

**Рабочая программа**  
**курса внеурочной деятельности**  
**«Робототехника»**  
для обучающихся 7-9 классов

Рабочая программа курса «Робототехника» для 7–9 классов общим объемом 102 часа.

Программа составлена с учетом требований ФГОС и ориентирована на углубленное изучение инженерного конструирования, программирования микроконтроллеров (на базе Arduino или аналогичных плат) и основ автоматизации.

### **Пояснительная записка**

Программа имеет научно-техническую направленность.

Цель — формирование у обучающихся навыков проектно-конструкторской деятельности, алгоритмического мышления и работы с электронными компонентами.

Курс рассчитан на 3 года обучения: по 34 часа в год (1 час в неделю).

Общий объем — 102 часа.

### **Планируемые результаты освоения программы:**

- **Личностные:** развитие технического творчества, ответственности за результат проекта, умение работать в команде.
- **Метапредметные:** навыки поиска информации, планирования этапов работы, анализа причин отказов механизмов.
- **Предметные:** знание принципов работы датчиков, двигателей, законов электротехники; умение читать электрические схемы; владение текстовым программированием (C++/Arduino IDE).

### **Учебно-тематический план (всего 102 часа):**

| <b>№</b> | <b>Модуль / Раздел</b>                                                                                                                                                                      | <b>Кол-во часов</b> |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1        | <b>Вводное занятие.</b> Техника безопасности при работе с электроникой и инструментами. История робототехники. Классификация роботов.                                                       | 3                   |
| 2        | <b>Основы схемотехники и материаловедения.</b> Чтение электрических схем. Пассивные компоненты (резисторы, конденсаторы), транзисторы. Макетные платы ( <i>breadboard</i> ). Правила пайки. | 9                   |
| 3        | <b>Микроконтроллеры (платформа Arduino).</b> Знакомство с архитектурой контроллера. Порты ввода-вывода. Первая программа (управление светодиодом). Переменные и типы данных.                | 15                  |
| 4        | <b>Программирование логики.</b> Условные операторы (if-else), циклы (for, while). Функции. Принципы отладки кода.                                                                           | 12                  |
| 5        | <b>Датчики и исполнительные устройства.</b> Подключение и калибровка: фоторезистор, ультразвуковой дальномер, датчик линии, сервопривод, коллекторный двигатель и драйвер моторов.          | 18                  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                   |            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6  | <b>Мобильная робототехника (7 класс).</b> Сборка шасси. Программирование движения вперед-назад, поворотов. Использование энкодеров (при наличии) для точного управления. Проекты: «Сумо-бот», «Кегельринг».                       | 15         |
| 7  | <b>Следование по линии и лабиринты (8 класс).</b> Реализация ПИД-регулятора (упрощенного) для езды по линии черного цвета. Алгоритмы прохождения лабиринтов (правило правой руки).                                                | 15         |
| 8  | <b>Интернет вещей и умный дом (9 класс).</b> Беспроводная связь (Bluetooth или Wi-Fi модули <i>ESP8266/ESP32</i> ). Управление нагрузкой через реле. Элементы системы «Умный дом» (автоматизация освещения, управление климатом). | 12         |
| 9  | <b>Индивидуальный итоговый проект.</b> Выбор темы, постановка задачи, проектирование, сборка, написание кода, тестирование.                                                                                                       | 12         |
| 10 | <b>Защита проектов и подведение итогов.</b> Демонстрация работ, анализ ошибок.                                                                                                                                                    | 3          |
|    | <b>Итого:</b>                                                                                                                                                                                                                     | <b>102</b> |

#### **Содержание разделов (ключевые темы):**

- **7 класс:** Акцент на механику и базовое движение. Изучение передаточных отношений (шестерни, ремни). Сборка первого автономного мобильного робота, способного объезжать препятствия с помощью одного-двух датчиков расстояния.
- **8 класс:** Переход к сложным сенсорам (датчик цвета, гироскоп-акселерометр). Решение задач навигации. Роботизированные манипуляторы: кинематика захвата объекта.
- **9 класс:** Интеграция в среду Интернет вещей (*IoT*). Снятие телеметрии с датчиков и отправка данных в облачные сервисы. Основы машинного зрения (распознавание простых объектов через камеру, если оборудование позволяет). Нейроинтерфейсы (теоретический обзор).

#### **Методическое обеспечение:**

- Оборудование: наборы программируемых конструкторов (например, на базе Arduino UNO/Mini/Nano), компьютеры со средой разработки Arduino IDE, мультиметры, лабораторные блоки питания.
- Формы занятий: лекции-демонстрации, практические работы, лабораторные исследования, хакатоны, защита мини-проектов.
- Оценивание: входной контроль (тест на знание электрики), текущий (защита практических работ), рубежный (мини-проекты по модулям), итоговый (индивидуальный творческий проект).

**Материально-техническое оснащение:** Для реализации программы требуется наличие компьютерного класса, паяльных станций с вытяжкой, наборов инструментов (бокорезы, отвертки, пинцеты) и расходных материалов (провода, изолента, крепеж).

#### **Список литературы и источников:**

1. Петин В.А. «Проекты с использованием контроллера Arduino».

2. Блум Дж. «Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства».
3. Официальная документация платформы Arduino.
4. Методические рекомендации ИСРО РАО по предмету «Технология» (модуль «Робототехника»).

### Календарно-тематическое планирование 7 класс

**Пояснение к структуре урока:** Каждое практическое занятие рекомендуется строить по схеме: 5–7 минут — теория или разбор схемы; 20–25 минут — сборка/пайка/программирование; 5–8 минут — тестирование и фиксация результатов в инженерном журнале.

| №                                                            | Тема занятия                                                                                                                     | Кол-во часов | Содержание деятельности                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Введение и техника безопасности (3 часа)</b>    |                                                                                                                                  |              |                                                                                                                   |
| 1                                                            | Вводное занятие. Робототехника как наука. Инструктаж по охране труда при работе с конструкторами, паяльниками и блоками питания. | 1            | Знакомство с кабинетом. Правила работы с мелкими деталями. Входной тест на знание основ физики (ток, напряжение). |
| 2                                                            | История робототехники. Классификация мобильных платформ (колесные, гусеничные, всенаправленные).                                 | 1            | Просмотр видеопримеров промышленных и бытовых роботов. Обсуждение сфер применения.                                |
| 3                                                            | Устройство базового набора. Инструменты инженера. Понятие прототипирования.                                                      | 1            | Разбор компонентов набора. Навыки работы со стрипбордом ( <i>breadboard</i> ) без пайки.                          |
| <b>Раздел 2. Механика и передаточные отношения (6 часов)</b> |                                                                                                                                  |              |                                                                                                                   |
| 4                                                            | Основы механики жестких соединений. Балки, оси, втулки. Прочность конструкции.                                                   | 1            | Сборка жесткой рамы. Расчет рычагов. Лабораторная работа «Зависимость жесткости от типа крепления».               |
| 5                                                            | Зубчатые передачи. Типы шестерен (цилиндрические, конические). Передаточное отношение.                                           | 1            | Сборка редуктора. Практическая задача: увеличить крутящий момент в 3 раза.                                        |
| 6                                                            | Повышающие и понижающие редукторы. КПД механизма.                                                                                | 1            | Эксперимент: сравнение скорости вращения вала двигателя до и после редуктора.                                     |

|                                                              |                                                                                                                      |   |                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7                                                            | Ременные и цепные передачи. Фрикционные передачи. Натяжение ремня.                                                   | 1 | Сборка привода открытого типа. Устранение проскальзывания ведущего шкива.                     |
| 8                                                            | Подшипники скольжения и качения. Уменьшение трения в узлах.                                                          | 1 | Модернизация ранее собранных механизмов с использованием подшипников.                         |
| 9                                                            | Практическая работа «Механический манипулятор».                                                                      | 1 | Сборка захватного устройства с двумя степенями свободы на базе изученных передач.             |
| <b>Раздел 3. Электротехника и микроконтроллеры (8 часов)</b> |                                                                                                                      |   |                                                                                               |
| 10                                                           | Источники питания. Закон Ома для участка цепи. Макетная плата ( <i>breadboard</i> ).                                 | 1 | Чтение схем. Сборка простейшей цепи со светодиодом и резистором.                              |
| 11                                                           | Знакомство с платой Arduino Uno. Порты ввода-вывода ( <i>GPIO</i> ), <i>Vin</i> , 5V, GND.                           | 1 | Установка драйверов и среды разработки Arduino IDE. Проверка связи платы с ПК.                |
| 12                                                           | Первая программа. Управление светодиодом ( <i>pinMode</i> , <i>digitalWrite</i> ).                                   | 1 | Написание скетча «Моргание» ( <i>Blink</i> ). Изменение периода мигания.                      |
| 13                                                           | Широтно-импульсная модуляция ( <i>PWM</i> ). Плавное управление яркостью ( <i>analogWrite</i> ).                     | 1 | Собрать схему RGB-светодиода. Создание плавных цветовых переходов.                            |
| 14                                                           | Подключение кнопок и тактовых переключателей. Дребезг контактов и способы его устранения (аппаратный и программный). | 1 | Управление светодиодом с помощью кнопки. Использование внутреннего подтягивающего резистора.  |
| 15                                                           | Бесколлекторные и коллекторные двигатели постоянного тока. Роль драйвера моторов ( <i>L298N</i> , <i>MX1508</i> ).   | 1 | Сборка стенда для проверки направления вращения мотора. Изучение таблицы истинности драйвера. |
| 16                                                           | Управление скоростью вращения двигателей через ШИМ.                                                                  | 1 | Написание программы плавного разгона и остановки мотора.                                      |
| 17                                                           | Контрольная работа по разделу «Электрика и базовые алгоритмы».                                                       | 1 | Тестирование и защита мини-проекта «Автоматический ночник»                                    |

|                                                    |                                                                                                           |   |                                                                                                   |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                    |                                                                                                           |   | (светодиод включается кнопкой).                                                                   |
| <b>Раздел 4. Датчики и автономность (10 часов)</b> |                                                                                                           |   |                                                                                                   |
| 18                                                 | Принцип работы ультразвукового дальномера ( <i>HC-SR04</i> ).                                             | 1 | Сборка датчика на макетке. Библиотека <i>NewPing</i> . Вывод данных о расстоянии в монитор порта. |
| 19                                                 | Инфракрасный датчик препятствий ( <i>IR-приемник/передатчик</i> ). Особенности работы на разном покрытии. | 1 | Калибровка порога срабатывания ИК-датчика под белый и черный стол.                                |
| 20                                                 | Сборка шасси мобильного робота. Центр тяжести. Расположение тяжелого аккумулятора.                        | 1 | Монтаж моторов на раму, установка крепежа для <i>Arduino</i> и макетной платы.                    |
| 21                                                 | Подключение драйвера моторов к <i>Arduino</i> и датчикам расстояния. Коммутация питания.                  | 1 | Пайка проводов (или использование надежных коннекторов). Общая проверка всех узлов.               |
| 22                                                 | Алгоритм объезда препятствия. Логика <i>if-else</i> .                                                     | 1 | Написание кода: «Если впереди препятствие ближе 20 см — остановиться и повернуть направо».        |
| 23                                                 | Использование двух датчиков (левого и правого) для выбора направления поворота.                           | 1 | Доработка алгоритма: робот выбирает ту сторону, где свободного места больше.                      |
| 24                                                 | Практическая работа «Слепой робот». Отладка движения в ограниченном пространстве.                         | 1 | Поиск ошибок в коде (неправильная полярность моторов, задержки <i>delay()</i> вместо таймеров).   |
| 25                                                 | Ультразвуковой радар. Крепление сервопривода на башню робота.                                             | 1 | Подключение микро-сервопривода. Сканирование пространства в диапазоне 180 градусов.               |
| 26                                                 | Построение упрощенной карты препятствий в мониторе последовательного порта.                               | 1 | Визуализация данных радара символами (точками) в текстовом режиме.                                |
| 27                                                 | Оптимизация кода. Устранение зависаний при измерении расстояния.                                          | 1 | Замена функции <i>delay()</i> на <i>millis()</i> . Понятие неблокирующего кода.                   |

| <b>Раздел 5. Творческий проект (7 часов)</b> |                                                                                                          |   |                                                                                                |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 28                                           | Выбор темы итогового проекта 7 класса. Варианты: «Робот, следующий за рукой», «РобополYGON», «Сумо-бот». | 1 | Постановка задачи. Оценка необходимых ресурсов. Составление графика работ.                     |
| 29                                           | Проектирование механической части индивидуального проекта.                                               | 1 | Эскизы, подбор передаточного числа под конкретную задачу (скорость или тяга).                  |
| 30                                           | Сборка и монтаж компонентов проекта.                                                                     | 1 | Работа с ручными инструментами, фиксация элементов на винтовые соединения.                     |
| 31                                           | Программирование специфической логики проекта.                                                           | 1 | Написание уникального алгоритма взаимодействия с объектом (например, реакция на цвет объекта). |
| 32                                           | Комплексное тестирование робота. Испытания на полигоне.                                                  | 1 | Выявление слабых мест конструкции и багов в программе.                                         |
| 33                                           | Доработка и тюнинг. Эстетика сборки (укладка проводов, корпуса).                                         | 1 | Финальная подготовка к защите. Оформление паспорта проекта.                                    |
| 34                                           | Демонстрация проектов. Итоговая выставка. Подведение итогов года.                                        | 1 | Выступления обучающихся, ответы на вопросы, награждение.                                       |

#### **Ожидаемые результаты к концу 7 класса:**

Обучающийся умеет рассчитывать простые передаточные отношения, самостоятельно собирает устойчивое колесное шасси, подключает датчики расстояния и драйвер моторов к микроконтроллеру, пишет работоспособный код для автономного объезда препятствий без использования готовых библиотек управления роботами.

#### **Календарно-тематическое планирование**

##### **8 класс**

**Особенности:** Переход от дистанционного и простого автономного управления к точной навигации в пространстве, работе с обратной связью от сложных сенсоров и изучению механики манипуляционных роботов.

| <b>№</b>                                               | <b>Тема занятия</b>                                                 | <b>Кол-во часов</b> | <b>Содержание деятельности</b>                               |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Вводное занятие и повторение (2 часа)</b> |                                                                     |                     |                                                              |
| 1                                                      | Инструктаж по охране труда. Особенности работы с сервоприводами под | 1                   | Обзор достижений 7 класса. Проверка готовности оборудования. |

|                                                              |                                                                                                                    |   |                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                              | нагрузкой. План на учебный год.                                                                                    |   |                                                                                                                               |
| 2                                                            | Повторение: ШИМ ( <i>PWM</i> ), неблокирующий код ( <i>millis()</i> ), работа с драйверами моторов.                | 1 | Диагностическая сборка мобильного робота для проверки базовых навыков программирования движения.                              |
| <b>Раздел 2. Сложные сенсоры и обратная связь (10 часов)</b> |                                                                                                                    |   |                                                                                                                               |
| 3                                                            | Датчик цвета (колор-сенсор). Принцип работы на отражение и внешний свет. Калибровка белого и черного.              | 1 | Сборка датчика. Написание программы распознавания основных цветов спектра (RGB).                                              |
| 4                                                            | Применение датчика цвета для сортировки объектов. Логические переменные <i>enum</i> или целочисленные константы.   | 1 | Практика: робот раскладывает кубики разных цветов по разным зонам арены.                                                      |
| 5                                                            | Гироскоп и акселерометр ( <i>MPU6050</i> ). Понятие углов Эйлера (рыскание, тангаж, крен). Библиотека <i>MPU</i> . | 1 | Подключение модуля по интерфейсу <i>I2C</i> . Вывод сырых данных и углов в монитор порта.                                     |
| 6                                                            | Балансировка платформы. ПИД-регулятор (упрощенное введение: Пропорциональная составляющая).                        | 1 | Сборка перевернутого маятника. Попытка удержать платформу в равновесии программным путем.                                     |
| 7                                                            | Комплементарный фильтр. Объединение данных гироскопа и акселерометра для устранения дрейфа нуля.                   | 1 | Программирование устойчивого определения угла наклона движущегося робота.                                                     |
| 8                                                            | Бесконтактный датчик линии высокого разрешения (массив из 8 элементов).                                            | 1 | Калибровка на треке со сложными поворотами. Определение положения линии как числового значения (например, от -3500 до +3500). |
| 9                                                            | Следование по линии с использованием ПИД-регулятора. Настройка коэффициентов $K_p$ , $K_i$ , $K_d$ .               | 1 | Экспериментальная настройка регулятора: достижение максимальной скорости без схода с линии.                                   |
| 10                                                           | Преодоление перекрестков и разрывов линии. Использование таймеров и одометрии.                                     | 1 | Алгоритм принятия решений при потере линии: движение прямо заданное время или разворот на месте.                              |

|                                                                        |                                                                                                                       |   |                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11                                                                     | Контрольная работа «Навигация по сложному треку».                                                                     | 1 | Зачет по скоростному прохождению лабиринта из черной изолянты на белом фоне.                                                    |
| <b>Раздел 3. Навигация и картография (6 часов)</b>                     |                                                                                                                       |   |                                                                                                                                 |
| 12                                                                     | Одометрия. Подсчет пройденного пути через обороты энкодеров (дискретных датчиков вращения).                           | 1 | Расчет количества тиков энкодера на один сантиметр пути для конкретной модели колеса.                                           |
| 13                                                                     | Движение по координатам (X, Y). Использование тригонометрии ( $\sin$ , $\cos$ ) для поворота на заданный угол.        | 1 | Программа: «Проехать квадрат 50x50 см» только по данным энкодеров и гироскопа, без использования датчиков линии.                |
| 14                                                                     | Инерциальная навигация. Проблема накопления ошибки одометрии.                                                         | 1 | Демонстрация того, как робот «уходит» с маршрута после 10 циклов движения по квадрату.                                          |
| 15                                                                     | Простейшая карта помещения. Массив значений карты ( <i>Occupancy Grid Map</i> ).                                      | 1 | Создание текстового массива [10][10], где 0 — свободно, 1 — препятствие. Заполнение карты данными с ультразвукового дальномера. |
| 16                                                                     | Алгоритмы поиска пути. Волновой алгоритм (BFS) на плоскости.                                                          | 1 | Поиск кратчайшего пути между двумя точками внутри программного массива-карты.                                                   |
| 17                                                                     | Практикум «Робот-пылесос». Автономное покрытие всей площади полигона (алгоритм змейки или рандомизированного обхода). | 1 | Реализация алгоритма заполнения пространства без пропусков и столкновений со стенами.                                           |
| <b>Раздел 4. Роботизированные манипуляторы и кинематика (10 часов)</b> |                                                                                                                       |   |                                                                                                                                 |
| 18                                                                     | Степени свободы ( <i>DOF</i> ) манипулятора. Кинематическая цепь. Хватательный орган (эффектор).                      | 1 | Анализ промышленных роботов. Понятие прямой и обратной задачи кинематики.                                                       |
| 19                                                                     | Сборка плоского 3-звенного манипулятора (поворот базы, плечо, локоть). Момент силы и грузоподъемность.                | 1 | Механическая сборка. Установка мощных сервоприводов (\$MG996R\$ или аналогов) с учетом плеча рычага.                            |

|                                                           |                                                                                                                 |   |                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20                                                        | Базовое управление степенями свободы через потенциометры (джойстики).                                           | 1 | Операторское управление: положение джойстика напрямую задает угол сервопривода (map).                                        |
| 21                                                        | Прямая задача кинематики. Расчет координат (x, y) захвата по известным углам суставов.                          | 1 | Решение геометрической задачи на бумаге и перенос формулы в код Arduino.                                                     |
| 22                                                        | Обратная задача кинематики. Расчет углов суставов для достижения точки (x, y).                                  | 1 | Введение функции <code>\arccos</code> . Ограничения рабочей зоны (сингулярности, когда рука полностью вытянута или сложена). |
| 23                                                        | Захват объекта. Силовая обратная связь. Использование микротактильного датчика в клешне.                        | 1 | Калибровка усилия сжатия: чтобы поднять стакан, но не раздавить его.                                                         |
| 24                                                        | Траектории движения. Понятие интерполяции. Плавный перенос объекта из точки А в точку Б.                        | 1 | Программирование последовательности углов для исключения рывков механизма.                                                   |
| 25                                                        | Синхронизация шасси и манипулятора. Подъезд к объекту по данным дальномера.                                     | 1 | Интеграция мобильного робота из раздела 3 с установленным сверху краном/манипулятором.                                       |
| 26                                                        | Соревнование «Сортировочная станция». Робот должен найти куб определенного цвета и переложить его в контейнер.  | 1 | Комплексная отладка всех систем: навигация -> поиск цвета -> захват -> транспортировка.                                      |
| 27                                                        | Оптимизация конструкции манипулятора. Замена пластиковых тяг на металлические, усиление узлов.                  | 1 | Механический тюнинг проекта для повышения точности позиционирования.                                                         |
| <b>Раздел 5. Индивидуальный проект 8 класса (6 часов)</b> |                                                                                                                 |   |                                                                                                                              |
| 28                                                        | Выбор темы. Варианты: «Шагающий робот», «Робот-художник (плоттер)», «Манипулятор-рука», «Балансирующий сигвей». | 1 | Оценка сложности кинематики и необходимых вычислений для выбранного типа робота.                                             |

|       |                                                                                                  |   |                                                                                                       |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 29    | Проектирование рамы и закупка специфических деталей.                                             | 1 | Работа с чертежами, использование штангенциркуля для измерения валов.                                 |
| 30–32 | Сборка, пайка периферии, написание низкоуровневого кода управления приводами.                    | 3 | Основной этап реализации инженерного замысла.                                                         |
| 33    | Отладка взаимодействия сложной механики и математики (устранение люфтов, калибровка нолей осей). | 1 | Финальная настройка коэффициентов регуляторов.                                                        |
| 34    | Защита проектов. Выставка работ.                                                                 | 1 | Демонстрация кинематической схемы, объяснение математической модели и демонстрация работы устройства. |

#### Ключевые акценты 8 класса:

- **Математика в железе:** Активное применение геометрии и тригонометрии для расчета положений манипулятора и координат робота.
- **ПИД-регуляторы:** Глубокое изучение теории автоматического управления для решения задач балансировки и точного следования по линии.
- **Инверсная кинематика:** Первый опыт решения классической задачи робототехники — перевода желаемых координат рабочего органа в углы поворота двигателей.

### Календарно-тематическое планирование

#### 9 класс

**Тема года:** Интернет вещей (*IoT*) и системы «Умный дом». Переход от автономных устройств к сетевым системам сбора данных и удаленного управления.

| №                                                              | Тема занятия                                                                                                                                                                     | Кол-во часов | Содержание деятельности                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Введение в IoT и беспроводную связь (6 часов)</b> |                                                                                                                                                                                  |              |                                                                                                                                   |
| 1                                                              | Инструктаж по охране труда при работе с сетевым напряжением (реле, блоки питания 220В). Концепция Интернета вещей. Архитектура <i>IoT</i> (устройство — шлюз — облако — клиент). | 1            | Обзор мировых примеров умных городов и производств. Разбор отличий <i>M2M</i> (межмашинное взаимодействие) от классического веба. |

|   |                                                                                                                        |   |                                                                                                                        |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Модуль связи Wi-Fi ESP8266 / ESP32. Отличия от Arduino Uno. Подключение к локальной сети.                              | 1 | Первая прошивка контроллера через среду Arduino IDE. Чтение уровня сигнала ( <i>RSSI</i> ) домашней сети.              |
| 3 | Протоколы передачи данных в <i>IoT</i> . Разница между <i>TCP/IP</i> и <i>UDP</i> . Понятие брокера сообщений.         | 1 | Теория. Изучение модели <i>publish/subscribe</i> на примере протокола MQTT.                                            |
| 4 | Настройка локального или облачного MQTT-брокера (например, <i>Eclipse Mosquitto</i> или бесплатные публичные брокеры). | 1 | Практика: публикация сообщения «Hello World» из микроконтроллера и чтение его сторонним клиентом (MQTT Explorer).      |
| 5 | Форматы обмена данными JSON и сырые строки. Отправка телеметрии датчиков (температура, влажность).                     | 1 | Сборка стенда с датчиком <i>DHT11/DHT22</i> . Формирование строки вида {"t": 24.5, "h": 45} и отправка в топик.        |
| 6 | Контрольная работа «Сетевое подключение».                                                                              | 1 | Задание: настроить микроконтроллер так, чтобы он раз в минуту публиковал данные о свободном месте на аналоговом входе. |

## Раздел 2. Управление нагрузками и исполнительными устройствами (8 часов)

|    |                                                                                                              |   |                                                                                            |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | Опасности работы с переменным током 220В. Принцип работы электромеханического реле. Гальваническая развязка. | 1 | Демонстрация щелчка контактов. Сборка цепи коммутации светодиода через низковольтное реле. |
| 8  | Модули реле для Arduino (1- и 4-канальные). Коммутация постоянного тока ( <i>DC</i> ) до 10А.                | 1 | Управление нагрузкой 12В (мотор, светодиодная лента) через цифровой пин микроконтроллера.  |
| 9  | Симисторные твердотельные реле ( <i>SSR</i> ) и диммеры. Фазовое управление яркостью лампы накаливания.      | 1 | Сборка схемы плавного розжига света. Важность радиаторов охлаждения для <i>SSR</i> .       |
| 10 | Низковольтное управление освещением. Адресные светодиодные ленты ( <i>WS2812B</i> , протокол <i>SPI</i> ).   | 1 | Библиотека <i>FastLED</i> . Программирование световых эффектов, потребляющих более 1А      |

|                                                                 |                                                                                                            |   |                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 |                                                                                                            |   | тока (правила подключения питания напрямую от БП).                                                                                                        |
| 11                                                              | Проект «Автоматический выключатель света». Использование PIR-датчика движения и фоторезистора (день/ночь). | 1 | Логика: включать свет только если темно И зафиксировано движение. Таймер автоматического отключения.                                                      |
| 12                                                              | Удаленное управление через MQTT. Подписка ( <i>Subscribe</i> ) на топики управления.                       | 1 | Написание кода: получение команд ON/OFF со смартфона и замыкание контактов реле.                                                                          |
| 13                                                              | Создание простого веб-сервера прямо на микроконтроллере (библиотека ESPAsyncWebServer).                    | 1 | Построение HTML-интерфейса с кнопками внутри самого модуля ESP. Управление реле через браузер телефона в одной Wi-Fi сети.                                |
| 14                                                              | Защита проекта «Удаленная розетка».                                                                        | 1 | Демонстрация стабильной работы коммутатора под нагрузкой с возможностью включения как через сайт, так и через MQTT.                                       |
| <b>Раздел 3. Системы сбора данных и автоматизация (8 часов)</b> |                                                                                                            |   |                                                                                                                                                           |
| 15                                                              | Датчики качества среды: газовые датчики (MQ-2 дым/газ), датчик пыли, сенсоры CO2.                          | 1 | Калибровка пороговых значений срабатывания сигнализации.                                                                                                  |
| 16                                                              | Хранение истории данных. Работа с внешней памятью MicroSD-картридера.                                      | 1 | Запись логов температуры за сутки в файл .csv на карту памяти для последующего построения графиков.                                                       |
| 17                                                              | Протокол защищенных веб-запросов HTTPS и API. Передача данных на внешние сервисы без MQTT.                 | 1 | Использование библиотеки HTTPClient. Отправка данных на российские платформы мониторинга (например, TMDXBOT-совместимые решения или собственные серверы). |
| 18                                                              | Визуализация данных. Дашборды.                                                                             | 1 | Настройка бесплатного сервиса Node-RED или российских аналогов для рисования графиков получаемых данных в реальном времени.                               |

|                                                           |                                                                                                |   |                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 19                                                        | Система климат-контроля. Подключение модуля кондиционера или обогревателя через ИК-передатчик. | 1 | Эмуляция пульта ДУ. Микроконтроллер анализирует температуру и сам посылает команду включить холод/тепло.                   |
| 20                                                        | Обратная связь в системах автоматизации. Гистерезис.                                           | 1 | Решение проблемы «дребезга» компрессора: кондиционер включается при +26°C, но выключается только при +24°C.                |
| 21                                                        | Интеграция нескольких узлов в единую сеть. Умная теплица или инкубатор.                        | 1 | Один узел измеряет влажность почвы и просит другой узел включить насос полива через общую MQTT-шину.                       |
| 22                                                        | Контрольная работа «Экосистема датчиков».                                                      | 1 | Отладка сети из трех плат, обменивающихся критически важными сообщениями.                                                  |
| <b>Раздел 4. Безопасность и бытовой комфорт (6 часов)</b> |                                                                                                |   |                                                                                                                            |
| 23                                                        | Системы безопасности. Магнитоконтактные датчики (герконы) на двери и окна.                     | 1 | Сборка простейшей сигнализации с выводом уведомления в Telegram-бота (через API бота и модуль ESP).                        |
| 24                                                        | Датчики протечки воды и автоматические шаровые краны с электроприводом.                        | 1 | Монтаж датчика на пол. Алгоритм экстренного перекрытия воды при замыкании контактов водой.                                 |
| 25                                                        | Потребительский интернет вещей. Интеграция с голосовыми помощниками.                           | 1 | Обзор протоколов Zigbee/Matter (теоретический обзор, если оборудование недоступно — эмуляция через IFTTT-подобные логику). |
| 26                                                        | Проектирование сценариев («Рутины»). Утро, Ушел из дома, Киносеанс.                            | 1 | Программирование сложной последовательности действий по нажатию одной виртуальной кнопки.                                  |
| 27                                                        | Энергоменеджмент. Использование трансформаторов тока для замера потребления приборов.          | 1 | Расчет стоимости электроэнергии в рублях по данным реального времени.                                                      |
| <b>Раздел 5. Итоговый индивидуальный проект (6 часов)</b> |                                                                                                |   |                                                                                                                            |

|       |                                                                                                                                    |   |                                                                                                                               |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 28    | Выбор темы итогового аттестационного проекта. Требования к документации (паспорт проекта, электрическая схема).                    | 1 | Примеры тем: «Станция экомониторинга балкона», «Умная кормушка для животных», «Модуль антипротечки», «Автоматизация теплицы». |
| 29    | Закупка компонентов. Макетирование силовой части на столе.                                                                         | 1 | Проверка надежности соединений, которые будут работать месяцами без присмотра.                                                |
| 30–32 | Реализация аппаратной и программной части. Оптимизация энергопотребления (глубокий сон <i>Deep Sleep</i> для батарейных датчиков). | 3 | Основной этап сборки. Оформление корпуса (3D-печать или лазерная резка).                                                      |
| 33    | Тест-драйв проекта в режиме 24/7. Поиск багов при длительной эксплуатации.                                                         | 1 | Выявление утечек памяти в коде, проверка перезагрузки при потере интернета.                                                   |
| 34    | Открытая защита проектов. Эксплуатационная документация.                                                                           | 1 | Демонстрация работы гостям/родителям. Объяснение бизнес-модели или пользы устройства для быта.                                |

### Особенности реализации программы в 9 классе:

1. **Акцент на надежность:** В отличие от 7–8 классов, где важна сама работоспособность прототипа, в 9 классе оценивается стабильность работы устройства в течение длительного времени (сброс сторожевого таймера *Watchdog*, обработка разрыва соединения).
2. **Софт-скиллы:** Обязательное ведение репозитория кода (GitHub) и написание файла README.md с описанием настройки своего IoT-устройства.
3. **Аппаратная часть:** Переход от беспаячных макетов к пайке печатных плат (навесным монтажом или на универсальных платах) для финальных версий проектов, так как устройства «Умного дома» должны быть стационарными и вибростойкими.