi-Fi точек вокруг).

Требуется создать единую базу данных, которая позволяла бы заносить результаты в единую базу.

Требуется создать приложение, позволяющее судьям заполнять поступающие данные в базу.

Требуется создать конечное устройство для судей (судейский пульт), позволяющее им изменять значение подходов участника, а также вызывать новых участников.

Требуется организовать беспроводную связь между частями создающейся системы (судейский пульт, монитор, базовая станция). Для этого

необходимо провести исследование беспроводных протоколов передачи данных и выбрать оптимальный из всех рассмотренных. Также необходимо разработать табло для отображения результатов участника, выполняющего упражнение.

2 Выбор используемого оборудования

2.1 MSTN-M100

В качестве используемого оборудования была выбрана плата Milestone-M100 (MSTN-M100). Причиной выбора данной платы в качестве основы проекта послужила цель развития и продвижения сообщества разработчиков, интересующихся платой MSTN M-100 (Milestone Compact).

MSTN-M100 - плата отечественного производства, на основе микроконтроллера K1986BE92QI [2]. Плата MSTN-M100 аппаратно и конструктивно совместима с платформой Arduino Uno, что позволяет использовать весь спектр сенсоров, драйверов и прочих модулей, совместимых с Arduino Uno. MSTN-M100 имеет гораздо более высокую производительность чем Arduino Uno. Контроллер имеет 32-х разрядное ядро ARM Cortex-M3, тактовую частоту до 80 МГц, производительность 1.25 DMIPS/МГц, до 96 линий ввода/вывода и разнообразную периферию – от UART и SPI до цифро-аналогового преобразователя и CAN интерфейса. Соответствует промышленному стандарту по эксплуатационным характеристикам (климат, вибрация, удары). Плата MSTN-M100 может быть использована в проектировании систем автоматизации, прототипировании электронных устройств, и пр.

Недостатком платы является то, что она слабо распространена на рынке микроконтроллеров.

2.2 RAK811

Для обеспечения беспроводной связи был выбран радиомодуль на базе технологии LoRa.

RAK811 - это беспроводной прозрачный коммуникационный модуль [3]. Модуль включает в себя радиочастотный приемопередатчик SX1276, малопотребляющий микроконтроллер STM32L151. От других LoRaWAN-

модулей RAK811 отличается дополнительным малошумящим усилителем, высокостабильным опорным генератором ТСХО и полным экранированием всех электронных компонентов. Управление модулем производится при помощи простых AT-команд, при этом RAK811 может работать как в сетях LoRaWAN, так и в простом режиме p2p (точка-точка). Особенности модуля RAK811

- Протокол LoRaWAN в диапазоне 868 МГц;
- Активация через режимы OTAA/ABP;
- Модуляция LoRa/FSK/GFSK/OOK;
- Режим точка-точка (Lora Point to Point communication);
- Технология LoRa позволяет распознавать сигнал на 20 дБ ниже уровня шума;
- Чувствительность до -148 дБм гарантирует максимальную дальность;
- Дальность связи до 15 км на открытом пространстве;
- Регулируемая выходная мощность от 5 до 20 дБм;
- Низкое потребление (500 нА) — до 10 лет работы от батареи;
- Поддержка разных частотных каналов;
- Настраиваемый интерфейс управления через UART;
- Простые текстовые AT-команды или собственное приложение;
- Потребление 60 мА (TX); 9.9 мА (RX);
- Размеры 22×14×1.7 мм;
- Рабочая температура -40°C ~ 85°C.

2.3 OrangePi

Для возможности передачи данных на экран монитора была выбрана плата Orange Pi.

Orange Pi - это микрокомпьютер, состоящий всего из одной платы, но по своим характеристикам, способный тягаться с полноценными персональными компьютерами [4]. Он обладает мощным 4-х ядерным процессором AllWinner

H5 либо H6 64 Бита, 1 либо 2 Гб оперативной памяти, выделенной видеокартой Mali T720, четырьмя USB-портами 2.0 и 3.0, выходом HDMI для подключения монитора либо телевизора, аудиовыходом, разъёмом для подключения камеры, разъём для карты памяти, а также специальным разъёмом с 40-пинами для подключения любых других устройств.

3 Выбор беспроводного протокола передачи данных

Беспроводные протоколы служат для передачи информации на расстоянии, не используя проводной связи. Наиболее распространенными беспроводными протоколами являются Wi-Fi и Bluetooth. Были рассмотрены несколько беспроводных протоколов передачи данных (Wi-Fi, ZigBee, СТРИЖ, LoRa, NB-IoT, Bluetooth). Для выбора протокола были выбраны критерии:

- дальность;
- частота;
- пропускная способность передачи данных;
- энергопотребление;
- помехоустойчивость.

Wi-Fi. Технология беспроводной локальной сети с устройствами на основе стандартов IEEE 802.11 [5]. Разработана в 1998 году. Сейчас под аббревиатурой скрывается семейство стандартов. На сегодняшний день используется стандарт IEEE 802.11g. Являясь одной из самых распространенных технологий, в настоящее время Wi-Fi активно используется в умных домах для подключения к Интернету вещей, получения данных с различных датчиков и управления ими со смартфона. Рассмотрим технологию по нашим критериям:

- дальность связи не превышает 100 метров;
- технология работает на частоте 2,4 МГц и 5 МГц;
- максимальная скорость передачи данных составляет 54 Мбит/с;
- высокое энергопотребление;
- низкая помехоустойчивость.

ZigBee. Технология беспроводной передачи данных работающая на стандарте IEEE 802.15.4. Технология создана в 2003 году [6]. К основным сферам применения ZigBee относятся “Умные дома”, беспроводные датчиковые сети, “умные здания”, автоматизированные системы управления.

Пройдемся по нашим критериям:

- дальность в помещении не превышает 15 метров;
- технология работает на частоте 2.4 МГц;
- максимальная скорость передачи данных 250 Кбит/с;
- низкое энергопотребление, благодаря малой мощности сенсоры сети способны работать долгое время, используя автономные источники питания;
- низкая помехоустойчивость.

СТРИЖ. Отечественная технология передачи небольших по объему данных на большие расстояния. Технология используется в ЖКХ, промышленности, сельском хозяйстве [7]. Разработки технологии начались в 2014 году. Она распространена на территории России и СНГ. Рассмотрим технологию по нашим критериям:

- дальность связи составляет 50 метров;
- технология работает на частоте 868 МГц;
- скорость передачи данных составляет 100 бит/с;
- низкое энергопотребление;
- высокая помехоустойчивость.

LoRa. Технология объединяет в себе метод модуляции LoRa в беспроводных сетях LPWAN и открытый протокол LoRaWAN [8]. Разработана данная технология была в марте 2015 года. Стоит понимать следующие понятия. LoRa - это технология и метод модуляции. LoRaWAN - открытый протокол для сетей, в которых:

- высокая емкость (до 1М устройств в одной сети);
- большой радиус действия;
- низкое энергопотребление.

LPWAN - энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия. Модуляция LoRa отвечает за физический уровень, LoRaWAN является протоколом (MAC-уровень) для сетей с высокой емкостью, большим радиусом действия и низким энергопотреблением, разработанным

организацией LoRa Alliance для сетей LPWAN. Рассмотрим по нашим критериям:

- дальность до 5 километров в городских условиях при плотной застройки и свыше 15 километров в сельской местности;
- частота работы 868 МГц;
- пропускная способность канала до 50 кбит/с (при дальности свыше 5 км);
- низкое энергопотребление до 10 лет работы на одном аккумуляторе;
- обладает средней помехоустойчивости.

NB-IoT. Технология беспроводной узкополосной передачи данных, разработанная специально для приложений Интернета вещей. NB-IoT может быть развернут на базе 2G, 3G, 4G. Первая версия была представлена в июне 2016 года. Для работы требуются большие затраты на построение сети, поэтому реализовать NB-IoT могут только существующие провайдеры связи [9]. Рассмотрим NB-IoT по нашим критериям:

- дальность передачи до 22 километров;
- в Российской Федерации были выделены следующие радиочастоты 453—457,4 МГц, 463—467,4 МГц, 791—820 МГц, 832—862 МГц, 880—890 МГц, 890—915 МГц, 925—935 МГц, 935—960 МГц, 1710—1785 МГц, 1805—1880 МГц, 1920—1980 МГц, 2110—2170 МГц, 2500—2570 МГц и 2620—2690 МГц;
- пропускная способность канала в среднем 200 кбит/с;
- низкое энергопотребление до 10 лет работы батареи;
- высокая помехоустойчивость, возможна стабильная работа при высоком уровне шуме и низким уровне сигнала.

Для реализации проекта за основу был взят беспроводной протокол LoRa. Было решено отказаться от технологии Wi-Fi поскольку, существует аналог системы, который использует в качестве беспроводного протокола протокол Wi-Fi. Однако данная реализация оказалась неудачной, поскольку во

время работы системы сеть давала сбой (потеря соединения с Wi-Fi сетью). Это происходило из-за того, что технология Wi-Fi работает на частоте 2.4 ГГц, на той же на которой работает протокол сотовой связи WiMAX. Помимо этого, в области работы системы могут находиться десятки разных Wi-Fi точек. Было решено отказаться от Bluetooth, ZigBee, поскольку они работают в том же диапазоне что и Wi-Fi, к тому же не имелось в наличии модулей. Было решено отказаться от NB-IoT, поскольку это очень дорогостоящая технология (станция стоит около 50 тыс.), хотя она может работать на частоте ниже частоты работы Wi-Fi. Была выбрана LoRa, поскольку она работает на частоте 868 МГц, что повышает эффективность работы системы. Еще одним фактором выбора технологии LoRa, это наличие модулей LoRa в лаборатории.

4 Система судейства для соревнований по гиревому спорту

4.1 Описание проекта

Система судейства будет состоять из нескольких частей: конечное устройство (судейский пульт), базовая станция и монитор, на котором будет отображаться информация о количестве подходов, времени выполнения, а также ФИО участника.

В системе не использовались радиомодули от компании Unwired Devices, поскольку она не удовлетворяла требованиям быстродействия. Была произведена попытка изменить прошивку для ускорения быстродействия. В результате изменения параметров прошивки было улучшено время быстродействия, однако этих результатов оказалось мало, поэтому было отказаться от использования радиомодулей от компании Unwired Devices.

В качестве конечного устройства была выбрана отладочная плата MSTN-M100. К этой отладочной плате подключаются кнопки управления (увеличение/уменьшение количества подходов, остановка времени, новый участник) и радиомодуль на базе LoRa. Конечное устройство будет посылать сигналы на радиомодуль LoRa, подключенный к плате Orange Pi, которая в свою очередь подключена к монитору. Монитор будет показывать данные на своем экране. Получение данных происходит за счет протокола LoRa. На плате Orange Pi будет находиться список участников, выступающих на данном помосте, в результате чего, после завершения выступления участника, плата будет отсылать базовой станции результаты конкретного участника. Передача от платы Orange Pi до конечного устройства осуществляется по протоколу LoRa.

Последняя часть - базовая станция состоит из компьютера и подключенный к нему радиомодуль на базе LoRa, который будет принимать значения со всех табло.

Функциональная модель показана в приложении А.

4.2 Аналоги

На данный момент существует аналог системы судейства, в основу которого вошла технология беспроводной передачи данных Wi-Fi. Этот аналог имеет один недостаток - частая потеря соединения.

Также существуют аналоги системы от компаний «Импульс» и «ДИАН-ИНФО».

Компания «Импульс» предоставляет табло для соревнований. Минусом этой системы является однокнопочный пульт, который позволяет только увеличивать подходы. Также минусом является большая стоимость (порядка 120 тыс.).

Компания «ДИАН-ИНФО» предоставляет системы для судейства. Минусом этой системы является то, что система предоставляет только инфраструктуру системы. Также минусом является большая стоимость (порядка 130 тыс.).

4.3 Передача данных

Существует пульт, который отправляет сигнал на изменение количества подходов на orangePi, который в своем случае отправляет на экран. У пульта есть несколько кнопок: +- подход, старт таймера, новый участник. Данные об участнике табло берет из единой базы данных по LoRa. До начала соревнований определяется список участников, которые будут выступать на конкретном помосте. Если соединение было потеряно, то табло будет записывать результат во внешнюю память (EEPROM). Каждый пульт отправляет в сеть свои значения, а табло берут только те значения, которые относятся к его пулту. После выступления участника данные со всех табло отправляются в сеть, где веб-приложение получает их заносит результаты в базу данных. На рисунке 5.1 показано создание нового потока для передачи сообщения, которое срабатывает по нажатию кнопки на конечном устройстве. Сообщение формируется по типу: <id передатчика><номер команды>.


```

if (last_value) {
    /* button released */
    msg.type |= 1 << 15;
    printf("[umdk-" _UMDK_NAME_ "] Released: %d\n", btn_num + 1);
} else {
    printf("[umdk-" _UMDK_NAME_ "] Pressed and sended: %d\n", btn_num + 1);
    // Creating Thread Send command
    msg_send_int(&msg, handler_pid);
}

gpio_irq_enable(buttons[btn_num]);

```

Рисунок 4.1 - Создание потока

4.4 Отображение данных

Для отображения на экране монитора количества подходов, время выполнения, ФИО участника и номера помоста, написано программное обеспечение - табло (далее Dashboard).

Dashboard получает ФИО участника из базы данных базовой станции и показывает имя участника на экране монитора во время его выступления. К базовой станции, выполняется http-запрос с идентификатором платформы (помоста) и идентификатором соревнования, в результате база данных, формирует ответ в виде списка имен участников и их идентификаторов в таблице базы данных. После выступления, результаты участника будут сохранены в базе данных базовой станции. Также поддерживается автономная работа программы, без подключения к базе данных. Но в таком случае, ФИО участника отображаться не будут, а данные не будут сохранены в базе данных.

Данные с судейского пульта передаются по радиомодулю Lora, с которого потом считываются платой Orange Pi по протоколу UART (рис. 4.2). Полученные данные имеют следующий вид: <id передатчика><номер команды>.

```

# Функция чтения данных по UART
b = self.uart_read()
b = b.strip()
if (len(b) > 22):
    # I807B85902000058Bffe258020200 - типичное loga-сообщение
    log ("[UART] Received message: {0}".format(b))
    # Команда 1 - счетчик подходов увеличивается на 1
    if (b[26] == '1'):
        self.namevisible_change(self.req_namevisible)
        self.counter_add(1)
    # Команда 2 - счетчик подходов уменьшается на 1
    if (b[26] == '2'):
        self.counter_add(-1)
    # Команда 3 - старт таймера
    if (b[26] == '3'):
        self.startTimer.emit()
    # Команда 4 - остановка таймера, запись результатов в БД
    if (b[26] == '4'):
        self.timer_reset()
        self.database_next()
        self.database_response()

```

Рисунок 4.2 - Чтение данных по UART

4.5 База данных

Была разработана база данных. На рисунке 4.3 представлена концептуальная информационная модель.

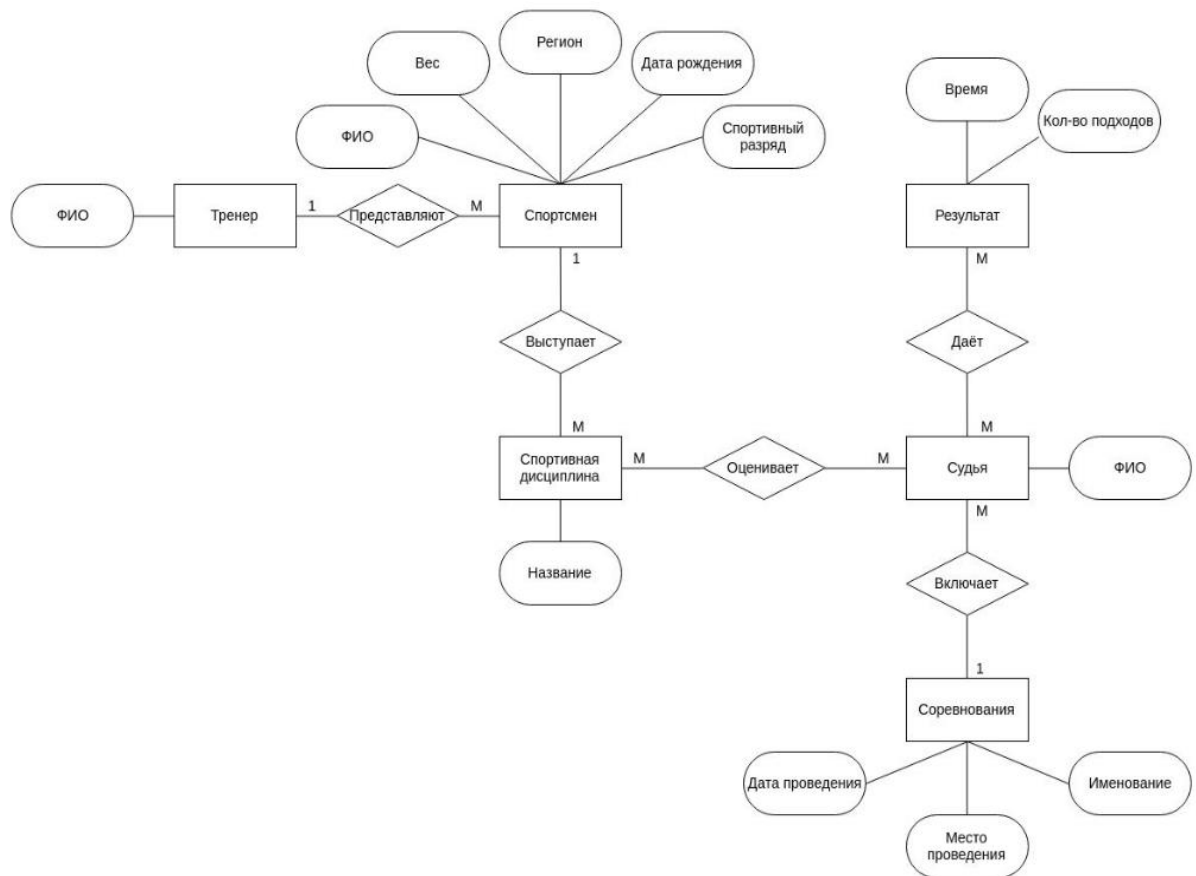


Рисунок 4.3 - Концептуальная информационная модель

4.5.1 Политика безопасности по работе с данными

С данной информационной системой должны работать следующие пользователи:

- администраторы;
- операторы;
- судьи;
- гости.

В таблице 4.1 представлена дискреционная модель разграничения доступа.

Таблица 4.1 - Ограничение пользователей по работе с объектами предметной области

Объект \ Субъект	Спортсмен	Судья	Результаты	Соревнования
Администратор	ALL	ALL	ALL	ALL
Оператор	SELECT, INSERT	SELECT, INSERT	SELECT	SELECT, INSERT
Судья	SELECT		INSERT (где id_судьи = судье)	
Гость	SELECT		SELECT	SELECT

На рисунке 4.4 изображено графическое представление логической модели данных в методологии IDEF1х.

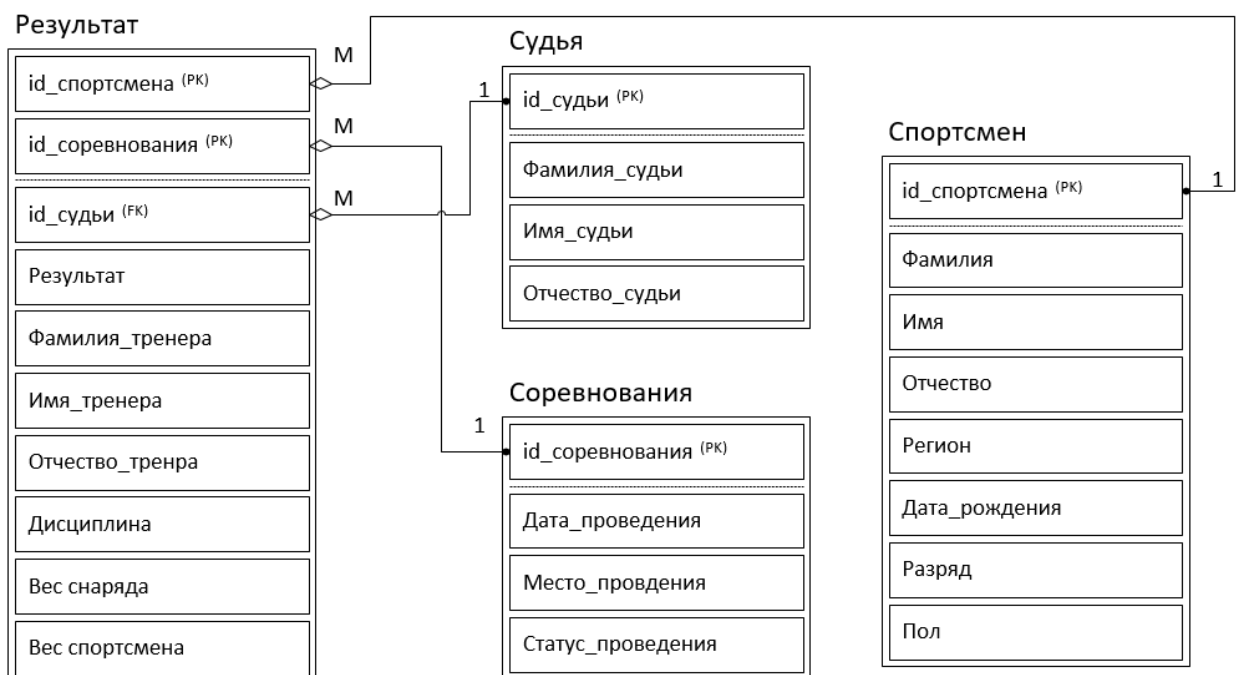


Рисунок 4.4 - Реляционная модель

4.6 Веб-приложение для системы судейства


Было разработано веб-приложение, базирующееся на фреймворке Django, и являющееся частью разрабатываемой судейской системы. Приложение создано для хранения и систематизации вносимой в него информации о соревнованиях по гиревому спорту, а также в связке с аппаратной частью судейской системы (судейские пульта, информационные экраны) позволяет автоматизировано обрабатывать результаты текущих соревнований.

Приложение предусматривает четыре типа пользователей: администратор, оператор, судья и пользователь. “Администратор” отвечает за распределение ролей между пользователями, а также может редактировать базу данных. “Оператор” вносит информацию о соревнованиях, участниках соревнований и судьях. “Судья” может вносить информацию о результатах тех участников, которых он судил. “Пользователь” может просматривать информацию о результатах.

Для автоматизированной обработки результатов текущих соревнований в приложение вносится список участников, список судей и информация о данном соревновании такая, как место, статус и время проведения. Далее участники в определенной организаторами соревнований последовательности закрепляются за помостами, эта информация фиксируется в приложении. Судейские пульта также закрепляются за помостами с помощью уникальных идентификаторов, в приложении они выступают в роли “Судья”. Когда судья на помосте нажимает на кнопку “новый участник” на Orange Pi по радиомодулю LoRa приходит команда для отправки результатов предыдущего участника на базовую станцию и запроса информации о новом. Далее Orange Pi запрашивает ФИО и идентификатор нового участника и отправляет идентификатор и результат предыдущего участника на базовую станцию. На базовой станции может быть временно развернут сервер с базой данных или же оно может выступать в роли шлюза, для доступа к размещенному в сети

Интернет серверу с базой данных. По завершению соревнования данные обрабатываются и оглашается финальный результат.

Приложение позволяет просматривать информацию о результатах прошедших соревнований (рис. 4.5). Также можно узнать информацию о последних прошедших соревнования по гиревому спорту, например, итоги соревнований. Также существует возможность найти конкретного участника и посмотреть его результаты на всех соревнованиях, на которых он участвовал.



Войти

Поиск по спортсмену

Данная форма позволяет произвести поиск по базе данных спортсменов, для того, чтобы узнать информацию о спортсмене, результатах и выступлениях.

Фамилия

Имя

Отчество

Сбросить

Показать

База данных спортсменов и результатов

ИМЯ	ДЕНЬ РОЖДЕНИЯ	КАТЕГОРИЯ
Петров Иван Иванович Томская область	May 2, 2019	1
Васин Олег Валерьевич Московская область	May 1, 2019	2
Васин Олег Валерьевич Московская область	May 1, 2019	2

Рисунок 4.5 - Веб-приложение

5 Заключение

В ходе выполнения проекта по созданию системы судейства для соревнований по гиревому спорту были изучены беспроводные протоколы передачи данных, такие как Wi-Fi, LoRa, ZigBee, Bluetooth, NB-IoT, СТРИЖ. Разработан прототип системы судейства для соревнований по гиревому спорту.

Список использованных источников

1 ОС ТУСУР 01-2013 Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления [Электронный ресурс] / Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники - 2013 - Режим доступа: https://regulations.tusur.ru/storage/58109/obrazovatelnyy_standart_vuza_os_tusur_01-

2013_raboty_studencheskie_po_napravleniyam_podgotovki_i_spetsialnostyam_tekhnicheskogo_profilya_obschie_trebovaniya_i_pravila_oformleniya.pdf?1490862364 (дата обращения: 20.05.2019).

2 MSTN-M100. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://mstn.info/> (дата обращения: 14.02.2019).

3 RAK811. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.compel.ru/2018/12/05/rak811-byudzhetnyiy-lora-modul-dlya-interneta-veshhey> (дата обращения: 14.04.2019).

4 Orange Pi. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://orangepi.su/> (дата обращения: 15.04.2019).

5 Wi-Fi [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iot.ru/wiki/wi-fi> (дата обращения: 7.03.2019).

6 ZigBee [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iot.ru/wiki/zigbee> (дата обращения: 7.03.2019).

7 СТРИЖ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://strij.tech/wp-content/download/docs/strij-vs-lora.pdf?utm_source=robot-auto-answer&utm_medium=email&utm_campaign=download-brochure-strij-vs-lora&utm_content=brochure-download&utm_term=button-brochure (дата обращения: 5.03.2019).

8 LoRa [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lo-ra.ru> (дата обращения: 7.03.2019).

9 NB-IoT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://r->

iot.org/2019/01/20/nb-iot-интернет-вещей-на-базе-сотовых-вышек/ (дата обращения: 7.03.2019).

Приложение А

(Обязательное)

Функциональная схема проекта системы судейства для соревнований по гиревому спорту

На рисунке А.1 представлена функциональная схема одного узла (судейский пульт, монитор).

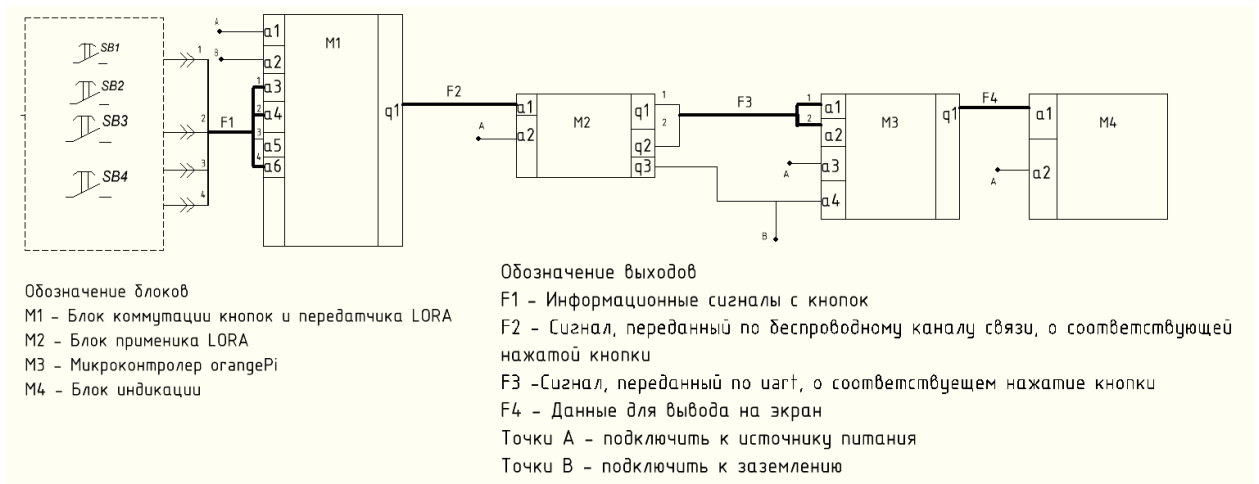


Рисунок А.1 - Функциональная схема