

Командный практический тур

Задания заключительного этапа Олимпиады кодировать НТИ по профилю «Умный город» отвечают высокому уровню техники и технологий, учитывают уровень технологического развития российского и мирового общества, а также несут образовательный контекст.

Информационные ресурсы и средства коммуникации

Для обеспечения эффективной работы над финальным заданием в условиях распределенного формата, предусмотрено использование следующих ресурсов:

- Информационный канал в Telegram: <https://t.me/smartcityolimp>.
- Групповые чат в Telegram: <https://t.me/joinchat/SumlMn09vbK34Iso>.
- Видео-конференции: <https://zoom.us/j/4835534669>.
- Сервер в Discord: <https://discord.gg/EzdXH8Azry>.
- Работа с макетами для выполнения задания: ssl.tpu.ru.
- Хранение артефактов на платформе <https://drive.google.com>.

(Примечание: каждой команде 1 марта будет настроен доступ к персональной папке. За предоставление материалов позже времени, указанного в расписании, предусмотрено начисление штрафных баллов. Доступ к папке будет закрываться на следующий день в 8-30 по Томскому времени).

Требования к команде в условиях распределенного финала

- Навыки проектирования, сборки и пусконаладки электронных схем и устройств;
- Программирование микроконтроллера Arduino;
- Умение работать с технической документацией;
- Владение английским для чтения технической документации по тематике;
- Навыки тестирования и отладки программ;
- Моделирование, конструирование, инженерные испытания;
- Основы веб-программирования (HTML/HTML5, Websockets);
- Работа в команде, распределение ролей.

Ориентировочный состав команды — 4-5 человек:

- Программист электронных устройств;
- Программист веб-систем (1-2 человека);
- Программист взаимодействия электронных устройств (тестировщик);
- Архитектор/проектировщик электронных схем;
- Тим-лидер (совмещение с любой ролью).

Требования к рабочему месту участника

- Скорость Интернета — 2 Мбит/с;

- Характеристики ПК: Intel CoreI3 4100, Ram 4GB, его аналог или более мощные/современные модели, предпочтительная диагональ экрана — не менее 14 дюймов (оптимально 14/15,6/17);
- Наличие камеры, микрофона, наушников в рабочем состоянии.

Оборудование и программное обеспечение

Необходима предварительная установка следующего программного обеспечения:

- Cisco AnyConnect (инструкция по ссылке <https://drive.google.com/drive/folders/1twJVlsPqKiBa9l23AGRm-fV6QETlUeUj?usp=sharing>);
- Клиент удаленного рабочего стола (продолжение инструкции);
- Программный комплекс открытым исходным кодом, предназначенный для разработки электрических схем и печатных плат (например, Fritzing или KiCAD).

Описание задачи финала

В 2019 году администрацией Томской области анонсирован проект «Большой университет», объединяющий научные и образовательные мощности вузов города. Чтобы создать для студентов условия комфортного проживания на период обучения, требуется строительство нового кампуса, способного удовлетворить запросы проживающих. «Кампус на Левобережье» — подпроект «Большого университета», для реализации которого администрацией Томской области объявлен конкурс «Лучший кампус». Каждая команда-участник данного конкурса, являющаяся финалистом профиля «Умный город», представляет концепт кампуса, включающий следующие элементы:

1. Учебный корпус, отвечающий современным требованиям безопасности и цифровизации;
2. Жилые дома для сотрудников, удовлетворяющие требования безопасности;
3. Детский сад для детей сотрудников с поддержанием оптимальных условий микроклимата, пожарной безопасности и контролем доступа;
4. Цифровизацию городской инфраструктуры в области уличного освещения и паркинга;
5. Администрирующий орган, гарантирующий контроль и бесперебойную работу систем внутри кампуса.

Участники конкурса «Лучший кампус» должны решить комплексную задачу цифровизации и автоматизации городской инфраструктуры, включающую два основных направления: электроника, программирование. Более подробные требования будут представлены ниже.

Электроника

По направлению «Электроника» каждой команде будут необходимо реализовать ряд подзадач, используя набор электронных модулей и устройств.

Каждая команда вправе включить в проект весь перечень комплектующих, од-

нако, нужно четко представлять принцип работы выбранного устройства и иметь понимание того, как оно будет интегрировано в общую архитектуру. Для успешного выполнения задания команда должна обладать следующими знаниями и навыками:

- основы электротехники, включая закон Ома, принципы действия базовых электронных компонентов;
- навыки проектирования и оформления электронных схем.

Программирование микроконтроллеров

Команда разрабатывает, реализует и отлаживает на удаленном макете алгоритм управления микрорайоном в соответствии с заданием. Основными блоками работ являются: взаимодействие с датчиками, управление исполнительными механизмами и устройствами отображения информация, взаимодействие по радиointерфейсам с внешними системами.

Разработка программы ведется удаленно, полученный код загружается в макет через удаленный рабочий стол. Процесс отладки программы сопровождается взаимодействием участников с организаторами, курирующими макет, по видеосвязи. В качестве среды передачи данных используется сеть LoRaWAN, базовая станция будет развернута на площадке проведения мероприятия.

Создание локальной информационной веб-страницы

Помимо отправки данных на DashBoard через сеть LoRaWAN, участникам предлагается разработать локальную (только для собственного микрорайона) веб-страницу (сервер) для отображения информации, доступной и полезной для всех жителей микрорайона.

Детальное описание задачи

Выполнение заданий заключительного этапа Олимпиады КД НТИ по профилю «Умный город» состоит из следующих направлений:

- электронная инженерия;
- программирование нижнего уровня;
- программирование сетевого взаимодействия.

В каждом задании необходимо обеспечить верную логику работы электронных систем, описание которых представлено далее. Командам будет предоставлен доступ к макету микрорайона, представленному на рисунке [III.2.1](#), к которому не подключена электронная часть. Сам макет состоит из трех зданий и парковки, которые размещаются на специальной площадке.

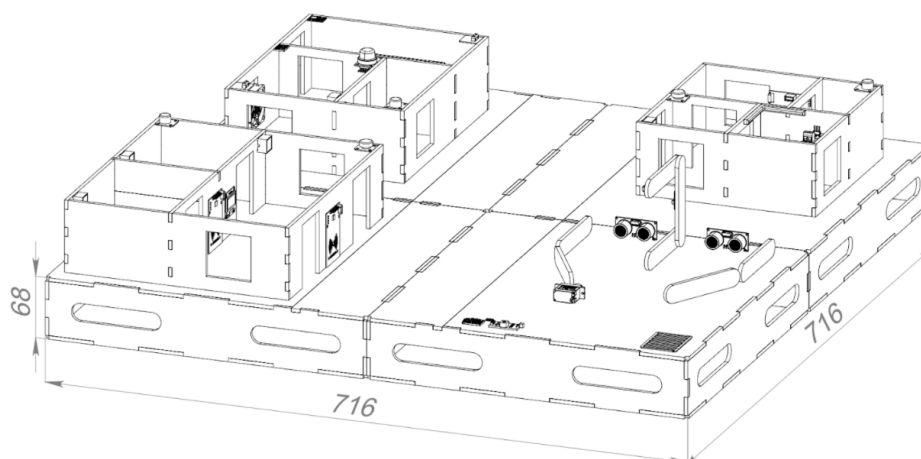


Рис. III.2.1: Макет проектируемого микрорайона

Все датчики расположены и жестко зафиксированы на макете организаторами, но не подключены к микроконтроллерам. Участникам необходимо самостоятельно составить принципиальную схему для всех частей макета в любой из предложенных программ (Fritzing, KiCAD), и отправить организаторам для сборки. Организаторы проверяют схемы только на предмет отсутствия аварийных ситуаций, которые могут возникнуть при подаче питания на электронную часть и не несут ответственность за некорректное подключение участниками сигнальных выводов датчиков и исполнительных механизмов.

Задание «Университет»

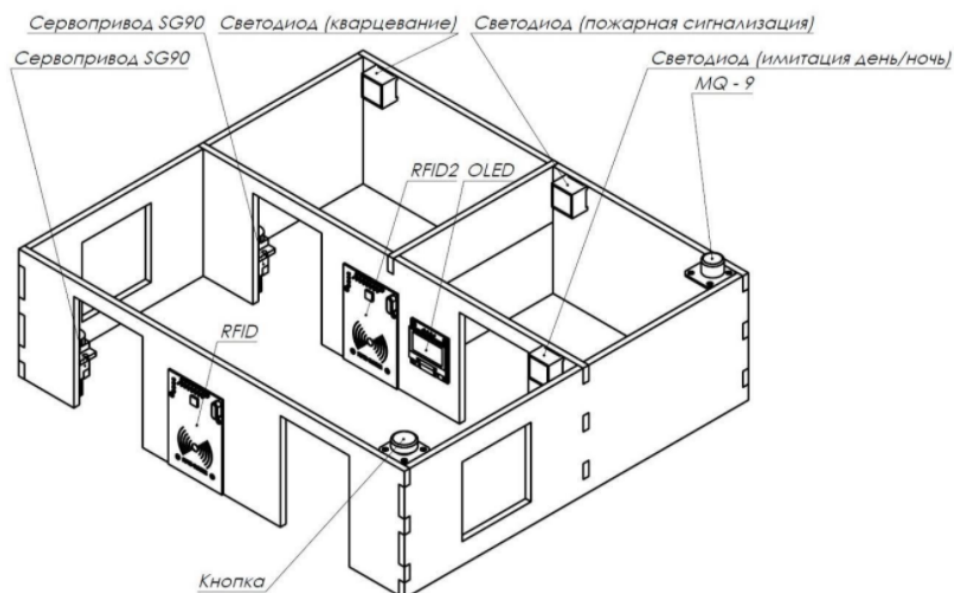


Рис. III.2.2: Макет университета

Список задач:

1. Обеспечение безопасности в здании за счет введения пропускного режима. В здании действует две категории карт: «студент» и «сотрудник». Необходимо

обеспечить блокировку пропусков студентов в ночное время. Демонстрации смены времени суток осуществляется с помощью светодиода и кнопки (при однократном нажатии на кнопку происходит смена времени суток — день/ночь, в случае дня — светодиод горит, ночи — выключен).

2. Открытие аудиторий осуществляется только по картам сотрудников. При этом у контрольно-пропускного пункта на OLED-дисплее выводится ФИО сотрудника, открывшего аудиторию.
3. Кварцевание закрытой аудитории (т. е. в отсутствие людей в аудитории). Система кварцевания имитируется с помощью светодиода.
4. Обеспечение пожарной безопасности здания. При обнаружении пожара (уровень угарного газа выше 100 ppm) сигнал автоматически отправляется на городской сервер, при этом в самом здании срабатывает сигнализация, которая имитируется миганием светодиода.

Таблица III.2.1: Список комплектующих для выполнения задания «Университет»

Номер задания	Наименование	Количество на команду	Общее количество
1	Кнопка (Тройка-модуль)	1	9
1,3,4	Светодиод + резистор	3	27
1,2	RFID-RC522 + карта	2	18
	Микросервопривод Feetech FS90	2	18
2	OLED-дисплей (Тройка-модуль)	1	9
4	Датчик горючих и угарного газов MQ-9 (Тройка-модуль)	1	9

Задание «Частный дом»

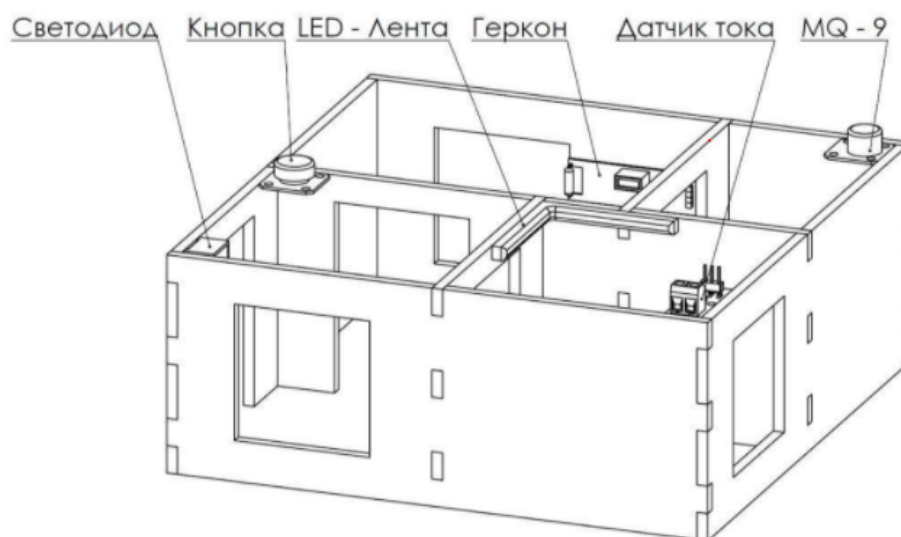


Рис. III.2.3: Макет частного дома

Список задач:

- Автоматический подсчет электроэнергии.
- Автоматический подсчет водоснабжения.
- Реализация системы оповещения при выходе из дома (при выходе из дома нажимается кнопка) о незакрытых окнах. Если окна закрыты, то после нажатия кнопки светодиод загорается на время от 2 секунд, после чего гаснет.
- Обеспечение пожарной безопасности здания. При обнаружении пожара (уровень угарного газа выше 100 ppm) сигнал автоматически отправляется на городской сервер, при этом в самом здании срабатывает сигнализация, которая имитируется миганием светодиода.

Таблица III.2.2: Список комплектующих для выполнения задания «Частный дом»

Номер задания	Наименование	Количество на команду	Общее количество
1	Датчик тока (Тройка-модуль)	1	9
	Белая светодиодная лента, 12V	1	9
2	Погружная помпа с трубкой АМР-Х157	1	9
	Датчик потока воды АМР-Х202	1	9
	Резервуар	1	9
3	Кнопка (Тройка-модуль)	1	9
	Модуль магнитного датчика на герконе и компараторе LM393	1	9
	Магнит П-05-05-05-N параллелепипед 5 мм	1	9
4	Датчик горючих и угарного газов MQ-9 (Тройка-модуль)	1	9
	Светодиод + резистор	1	9

Примечание: под подсчетом электроэнергии (мА/с) и водоснабжения (л/мин) подразумевается сбор показаний с датчиков измерения через равные интервалы времени (периодичность сбора данных составляет от 1 до 2 секунд), с последующим усреднением за интервал от 5 до 10 секунд и отправкой усредненного значения на общий городской сервер (Dashboard при помощи модуля LoRa).

В процессе защиты организаторы будут случайным образом изменять параметры датчиков для подтверждения корректности измерения требуемых параметров.

Задание «Детский сад»

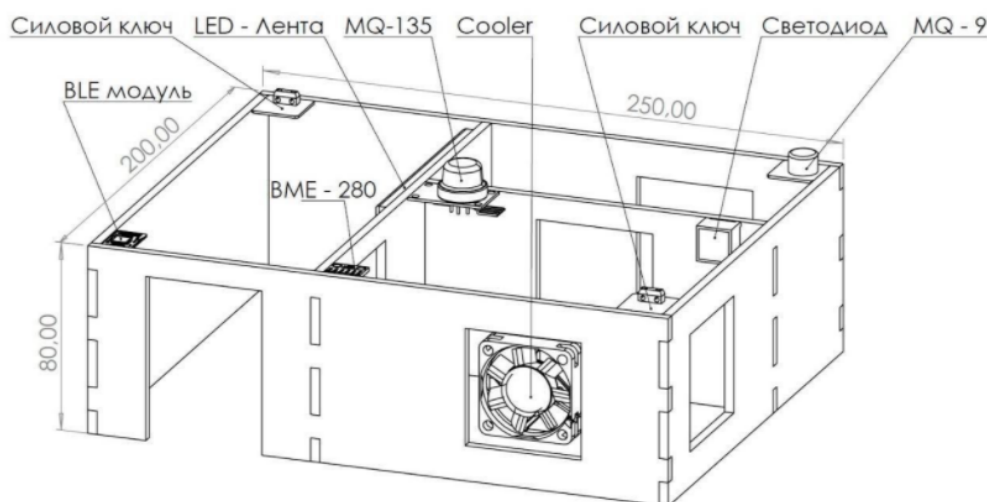


Рис. III.2.4: Макет детского сада

Список задач:

1. Реализация системы оповещения о выходе воспитанника за пределы на двух уровнях. Первый уровень — внутри границ микрорайона (значение силы сигнала до 50), второй — за пределами макета (значение силы сигнала от 70 и выше). Сигнал отправляется на городской сервер (DashBoard) по сети LoRaWAN.
2. Автоматическое регулирование уровня освещенности до 350 лк (включение и регулировка освещенности начинается с цифрового значения 600 о.е. и ниже) в помещениях с учетом изменения освещенности на улице.
3. Обеспечение оптимальной температуры и влажности согласно СНиП (при превышении температуры 28 градусов Цельсия и влажности 60%). При превышении допустимых значений осуществляется запуск системы вентиляции.
4. Поддержание уровня CO2 менее 1000 ppm. При превышении допустимых значений осуществляется запуск системы вентиляции.
5. Обеспечение пожарной безопасности здания. При обнаружении пожара (уровень угарного газа выше 100 ppm) сигнал автоматически отправляется на городской сервер, при этом в самом здании срабатывает сигнализация, которая имитируется миганием светодиода.

Таблица III.2.3: Список комплектующих для выполнения задания «Детский сад»

Номер задания	Наименование	Количество на команду	Общее количество
1	Bluetooth Low Energy (Тройка-модуль)	1	9
1	Брелок-локатор Bluetooth Mobylos	1	10
2,3,4	Силовой ключ N-Channel v3 (Тройка-модуль)	2	9
	Белая светодиодная лента, 12V	1	9
3	Датчик температуры и влажности BME280 I2C	1	9
3,4	Вентилятор 30x30, 5V	1	9
4	Датчик углекислого газа MQ-135 (Тройка-модуль)	1	9
5	Датчик горючих и угарного газов MQ-9 (Тройка-модуль)	1	9
	Светодиод + резистор	1	9

Задание «Городская среда»

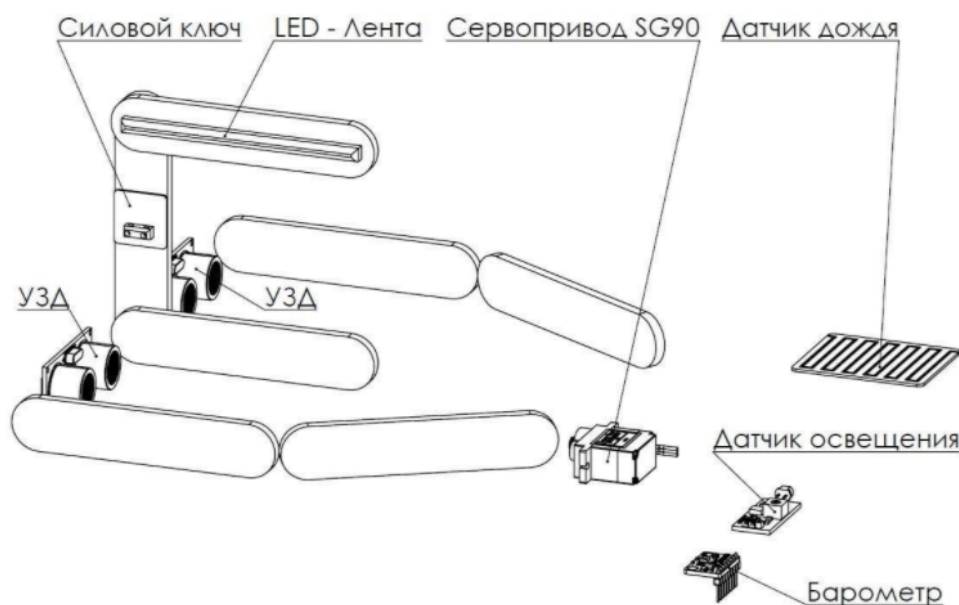


Рис. III.2.5: Макет парковки в рамках задания «Городская среда»

Список задач:

1. Автоматическое включение уличного освещения в ночное время (включение освещения производится при цифровом значении освещенности 400 о.е. и ниже).
2. Обеспечение мониторинга парковки. Занятость каждого места отслеживается с помощью датчика расстояния. Заезд на парковку возможен только при наличии свободных мест, в противном случае закрывается шлагбаум.

3. Обеспечение жителей актуальным прогнозом погоды. Мониторинг погоды (температура, давление, осадки) в реальном времени и отправка данных на локальную информационную веб-страницу.

Таблица III.2.4: Список комплектующих для выполнения задания «Городская среда»

Номер задания	Наименование	Количество на команду	Общее количество
1	Датчик освещенности (Тройка-модуль)	1	9
	Силовой ключ N-Channel v3 (Тройка-модуль)	1	9
	Белая светодиодная лента, 12V	1	9
2	Микросервопривод Feetech FS90	1	9
	Ультразвуковой дальномер HC-SR04	2	18
3	Барометр v2 (Тройка-модуль)	1	9
	Датчик дождя MH-RD с контроллером	1	9

Задание «Администрация»

Администрация представляет собой частный сервер и собирает показания со всего микрорайона, обрабатывает их и отправляет на общий городской сервер (DashBoard).

При разработке электронной части микрорайона подразумевается использование трех микроконтроллеров: один выступает в качестве частного сервера — выполняет сбор данных с двух других контроллеров и осуществление связи с общим городским сервером (Dashboard при помощи модуля LoRa), а также используется для выполнения задания «Городская среда». Оставшиеся микроконтроллеры отводятся для основных управляющих устройств в зданиях (одна плата Arduino отводится для задания «Университет», вторая плата — для выполнения заданий «Детский сад» и «Частный дом»).

На общий городской сервер (DashBoard) отправляется следующая информация:

1. Информация о присутствии ребенка на территории детского сада:
2 уровня оповещения;
2. Информация о возникновении пожара в одном из зданий микрорайона: «администрация» определяет здание с пожаром и отправляет его название на городской сервер;
3. Информация о количестве потребляемой электроэнергии;
4. Информация о количестве потребляемой воды;

Задание «Локальная информационная веб-страница»

В рамках данной задачи необходимо создать информационный веб-сервер микрорайона для отображения информации о давлении, температуре и наличии дождя на улице. Всю необходимую информацию необходимо получать с датчиком, расположенных на макете по средствам отладочных плат Arduino.

В качестве среды проектирования участникам будет предоставлена заранее установленная программа Visual Studio. При необходимости участники могут установить необходимое программное обеспечение после согласования с организаторами.

Любая дополнительная информация, которую участники считают нужным отобразить на веб-странице, не будет учтена при подсчете итоговых баллов (связанных с созданием информационной веб-страницы), но позволит при защите продемонстрировать работоспособность используемых модулей.

Задание «Передача данных на инфопанель»

В рамках задачи участникам необходимо передавать телеметрию (температуру, etc.) на инфопанель ThingsBoard. Отправка данных осуществляется через сеть LoRaWAN с помощью модема.

При авторизации модема и базовой станции модем связывается с виртуальным устройством ThingBoard (далее — tb-устройство). После успешной авторизации данные, передаваемые модемом на базовую станцию, транслируются MQTT-брокеру demo.thingsboard.io:1883. Topic MQTT-подключения статичный, username задается организатором и связан с DevEUI устройства.

Участникам выдаются DevEUI, AppEUI и AppKey устройства для подключения к базовой станции LoRaWAN, ссылка доступа к инфопанели.

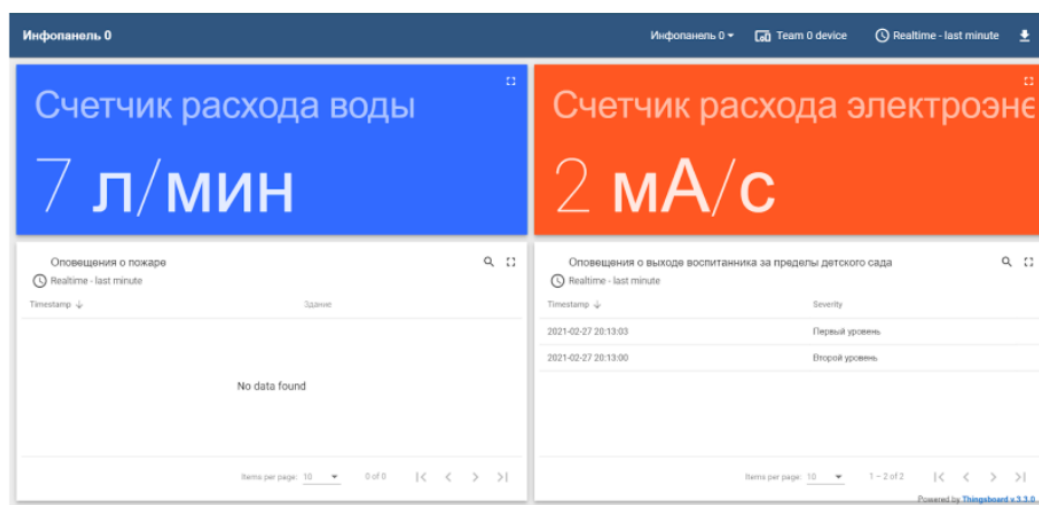


Рис. III.2.6: Пример внешнего вида инфопанели

По просьбе участников организаторы могут привязать DevEUI участников к другому tb-устройству с целью отладки, для этого участникам необходимо сообщить требуемый Access Token устройства. Перед защитой или по запросу участников к DevEUI будет привязан прежний токен.

Для передачи данных на предоставленную организаторами инфопанель требуется использовать JSON со следующими ключами:

- water: числовой, показания счетчика воды;
- electricity: числовой, показания счетчика электроэнергии;
- birning_building: строковый, оповещение о пожаре в здании (название здания: «university», «kindergarten», «house»);

- escape: числовой, оповещение о побеге из детского сада (следует передать 0 в случае нахождения в пределах микрорайона, 1 — вне его).

Требования к оформлению схем

В ходе работы, участникам предстоит проектировать схемы. Участники могут сами выбирать, в какой программе они будут работать. Организаторами предлагается программа KiCAD версии 5.1.9. Схемы должны быть оформлены в единой стилистике, для этого участникам представлен пример оформления элементов схемы, для создания собственной библиотеки компонентов.

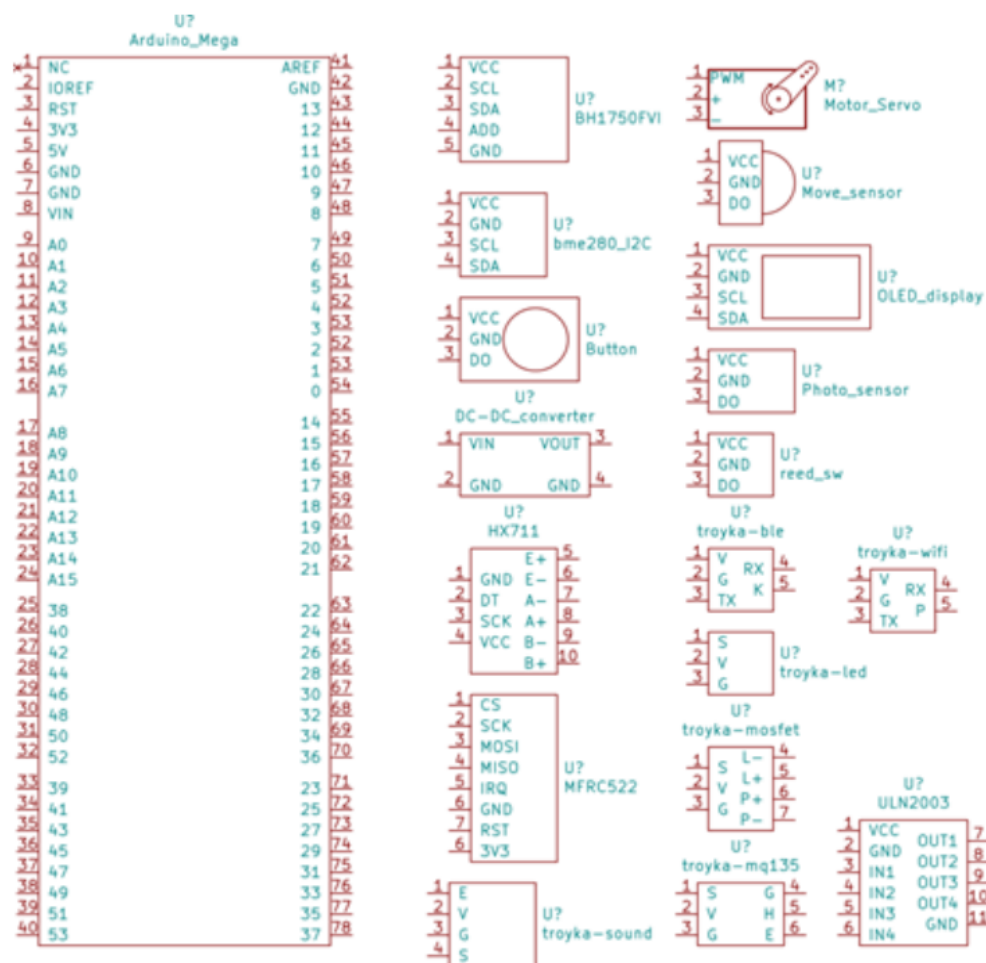


Рис. III.2.7: Пример оформления компонентов схемы

Важным критерием для собственной библиотеки является узнаваемость компонентов. Необходимым и достаточным условием для этого является сохранение названий модулей, названий выводов. Очертания модулей носят рекомендательный характер. Если в модуле присутствует джампер — на схеме необходимо указать его положение (наличие/замкнутое состояние или отсутствие/разомкнутое состояние).

Система питания и распределение Shield-дополнений к платам Arduino

Для обеспечения питания макета используются следующие преобразователи энергии:

1. Адаптер питания 12 В, 2 шт.
2. DC-DC преобразователи:
 - DC-DC настраивается на 5 В: питание сервомоторов, помпы, вентилятор;
 - Два DC-DC настраиваются на 6-7 В: питание одной платы Arduino с модулем LoRaWAN и питание двух оставшихся плат Arduino.

Для удобной работы с платами Arduino будут использованы следующие Shield и макетные платы:

1. Mega Sensor Shield V2.0 — плата Arduino для заданий «Детский сад» и «Частный дом»;
2. Troyka Shield + макетная плата 400 точек — плата Arduino для задания «Университет»;
3. Troyka Shield + Shield с модемом LoRa — задание «Городская среда» и «Администрация».

Полный перечень необходимых материалов, сырья и комплектующих

Таблица III.2.5: Перечень элементной базы подсистемы проектирования

Наименование	Количество на команду	Общее количество
Arduino Mega 2560	3	27
Lora Shield v1.3 с антенной	1	9
Mega Sensor Shield V2.0	1	9
Troyka Shield	2	18
Кабель USB (A — B)	3	27
Макетная плата (400 точек)	1	9
Блок питания 12V 2A	2	18
Понижающий DC-DC преобразователь на LM2596	3	27
Гнездо питания 2.1×5.5 с клеммником	2	18
Штекер питания 2.1×5.5 с клеммником	3	27

Таблица III.2.6: Полный перечень элементной базы для макета микрорайона

Наименование	Количество на коман- ду	Общее ко- личество
Кнопка (Тройка-модуль)	2	18
Светодиод + резистор	5	45
RFID-RC522 + карта	2	18
Микросервопривод Feetech FS90	3	27
OLED-дисплей (Тройка-модуль)	1	9
Датчик горючих и угарного газов MQ-9 (Тройка-модуль)	3	27
Bluetooth Low Energy (Тройка-модуль)	1	9
Брелок-локатор Bluetooth Mobylos	1	9
Силовой ключ N-Channel v3 (Тройка-модуль)	3	27
Белая светодиодная лента, 12V	3	27
Датчик температуры и влажности	1	9
BME280 I2C	1	9
Вентилятор 30x30, 5V	1	9
Датчик углекислого газа MQ-135 (Тройка-модуль)	1	9
Датчик тока (Тройка-модуль)	1	9
Датчик потока воды AMP-X202	1	9
Резервуар	1	9
Погружная помпа с трубкой AMP-X157	1	9
Модуль магнитного датчика на герконе и компараторе LM393	1	9
Магнит П-05-05-05-N параллелепипед 5 мм	1	9
Датчик освещенности (Тройка-модуль)	1	9
Ультразвуковой дальномер HC-SR04	2	18
Барометр v2 (Тройка-модуль)	1	9
Датчик дождя MH-RD с контроллером	1	9

Также за каждой командой закреплен физический макет микрорайона, находящийся на площадке организаторов, и ПК, обеспечивающий связь команды с макетом. Общекомандным ресурсом является базовая станция LoRaWAN (Beta BC-1.2).

Описание предполагаемого решения командного задания практического этапа

Задания заключительного этапа Олимпиады НТИ по профилю «Умный город» отвечают высокому уровню техники и технологий, учитывают уровень технологического развития российского и мирового общества, а также несут образовательный контекст.

Описание заданий

Командам предстояло решить задачу сбора данных с моделей объектов городской инфраструктуры и реализовать логику обработки данных. Задача состояла из нескольких параллельно-последовательных подзадач:

1. Электронная инженерия.
2. Программирование нижнего уровня.
3. Визуализация и анализ данных.

Каждая из указанных подзадач, взаимосвязь которых показана на рисунке III.2.8, представляла из себя последовательность инженерно-технических и творческих действий, выполнение которых приводило к конкретному результату, на основе которого определялась команда-победитель профиля.

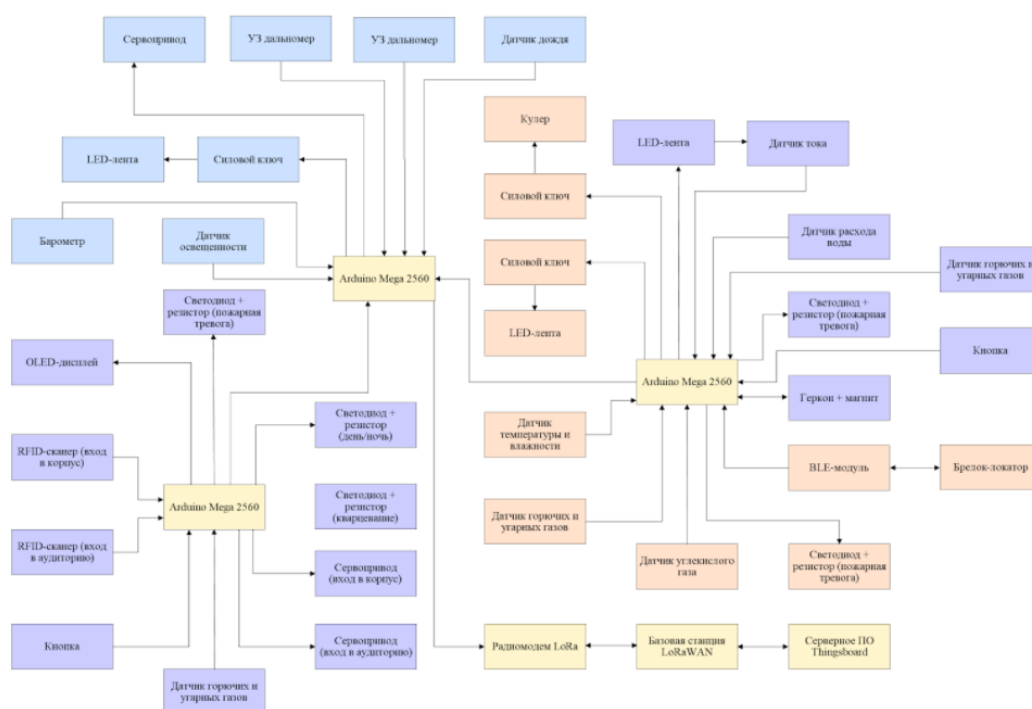


Рис. III.2.8: Взаимосвязь подзадач

Рекомендации по работе с радиомодемами LoRa и сетью LoRaWAN

Требования к панели управления

Организаторы олимпиады обеспечивали всю необходимую инфраструктуру для доставки данных от объекта до панели управления, в качестве которой использовалась платформа Thingsboard.

На рис. III.2.8 показана структура взаимодействия. Рассмотрим коротко, как работает система передачи данных. В месте работы команд была развернута частная радиосеть LoRaWAN, с помощью которой данные сначала поступают до базовой станции, расположенной в том же здании, после чего они транслируются по технологии

Websockets на промежуточный сервер. Далее, с помощью специально разработанной утилиты, данные преобразуются в протокол MQTT, и поступают на целевой сервер Thingsboard.

Для реализации логики взаимодействия по LoRaWAN-сети рекомендуется использовать библиотеку LMIC [4].

Создание персональной панели управления

Алгоритм построения панели управления сводится к следующему:

1. Регистрация в системе Thingsboard по адресу: <https://cloud.thingsboard.io/signup>.
2. Изучение системы Thingsboard.
3. Добавление устройства и виджета (виджетов).
4. Создание собственного дашборда.
5. Тестирование дашборда с помощью инструмента MQTT Vox.
6. Тестирование передачи реальных данных.

За отведенное время командам требовалось ознакомиться с системой и построить так называемый виджет или набор виджетов, которые отображают состояние физического объекта.

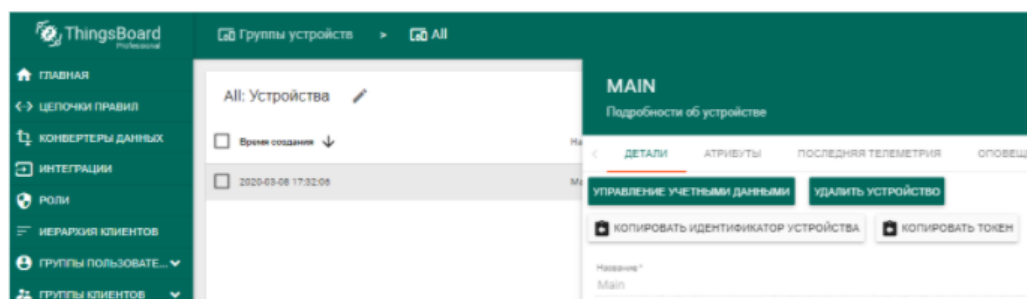
Тестирование обмена с панелью управления с помощью MQTT Vox

Основная цель, с которой организатор предлагал проводить предварительные тесты с инструментом MQTT Vox — более четко усвоить принцип действия всей системы передачи данных, а также сэкономить время, пока разрабатывается ПО нижнего уровня.

Итак, MQTT Vox позволяет проверить полноценный обмен данными между панелью управления и конечным устройством. В качестве конечного устройства в данном случае выступает клиент MQTT, запущенный локально на компьютере. Панель управления, как в случае имитации процесса передачи данных, так и в случае реального трафика выступает в роли MQTT-брокера. Брокером в контексте протокола MQTT называется программа, развернутая на удаленном сервере, и выполняющая роль маршрутизатора сообщений между конечными устройствами и средством визуализации и отображения информации.

Ниже показаны параметры подключения MQTT-клиента к брокеру, красным подчеркнуты ключевые параметры настройки MQTT-клиента:

При тестировании индивидуальных панелей управления поля **Username** и **MQTT client ID** должны быть заполнены собственными данными, которые генерирует система Thingsboard, как показано на рисунке ниже:



Идентификатор устройства соответствует полю MQTT client ID, а **токен** — полю **Username**.

Для того, чтобы панель корректно восприняла отправленные с конечного устройства данные, требуется соблюдать определенный формат — JSON. Ниже приведен пример отправки на сервер уровня CO2:

```
{ 'co2': '1500' }
```

Первым передается ключ параметра, вторым — его значение. Допускается отправка нескольких значений в одной транзакции, при этом поля разделяются запятыми.

Работа с общей панелью управления

Конечной целью работы по направлению «веб-технологии» является отправка данных с каждого объекта в общую панель управления. Ниже приведен внешний вид панели управления с различными виджетами:



В таблице III.2.7 приведены данные для отправки данных и соответствующих команд запроса значений:

Таблица III.2.7: Данные для доступа к общей панели управления

Тип объекта	Ключ параметра	Тип данных	Команда запроса значений
Уровень CO2	co2	Числовой	UpdateCO2
Уровень CO	co2	Числовой	UpdateCO
Расходомер электричества	energy	Числовой	UpdateEnergy
Расходомер воды	water	Числовой	UpdateWater
Температура	temperature	Числовой	UpdateMeteo
Влажность	humidity	Числовой	UpdateMeteo
Атмосферное давление	pressure	Числовой	UpdateMeteo
Индикатор присутствия ребенка	kids_here	Логический	UpdateSafety

Требования к командам

Ниже приведены требования к составу и компетенциями команд, участвующих в заключительном этапе Олимпиады КД НТИ:

- Умение работать с платформой Thingsboard.
- Понимание протокола MQTT.
- Навыки проектирования, сборки и пусконаладки электронных схем и устройств.
- Программирование платформы Arduino.
- Умение работать с технической документацией.
- Владение английским языком для чтения технической документации.
- Основы веб-программирования (HTML/HTML5, Websockets).
- Работа в команде, распределение ролей.

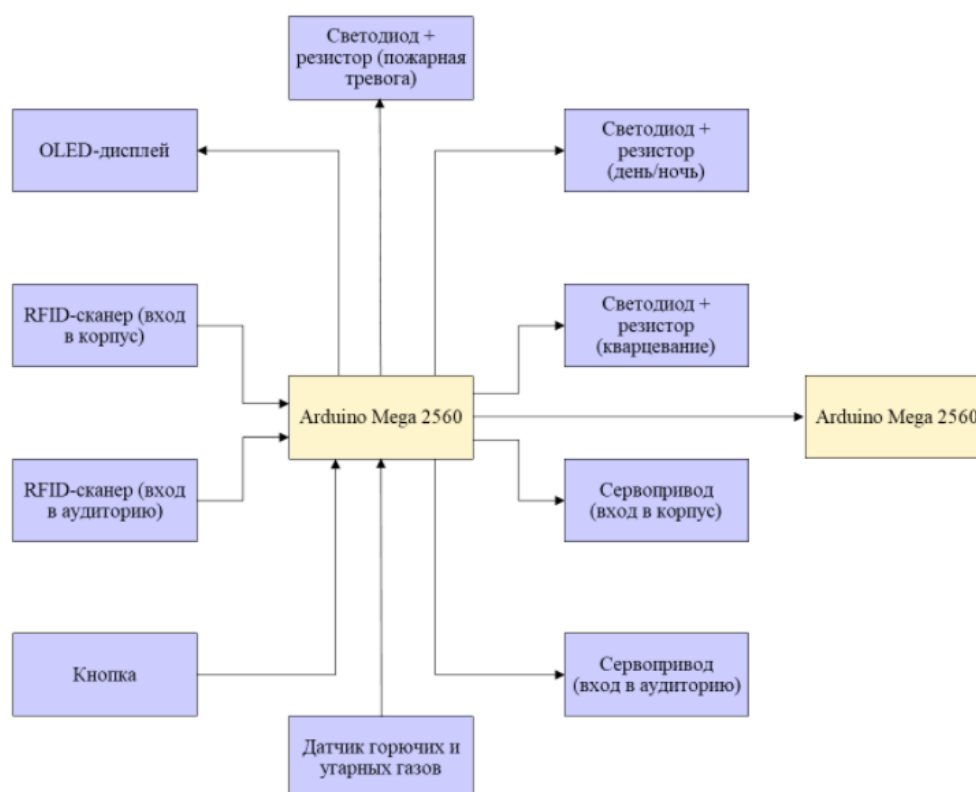
Ориентировочный состав команды — 4-5 человек:

- 1 программист электронных устройств;
- 1-2 программиста веб-систем;
- 1 программист взаимодействий электронных устройств;
- 1 архитектор/проектировщик электронных схем;
- 1 тим-лидер (совмещение с любой ролью).

Задание «Университет»

Аппаратная архитектура и схема подключения

Ниже показана функциональная схема, в соответствии с которой требовалось разработать принципиальную схему и реализовать проект:



Электроснабжение схемы, включая все ее элементы, в данном проекте допускается обеспечить штатным (встроенным в Arduino) преобразователем, поскольку существенной нагрузки не предусмотрено.

Управляющая программа

Алгоритм работы программы устройства должен быть построен следующим образом:

1. Подключаются библиотеки, объявляются необходимые переменные, константы и классы.
2. При старте программы производится инициализация портов ввода/вывода, конфигурируется библиотека LMIC, привязываются соответствующие выводы SPI Arduino, настраиваются параметры соединения (адрес конечного устройства, ключ сети и идентификатор сети), предоставленные организатором.
3. В основном цикле непрерывно осуществляется взаимодействие с периферией:
 - Датчик CO: производится опрос датчика путем измерения напряжения на его выходе. Полученное значение конвертируется по известной формуле в содержание газа в воздухе, в единицах ppm. Полученное значение сохраняется в переменной и/или в структуре для последующей передачи на сервер и локального отображения на дисплее. Срабатывание пожарной сигнализации имитируется миганием светодиода.
 - RFID-сканер: один из сканеров отвечает за доступ в корпус: сотрудники могут заходить в любое время, студенты — только днем. Второй сканер отвечает за открытие аудитории только при считывании карты преподавателя. При возможности прохода происходит срабатывание сервоприво-

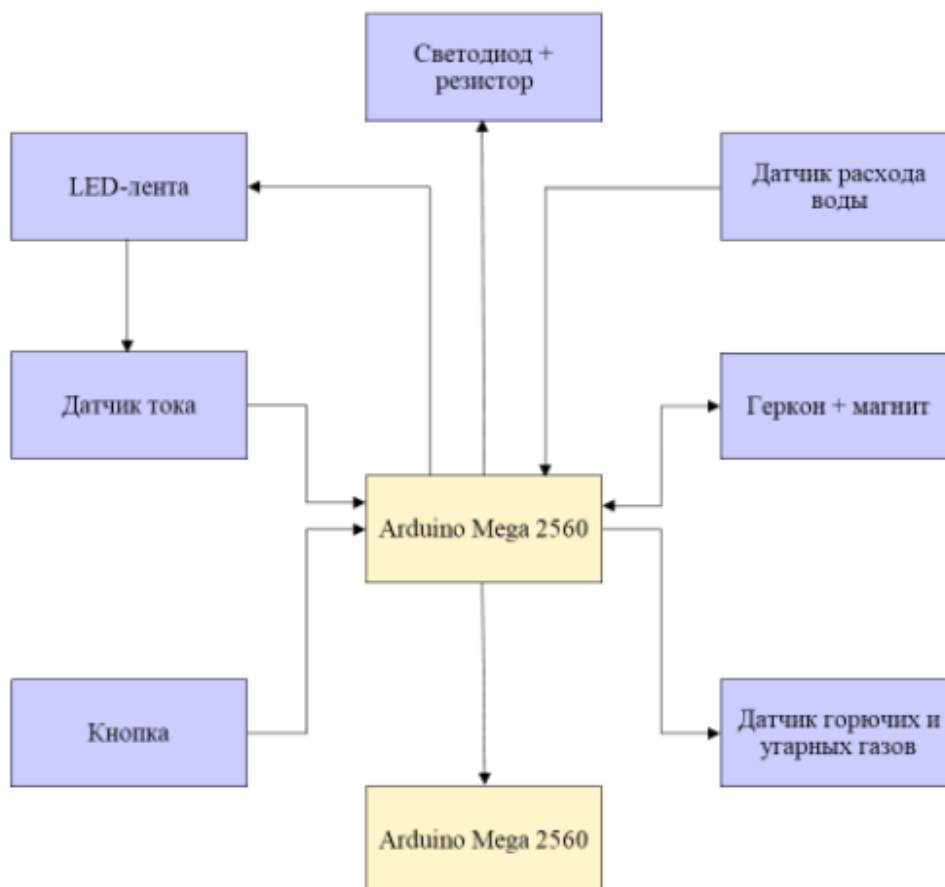
да, т.к. поднятие шлагбаума. Если в аудитории никого нет — срабатывает светодиод, имитирующий кварцевание.

- Кнопка: при срабатывании кнопки производится смена времени суток и загорание/затухание светодиода.
- OLED-дисплей: для отображения информации о сотруднике университета, занявшем аудиторию. Для этого рекомендуется использовать существующую библиотеку и с помощью ее методов передавать индикатору необходимую информацию.

Задание «Частный дом»

Аппаратная архитектура и схема подключения

Ниже показана функциональная схема, в соответствии с которой требовалось разработать принципиальную схему и реализовать проект:



Электропитание всех элементов схемы, за исключением помпы и светодиодной ленты, допускается обеспечить штатным (встроенным в Arduino) преобразователем. Светодиодная лента и помпа должны быть подключены к отдельному источнику питания 12 В/1 А.

Управляющая программа

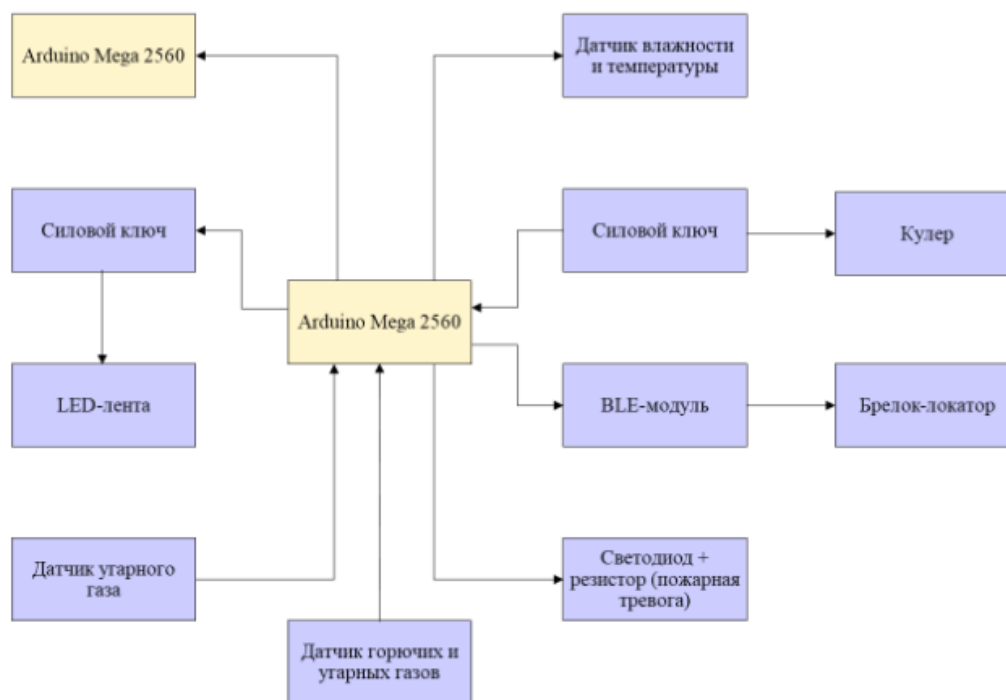
Алгоритм работы программы устройства должен быть построен следующим образом:

1. Подключаются библиотеки, объявляются необходимые переменные, константы и классы.
2. При старте программы производится инициализация портов ввода/вывода, конфигурируется библиотека LMIC, привязываются соответствующие выводы SPI Arduino, настраиваются параметры соединения (адрес оконечного устройства, ключ сети и идентификатор сети), предоставленные организатором.
3. В основном цикле непрерывно осуществляется взаимодействие с периферией:
 - Датчик тока: производится измерение значения тока, потребляемого светодиодной лентой, на основе аналогового выхода датчика. Полученное значение пересчитывается в потребляемую мощность (расход электроэнергии).
 - Датчик расхода воды: производится измерение показаний расхода жидкости, перекачиваемой помпой, на основе аналогового выхода датчика. Полученное значение пересчитывается в физический расход жидкости в литрах в единицу времени.
 - Кнопка: при нажатии кнопки происходит проверка системы «геркон-магнит». Если система замкнута — окна закрыты и можно выходить из дома — на 2 секунды происходит срабатывание светодиода.
 - Датчик СО: производится опрос датчика путем измерения напряжения на его выходе. Полученное значение конвертируется по известной формуле в содержание газа в воздухе, в единицах ppm. Полученное значение сохраняется в переменной и/или в структуре для последующей передачи на сервер и локального отображения на дисплее. Срабатывание пожарной сигнализации имитируется миганием светодиода.

Задание «Детский сад»

Аппаратная архитектура и схема подключения

Ниже показана функциональная схема, в соответствии с которой требовалось разработать принципиальную схему и реализовать проект:



Электропитание всех элементов схемы, за исключением светодиодной ленты и вентилятора, допускается обеспечить штатным (встроенным в Arduino) преобразователем. Светодиодная лента и кулер должны быть запитаны от источника питания 12 В/1 А.

Управляющая программа

Алгоритм работы программы устройства должен быть построен следующим образом:

1. Подключаются библиотеки, объявляются необходимые переменные, константы и классы.
2. При старте программы производится инициализация портов ввода/вывода, инициализация модуля Bluetooth, конфигурируется библиотека LMIC, привязываются соответствующие выводы SPI Arduino, настраиваются параметры соединения (адрес конечного устройства, ключ сети и идентификатор сети), предоставленные организатором.
3. В основном цикле непрерывно осуществляется взаимодействие с периферией:
 - Модуль Bluetooth: производится периодическая отправка AT-команды на сканирование радиоэфира и последующее ожидание ответа модуля. Ответ возвращается в виде списка обнаруженных устройств, включающего имя, MAC-адрес и уровень RSSI. Зная MAC-адрес метки (метка выдается организатором) и контролируя значение RSSI, программа принимает решение о том, находится ли метка в допустимом радиусе действия. Состояние (внутри зоны действия или снаружи) сохраняется в переменной и/или структуре и в последующем используется для передачи на сервер и управления зуммером. Допускается произвольное задание порогового значения RSSI. Значение RSSI должны усредняться в некотором окне.

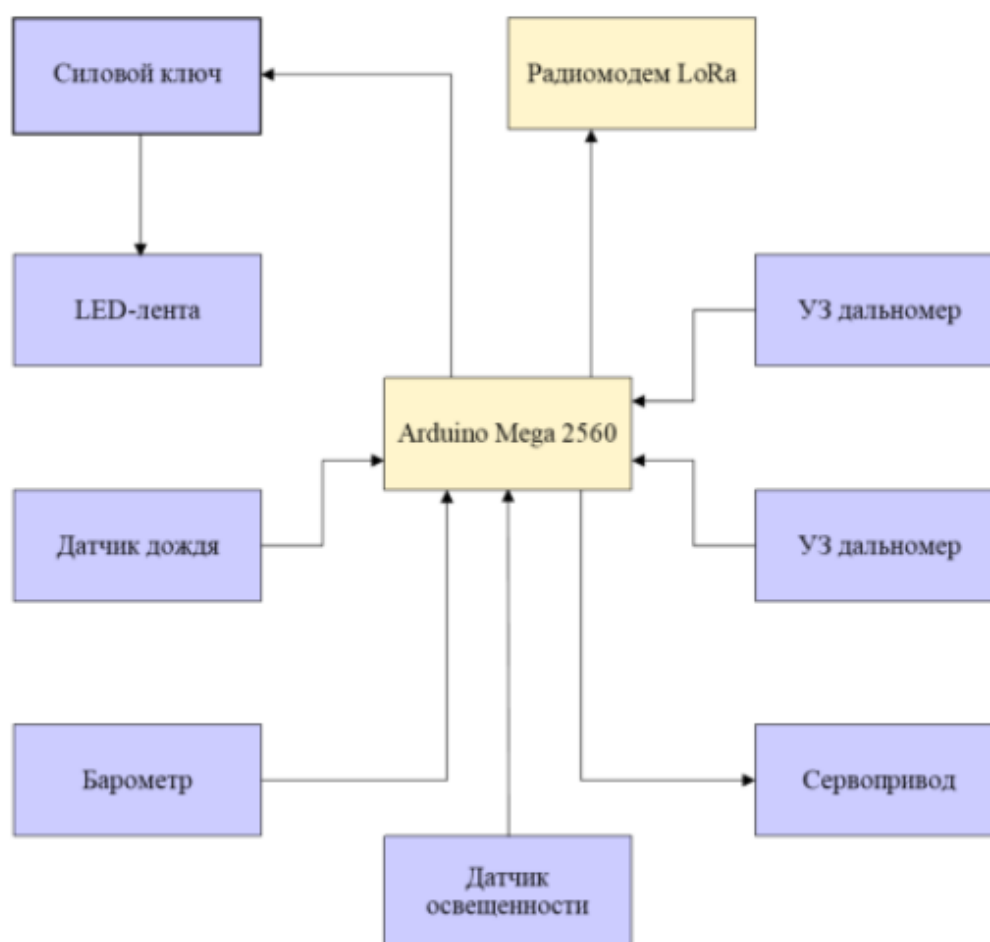
иначе возможны ложные срабатывания системы.

- Датчик температуры/влажности: производится опрос датчика DHT через специальный интерфейс, для чего рекомендуется использовать существующую библиотеку. Полученные значения сохраняются в переменных и/или в структуре для последующей передачи на сервер и локального отображения на дисплее.
- Датчик СО: производится опрос датчика путем измерения напряжения на его выходе. Полученное значение конвертируется по известной формуле в содержание газа в воздухе, в единицах ppm. Полученное значение сохраняется в переменной и/или в структуре для последующей передачи на сервер и локального отображения на дисплее. Срабатывание пожарной сигнализации имитируется миганием светодиода.
- Датчик СО2: производится опрос датчика путем измерения напряжения на его выходе. Полученное значение конвертируется по известной формуле в содержание газа в воздухе в единицах ppm. Полученное значение сохраняется в переменное и/или в структуре для последующей передачи на сервер и локального отображения на дисплее.
- Вентилятор: управление осуществляется выставлением высокого логического уровня, формирующего напряжение на ключе, с помощью которого коммутируется подача питания на вентилятор. Включение вентилятора должно быть привязано к превышению заданного произвольно порога температуры, влажности или уровня углекислого газа.

Задание «Городская среда»

Аппаратная архитектура и схема подключения

Ниже показана функциональная схема, в соответствии с которой требовалось разработать проект и принципиальную схему:



Электропитание всех элементов схемы, за исключением вентилятора, допускается обеспечить штатным (встроенным в Arduino) преобразователем. Вентилятор должен быть запитан от источника питания 12 В/1 А.

Управляющая программа

Алгоритм работы программы устройства должен быть построен следующим образом:

1. Подключаются библиотеки, объявляются необходимые переменные, константы и классы.
2. При старте программы производится инициализация портов ввода/вывода, конфигурируется библиотека LMIC, привязываются соответствующие выводы SPI Arduino, настраиваются параметры соединения (адрес конечного устройства, ключ сети и идентификатор сети), предоставленные организатором.
3. В основном цикле непрерывно осуществляется взаимодействие с периферией:
 - Дальномер: производятся замеры расстояние до объекта (мусора) за счет подачи возбуждающих импульсов на ультразвуковой излучатель и ожидания отраженной звуковой волны. Далее программа на основе задержки отражения вычисляет расстояние и сохраняет его в статической переменной или в структуре. Вместо низкоуровневого взаимодействия допускается использование существующих библиотек. При отсутствии препятствия

хотя бы у одного датчика происходит открытие шлагбаума, отвечающего за въезд на парковку.

- Датчик освещенности: представляет из себя полупроводниковый радиоэлемент, который меняет свое сопротивление в зависимости от освещения. При несоответствии заданному уровню освещенности происходит включение светодиодной ленты — чем ниже уровень естественного освещения, тем ярче загорается светодиодная лента.
- Датчик дождя: аналоговый сенсор, сигнал которого зависит от влажности на поверхности платы. С ростом влажности растет и возвращаемое сенсором напряжение. Осуществляется автоматическая отправка данных о наличии/отсутствии осадков.
- Барометр: производится циклический опрос датчик либо командами низкого уровня, либо с помощью библиотечных методов.
- Радиомодем: данный блок представляет собой сложное устройство, взаимодействие с которым необходимо выстраивать с помощью существующих библиотек, например, `lmic` (участникам дана ссылка на репозиторий). После конфигурации, выполненной ранее, программа выполняет команду присоединение к сети и отправку данных. Для корректного отображения передаваемой информации в панели управления она должна быть упакована в формат JSON.

Панель управления (общее описание для всех проектов)

Дашборд или панель управления должны быть построены средствами платформы Thingsboard. Для этого необходимо зарегистрироваться в системе и выполнить следующую последовательность шагов:

1. Добавить новое устройство.
2. Передать токен устройства организатору для того, чтобы базовая станция LoRaWAN могла транслировать принимаемые данные с оконечного устройства на сервер Thingsboard. Для этого используется специальная утилита, разработанная организатором. Она преобразует данные из формата web sockets в MQTT.
3. Создать панель управления (dashboard), в котором добавить минимум три виджета:
 - Индикатор отображения информации (допускается произвольный выбор типа виджета).
 - Кнопка внеочередного запроса данных.
4. Сконфигурировать виджет(-ы) отображения информации, задав ключ соответствия с темой проекта.
5. Сконфигурировать кнопку запроса данных с конечного устройства, задав параметр метода RPC в соответствии с темой проекта.

Ниже приведены таблица с данными для настройки панели управления:

Тип объекта	Ключ параметра	Параметр RPC метода
Уровень CO2	co2	UpdateCO2
Уровень CO	co	UpdateCO
Расходомер электричества	energy	UpdateEnergy
Расходомер воды	water	UpdateWater
Температура	temperature	UpdateMeteo
Влажность	humidity	UpdateMeteo
Атмосферное давление	pressure	UpdateMeteo
Индикатор присутствия ребенка	kids_here	UpdateSafety

При корректном выполнении указанных шагов показания датчиков должны быть получены на сервере и отображены на соответствующем виджете, а по нажатию на кнопку, на базовую станцию отправляется команда запроса внеочередных данных, которая далее транслируется в локальную сеть.

Ссылки и ресурсы

1. Доступ к инструменту построения панели управления:
<https://cloud.thingsboard.io>.
2. Система объемного онлайн-моделирования tinkercad.com.
3. Ссылка на скачивание MQTT Box: <https://bit.ly/330APU6>.
4. Репозиторий библиотеки LMIC: <https://bit.ly/2Q3MXyj>.

Баллы командного тура определяются согласно критериям, представленным в таблице III.2.8. При демонстрации требуемой работоспособности соответствующего элемента во время представления решений команде присваивается максимальный балл. Если работа элемента не была продемонстрирована — команда не получает баллов. При дублировании элементов схемы (несколько одинаковых датчиков в разных зданиях), баллы за данный элемент в одном здании начисляются вне зависимости от работоспособности данного элемента в другом здании.

Таблица III.2.8: Критерии оценки результатов командной работы

Критерии	
Включение в логику следующих элементов: (60 балла) Примечание: баллы за работу элементов начисляются только в случае физической демонстрации исполнительных механизмов или отображении информации с датчиков на OLED-дисплее, дашборде или частной веб-странице.	
Задание «Университет»	
Кнопка (Тройка-модуль)	1
Светодиод + резистор	3 (1x3 балла)
RFID-RC522 + карта	8 (1x3 балла)
Микросервопривод Feetech FS90	4 (1x3 балла)
OLED-дисплей, диагональ 0,96", SSD1306, I2C	3
Датчик горючих и угарного газов MQ-9 (Тройка-модуль)	2

Задание «Детский сад»	
Bluetooth Low Energy (Тройка-модуль)	4
Белая светодиодная лента, 12V	2
Датчик температуры и влажности BME280 I2C	2
Вентилятор 30x30, 5V	2
Датчик углекислого газа MQ-135 (Тройка-модуль)	2
Датчик горючих и угарного газов MQ-9 (Тройка-модуль)	2
Светодиод + резистор	1
Задание «Частный дом»	
Датчик тока (Тройка-модуль)	2
Датчик потока воды AMP-X202	2
Кнопка (Тройка-модуль)	1
Модуль магнитного датчика на герконе и компараторе LM393	2
Датчик горючих и угарного газов MQ-9 (Тройка-модуль)	2
Светодиод + резистор	1
Задание «Городская среда»	
Оптический датчик освещенности GY-302 (BH1750FV)	2
Белая светодиодная лента, 12V	2
Микросервопривод Feetech FS90	2
Ультразвуковой дальномер HC-SR04	4 (1x3 балла)
Барометр v2 (Тройка-модуль)	2
Датчик дождя MH-RD с контроллером	2
Взаимодействие с дашбордом и сервером (27 баллов)	
Примечание: вместо дашборда информация может быть отражена на частной-веб странице, в этом случае за каждый пункт начисляется в 2 раза меньше баллов.	
Отображение на дашборде информации о возникновении пожара в одном из зданий	6
Отображение на дашборде информации о присутствии ребенка на территории	6
Отображение на дашборде информации о количестве потребляемой электроэнергии	6
Отображение на дашборде информации о количестве потребляемой воды	6
Отображение на локальной информационной веб-странице прогноза погоды	3
Дополнительные критерии (13 баллов)	
Качество защиты и ответы на вопросы	13
Штрафные баллы Примечание: баллы начисляются в случае нарушения пунктов раздела регламента «Правила, права и обязанности участников финала», N — количество нарушений	$-3 \cdot N$
Итоговая сумма баллов	100