



МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГОРОДА НОВОСИБИРСКА

ЦЕНТР ОБРАЗОВАНИЯ № 82
«РАЗВИТИЕ»

Принято на заседании
Педагогического совета
Протокол № 1 от 26.09..2026г.

«УТВЕРЖДЕНО»

Приказ от 26.09.2026 г. № 67-од

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

технической направленности

«ARDUINO НА ПРАКТИКЕ: ОТ ПЕРВОЙ СХЕМЫ ДО СОБСТВЕННОГО УСТРОЙСТВА»

Возраст обучающихся: 13–16 лет (7–9 классы)

Срок реализации: 1 учебный год

Объём программы: 34 академических часа

Составитель: Полинтов Е.Д.

учитель информатики /

педагог дополнительного образования

Новосибирск

2026

1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ

1.1. Пояснительная записка

Направленность программы. Программа имеет техническую направленность и знакомит обучающихся с основами электроники, алгоритмизации, программирования микроконтроллеров и проектирования автоматизированных устройств на базе Arduino и совместимых платформ.

Уровень освоения. Базовый. Программа рассчитана на начинающих и не требует предварительного опыта работы с микроконтроллерами. Достаточны элементарные навыки работы за компьютером.

Нормативный срок и объём. Один учебный год, 34 академических часа. Занятия проводятся один раз в неделю по 40 минут. Форма обучения — очная. Рекомендуемая численность группы — 6–10 человек; практические работы выполняются индивидуально или в парах.

Адресат программы. Обучающиеся 7–9 классов в возрасте 13–16 лет, интересующиеся техникой, программированием, робототехникой и созданием собственных устройств. Допускается обучение в разновозрастной группе.

Актуальность программы

Современные технические устройства объединяют электронные компоненты, программный код, датчики и исполнительные механизмы. Работа с Arduino позволяет школьнику увидеть непосредственную связь между алгоритмом и физическим результатом: светодиод загорается, двигатель изменяет скорость, датчик реагирует на окружающую среду, а собранная система выполняет полезную функцию. Это создаёт устойчивую учебную мотивацию и формирует основу инженерного мышления.

Программа направлена не на механическое повторение готовых схем, а на постепенное освоение полного цикла разработки: постановка задачи, выбор компонентов, создание схемы, написание программы, испытание, поиск ошибок, улучшение и представление результата. Такой подход подготавливает обучающихся к самостоятельной проектной и исследовательской деятельности.

Отличительные особенности

1. универсальность: программа не привязана к конкретному производителю набора или модели платы и допускает использование совместимых контроллеров и модулей;
2. постепенное уменьшение объёма подсказок: от точной инструкции на первых занятиях до самостоятельного проектирования в конце курса;
3. преобладание практической деятельности: каждая новая конструкция или команда программы сразу проверяется на физическом устройстве;
4. обязательное обучение диагностике: обучающиеся ищут неисправности в цепи, проверяют питание, соединения, назначение выводов и логику программы;
5. вариативность: комплексные задания могут выполняться по направлению «умный дом», «роботизированная машинка» или «автоматизированное устройство»;
6. межпредметные связи с информатикой, физикой, технологией, математикой, черчением и 3D-моделированием;
7. возможность использовать 3D-печать для изготовления корпусов, креплений и механических деталей, при этом наличие 3D-принтера не является обязательным условием реализации курса.

Педагогическая целесообразность

Обучение строится по принципу «минимум необходимой теории — немедленная практическая проверка». Типовой инженерный цикл занятия: задача — предположение — сборка — программирование — испытание — диагностика — улучшение — вывод. На первых этапах обучающиеся получают монтажную схему и основу программы; далее самостоятельно дополняют отдельные элементы, работают по техническому заданию и, наконец, создают собственный проект.

Режим и формы организации занятий

8. фронтальная мини-лекция и демонстрация приёма;
9. практическая или лабораторная работа;
10. работа в парах со сменой ролей «сборщик» и «программист-диагност»;
11. решение диагностических задач и исправление неисправных схем;
12. мини-проекты по техническому заданию;
13. индивидуальный или групповой итоговый проект и его защита.

1.2. Цель и задачи программы

Цель программы — сформировать у обучающихся базовые инженерно-технические компетенции, необходимые для самостоятельного проектирования, сборки, программирования и испытания устройств на базе Arduino и совместимых микроконтроллерных платформ.

Обучающие задачи:

14. познакомить с назначением и устройством микроконтроллерной платы, макетной платы и основных электронных компонентов;
15. научить безопасно собирать низковольтные электрические цепи и читать монтажные схемы;
16. освоить базовые конструкции языка Arduino: переменные, условия, циклы, функции, цифровой и аналоговый ввод-вывод;
17. научить подключать распространённые датчики, индикаторы, сервоприводы и двигатели;
18. научить пользоваться монитором последовательного порта, библиотеками, примерами и техническими описаниями модулей;
19. сформировать навыки поиска и устранения ошибок в электрической схеме и программном коде;
20. освоить основные этапы разработки и документирования технического проекта.

Развивающие задачи:

21. развивать алгоритмическое, логическое, системное и инженерное мышление;
22. формировать умение делить сложную задачу на отдельные проверяемые части;
23. развивать навыки наблюдения, измерения, сравнения и анализа результатов;
24. развивать самостоятельность, техническое творчество и способность предлагать несколько вариантов решения;
25. развивать навыки сотрудничества, распределения ролей и аргументированного обсуждения.

Воспитательные задачи:

26. воспитывать ответственное отношение к оборудованию и соблюдению требований безопасности;
27. формировать культуру аккуратной, последовательной и доказательной работы;
28. воспитывать уважение к результатам собственного и коллективного труда;

29. поддерживать готовность принимать ошибку как естественный этап разработки и исправлять её;
30. содействовать профессиональному самоопределению в сфере инженерии, программирования и робототехники.

1.3. Учебный план

№	Раздел	Теория	Практика	Всего	Форма контроля
1	Arduino и основы электрических схем	2	3	5	Входная диагностика, практические работы
2	Программирование и управление	1	4	5	Практические работы, мини-проект
3	Датчики, измерения и интерфейсы	1	7	8	Лабораторные работы, самостоятельное подключение модуля
4	Исполнительные устройства и алгоритмы	1	5	6	Практические и диагностические работы
5	Комплексные системы	0	3	3	Комплексная практическая работа
6	Диагностика и работа по техническому заданию	0	2	2	Диагностическая работа, мини-проект
7	Итоговый самостоятельный проект	1	4	5	Паспорт проекта, демонстрация и защита
	ИТОГО	6	28	34	

1.4. Содержание учебного плана

Раздел 1. Arduino и основы электрических схем — 5 часов

Теория. Назначение микроконтроллера. Основные элементы платы. Правила безопасной работы. Электрическая цепь, питание, полярность, резистор, светодиод и макетная плата. Цифровой выход. Переменные, временные задержки и циклы. Монитор последовательного порта как средство наблюдения и диагностики.

Практика. Подключение платы; запуск встроенного светодиода; сборка цепи со светодиодом; создание светового маяка и светофора; вывод сообщений и значений в монитор порта.

Раздел 2. Программирование и управление — 5 часов

Теория. Цифровой ввод. Кнопка и подтягивающий резистор. Условные конструкции и логические операции. Аналоговый вход. Широтно-импульсная модуляция. Изменение программы и проверка гипотез.

Практика. Управление светодиодом кнопкой; устройство с несколькими режимами; считывание потенциометра; плавная регулировка яркости; мини-проект «Интерактивный светильник».

Раздел 3. Датчики, измерения и интерфейсы — 8 часов

Теория. Понятия датчика, диапазона, единицы измерения, порога и калибровки. Датчики освещённости, температуры и влажности, расстояния и движения. Ручные интерфейсы управления. Средства отображения. Подключение библиотек и использование примеров.

Практика. Автоматический ночник; контроль микроклимата; парковочный датчик; охранная сигнализация; управление джойстиком, ИК-пультом или сенсорной кнопкой; вывод данных на дисплей; самостоятельное подключение незнакомого модуля по техническому описанию.

Раздел 4. Исполнительные устройства и алгоритмы — 6 часов

Теория. Сервопривод, двигатель постоянного тока, транзисторный ключ и драйвер двигателя. Раздельное питание силовой и управляющей частей. Звуковая индикация. Недостатки блокирующей задержки `delay()`. Таймер `millis()`. Состояния и режимы работы устройства.

Практика. Автоматический шлагбаум; безопасный запуск двигателя; управление скоростью и направлением; звуковая сигнализация; одновременное выполнение нескольких действий; устройство с несколькими режимами.

Раздел 5. Комплексные системы — 3 часа

Теория. Объединение нескольких входных и выходных устройств в единую систему. Последовательная проверка подсистем. Варианты архитектуры проекта «умный дом» и роботизированной машинки.

Практика. Система автоматического освещения или безопасности; сборка и проверка привода машинки; программирование объезда препятствий либо движения по линии.

Раздел 6. Диагностика и работа по техническому заданию — 2 часа

Теория. Алгоритм поиска неисправности. Разделение аппаратной и программной проблемы. Критерии готовности прототипа. Чтение технического задания.

Практика. Исправление специально подготовленных неисправных схем и программ; создание устройства по техническому заданию без полной пошаговой инструкции.

Раздел 7. Итоговый самостоятельный проект — 5 часов

Теория. Формулирование проблемы и назначения устройства. Функциональные требования и ограничения. Выбор компонентов. Блок-схема или словесный алгоритм. План испытаний и критерии успешности.

Практика. Заполнение паспорта проекта; проектирование схемы; сборка и программирование прототипа; испытание и улучшение; оформление результатов; демонстрация и защита.

1.5. Планируемые результаты освоения программы

Личностные результаты:

31. устойчивый интерес к техническому творчеству и созданию работающих устройств;
32. ответственное отношение к оборудованию, правилам безопасности и результатам работы;
33. готовность доводить решение до проверяемого результата и корректировать его после неудачного испытания;
34. понимание общественной пользы инженерных решений и необходимости учитывать безопасность пользователя;
35. первичное представление о профессиях в области электроники, автоматизации, программирования и робототехники.

Метапредметные результаты:

36. формулирование задачи и ожидаемого результата;
37. планирование последовательности действий и распределение времени;
38. чтение схем, таблиц, инструкций и технических описаний;
39. выдвижение предположений и их проверка экспериментом;
40. фиксация измерений, ошибок, изменений и результатов испытаний;
41. работа в паре или группе с распределением ролей;
42. представление технического решения и аргументация выбранного способа.

Предметные результаты:

43. распознавание основных элементов платы Arduino и распространённых электронных компонентов;
44. сборка простых низковольтных цепей на макетной плате с соблюдением полярности и требований безопасности;
45. использование цифровых и аналоговых входов и выходов, последовательного порта и ШИМ;
46. применение переменных, условий, циклов и функций в программах Arduino;
47. подключение датчика, индикатора, сервопривода или двигателя по схеме и техническому описанию;
48. установка и подключение библиотеки, запуск и осмысленное изменение примера;
49. поиск неисправности с последовательной проверкой питания, соединений, назначений выводов и кода;
50. создание, испытание и представление собственного действующего прототипа.

1.6. Связь с воспитательной деятельностью

Воспитательный потенциал программы реализуется через совместное решение технических задач, распределение ответственности за оборудование, соблюдение культуры безопасного труда и публичное представление результатов. Обучающиеся учатся уважительно обсуждать чужие идеи, обосновывать замечания, принимать обратную связь и помогать партнёру без выполнения задания вместо него.

Тематика проектов может быть связана с жизнью школы и города: энергосбережением, безопасностью, доступной средой, контролем микроклимата, экологическим мониторингом и автоматизацией повседневных процессов. Это позволяет рассматривать техническое творчество как средство решения реальных общественно полезных задач.

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

2.1. Календарный учебный график

Параметр	Значение
Начало реализации	сентябрь 2026 года
Окончание реализации	май 2027 года
Продолжительность	34 учебные недели
Периодичность	1 занятие в неделю
Продолжительность занятия	40 минут
Общий объём	34 академических часа
Форма обучения	очная
Форма итогового контроля	демонстрация и защита самостоятельного проекта

Конкретные даты занятий определяются расписанием образовательной организации. При совпадении занятия с праздничным или нерабочим днём календарный график корректируется без изменения общего объёма программы.

2.2. Календарно-тематическое планирование

№	Тема занятия	Ча сы	Содержание и практическая деятельность	Контроль
1	Что такое Arduino	1	Назначение микроконтроллера, элементы платы, подключение к компьютеру. Запуск встроенного светодиода. Входная диагностика без отметки.	Наблюдение, входное задание
2	Электрическая цепь и макетная плата	1	Питание, полярность, резистор, шины макетной платы. Сборка цепи с внешним светодиодом при отключённом питании.	Чек-лист сборки
3	Цифровой выход	1	pinMode(), digitalWrite(), HIGH и LOW. Создание светового маяка или сигнала SOS.	Практическая работа
4	Переменные, задержки и циклы	1	Переменные времени, delay(), повторяющиеся действия. Программирование трёхсекционного светофора.	Практическая работа
5	Последовательный порт	1	Serial.begin(), Serial.print(). Вывод сообщений и значений; использование монитора порта для проверки работы программы.	Диагностическое задание
6	Кнопка как устройство ввода	1	digitalRead(), подключение кнопки, INPUT_PULLUP. Управление светодиодом с кнопки.	Практическая работа
7	Условия и логические операции	1	if/else, сравнения, логические выражения. Устройство с двумя или тремя вариантами поведения.	Задание с дополнением кода
8	Аналоговый сигнал	1	analogRead(), диапазон показаний, потенциометр. Вывод данных в монитор порта и управление параметром.	Лабораторная работа
9	Широтно-импульсная модуляция	1	analogWrite() и ШИМ. Плавное изменение яркости светодиода; сопоставление диапазонов с помощью map().	Практическая работа
10	Мини-проект «Интерактивный	1	Объединение кнопки или потенциометра, светодиода и программы. Самостоятельное добавление режима или	Мини-проект

№	Тема занятия	Часы	Содержание и практическая деятельность	Контроль
	«светильник»		эффекта.	
11	Датчики и измерения	1	Датчик, диапазон, порог, единица измерения и калибровка. Снятие серии показаний и выбор рабочего порога.	Лабораторная работа
12	Датчик освещённости	1	Фоторезистор или аналогичный модуль. Автоматический ночник с настройкой порога срабатывания.	Практическая работа
13	Датчик температуры и влажности	1	Подключение доступного датчика. Получение данных, проверка разумности показаний, сигнал о выходе за порог.	Лабораторная работа
14	Ультразвуковой датчик расстояния	1	Измерение времени отклика и вычисление расстояния. Парковочный индикатор со световой или звуковой шкалой.	Практическая работа
15	Датчик движения	1	Работа датчика движения или его аналога. Создание охранной сигнализации с задержкой постановки на охрану.	Практическая работа
16	Устройства ручного управления	1	Джойстик, ИК-пульт, энкодер, сенсорная кнопка или аналог. Преобразование команды пользователя в действие.	Практическая работа
17	Дисплеи и индикаторы	1	LCD, OLED, семисегментный индикатор или аналог. Вывод измеряемого значения и состояния устройства.	Практическая работа
18	Библиотеки и готовые примеры	1	Назначение библиотеки и примера. Подключение незнакомого модуля по документации; изменение примера под свою схему.	Самостоятельная работа
19	Сервопривод	1	Положение сервопривода и программное управление углом. Автоматический шлагбаум или заслонка по сигналу датчика.	Практическая работа
20	Электродвигатель и питание	1	Почему двигатель нельзя подключать напрямую к выводу платы. Транзисторный ключ или модуль управления, отдельное питание, общий провод.	Чек-лист безопасности
21	Драйвер двигателя	1	Управление направлением и скоростью вращения через драйвер. Испытание привода без механической нагрузки.	Практическая работа
22	Звуковые устройства	1	Активный или пассивный зуммер, tone(). Создание сигнализации, метронома или короткой звуковой последовательности.	Творческое задание
23	Работа без delay()	1	Ограничения блокирующей задержки. millis(), интервалы и независимые действия. Свет и звук работают одновременно.	Задание с дополнением кода
24	Режимы работы устройства	1	Состояния «ожидание», «работа», «тревога» и переходы между ними. Создание системы с несколькими режимами.	Практическая работа
25	Элементы умного дома	1	Объединение датчика, органа управления и исполнительного устройства. Автоматическое освещение, безопасность или контроль микроклимата.	Комплексная работа
26	Устройство роботизированной машинки	1	Шасси, приводы, питание и направление движения. Последовательная проверка каждого двигателя.	Комплексная работа
27	Автономное движение	1	Использование датчика расстояния или линии. Алгоритм объезда препятствия либо движения по разметке.	Комплексная работа
28	Диагностическая лаборатория	1	Поиск ошибок в специально неисправных схемах и программах: питание, полярность, соединения, выводы,	Диагностическая работа

№	Тема занятия	Ча сы	Содержание и практическая деятельность	Контроль
			библиотека и логика.	
29	Проект по техническому заданию	1	Создание устройства по заданным функциям и ограничениям без полной монтажной схемы и готового кода.	Мини-проект
30	Выбор собственного проекта	1	Проблема, пользователь, назначение, функции и критерии успешности. Выбор индивидуальной или командной работы.	Проектный замысел
31	Проектирование	1	Перечень компонентов, схема соединений, алгоритм, распределение ролей и план испытаний. Заполнение паспорта проекта.	Экспертиза проекта
32	Создание прототипа	1	Сборка подсистем, их отдельная проверка, объединение и программирование. Фиксация изменений.	Практическая работа
33	Испытание и улучшение	1	Испытания по заранее определённым критериям. Поиск слабых мест, корректировка схемы и кода, подготовка демонстрации.	Карта испытаний
34	Защита проектов	1	Демонстрация работающего прототипа, объяснение схемы и алгоритма, ответы на вопросы, рефлексия и определение дальнейших улучшений.	Итоговая защита

2.3. Формы контроля и аттестации

Контроль носит преимущественно формирующий характер и показывает обучающемуся, какой этап разработки уже освоен и в чём требуется дополнительная практика. Традиционная отметка за входную диагностику не выставляется.

Вид контроля	Срок	Форма	Результат
Входной	Занятие 1	Короткое задание на понимание алгоритма, правил безопасности и назначения компонентов	Определение стартового уровня; без отметки
Текущий	Каждое занятие	Наблюдение, чек-лист сборки, проверка программы, устное объяснение	Корректирующая обратная связь
Тематический	Занятия 10, 18, 24, 28, 29	Мини-проект, самостоятельное подключение, диагностическая работа	Фиксация уровня самостоятельности
Итоговый	Занятия 30–34	Паспорт проекта, действующий прототип, испытания, демонстрация и защита	Критериальная оценка проекта

Критерии итогового проекта

Критерий	0 баллов	1 балл	2 балла
Постановка задачи	Назначение не определено	Назначение понятно, но требования неполны	Есть понятная проблема, функции и критерии успешности
Электрическая схема	Собрана только с постоянной помощью	Работает после отдельных подсказок	Собрана аккуратно и объяснена автором
Алгоритм и программа	Код не соответствует задаче	Основные функции реализованы	Логика понятна, код изменён осмысленно и структурирован
Работоспособность	Основная функция не демонстрируется	Основная функция работает частично или нестабильно	Основная функция устойчиво выполняется
Испытания и улучшение	Испытания не зафиксированы	Проведена одна проверка	Есть критерии, несколько испытаний и обоснованное улучшение
Самостоятельность и защита	Автор затрудняется объяснить решение	Объясняет основные действия	Объясняет выбор компонентов, ошибки и ход разработки

Интерпретация результата: 10–12 баллов — уверенное освоение; 7–9 баллов — достаточное освоение; 4–6 баллов — базовое освоение при поддержке; 0–3 балла — требуется продолжение работы и повторная демонстрация отдельных действий. Баллы используются для обратной связи и не обязаны переводиться в школьную отметку.

2.4. Методическое обеспечение

Основной методический принцип программы — постепенное снятие учебной поддержки. Это предотвращает ситуацию, когда обучающийся умеет только повторять готовую сборку, но не может начать собственный проект.

Занятия	Поддержка педагога	Самостоятельное действие обучающегося
1–6	Подробная монтажная схема, готовая основа программы, пошаговый чек-лист	Точно собрать, запустить и объяснить результат
7–17	Неполная схема или код с пропусками,	Дополнить решение и проверить изменение

Занятия	Поддержка педагога	Самостоятельное действие обучающегося
	задания на изменение параметров	
18–24	Задача и перечень доступных компонентов без полного решения	Найти пример, выбрать подключение и адаптировать код
25–29	Техническое задание с функциями и ограничениями	Предложить и реализовать один из нескольких вариантов
30–34	Консультации и критерии проекта	Самостоятельно спроектировать, испытать и представить устройство

Рекомендуемая структура занятия продолжительностью 40 минут

Этап	Время
Организационный этап и безопасность	3 мин
Проблемная ситуация и постановка задачи	4 мин
Мини-объяснение и демонстрация	8 мин
Практическая работа	20 мин
Проверка по чек-листу и фиксация результата	3 мин
Рефлексия и уборка рабочего места	2 мин

Дифференциация заданий

51. базовый уровень — собрать работоспособную схему, загрузить программу и объяснить назначение основных элементов;
52. повышенный уровень — изменить параметры, добавить условие, режим или дополнительный индикатор;
53. творческий уровень — предложить собственную функцию, упростить схему, улучшить алгоритм или оформить конструкцию.

При работе в парах роли меняются на каждом занятии. «Сборщик» отвечает за монтаж и проверку соединений, «программист-диагност» — за код, сообщения компилятора и монитор порта. Оба участника обязаны уметь объяснить итоговую схему и программу.

2.5. Материально-техническое обеспечение

Программа рассчитана на широкий ассортимент Arduino-совместимых наборов. Конкретная модель компонента может заменяться аналогом при сохранении изучаемого принципа.

Обязательный базовый комплект:

54. компьютер или ноутбук — один на одного-двух обучающихся;
55. плата Arduino Uno, Nano или совместимая плата с USB-кабелем;
56. макетная плата, соединительные провода, резисторы, светодиоды, кнопки, потенциометры;
57. зуммер, датчик освещённости, датчик температуры, датчик расстояния и датчик движения либо их функциональные аналоги;
58. сервопривод, двигатель постоянного тока и безопасный модуль управления двигателем;
59. дисплей или иной многосимвольный индикатор;
60. один-два мультиметра для проверки питания и соединений;

61. контейнеры или подписанные ячейки для раздельного хранения компонентов.

Желательное дополнительное оборудование:

62. набор «умный дом», шасси роботизированной машинки, датчики линии, ИК-пульт, джойстик, энкодер, реле-модуль;
63. защитные коврики, органайзеры, запасные USB-кабели и расходные соединительные провода;
64. 3D-принтер для изготовления корпусов и креплений — при наличии.

Программное обеспечение: Arduino IDE или совместимая среда программирования, драйверы используемых плат, заранее установленные библиотеки для имеющихся датчиков и дисплеев. Допускается применение локального или сетевого симулятора как дополнительного средства подготовки, но основные результаты проверяются на реальном устройстве.

Взаимозаменяемость компонентов

Учебная функция	Возможные компоненты
Измерение освещённости	Фоторезистор с делителем напряжения, готовый аналоговый или цифровой световой модуль
Температура и влажность	Термистор, DHT11/DHT22, DS18B20 или совместимый модуль
Расстояние или приближение	Ультразвуковой, инфракрасный или иной доступный датчик расстояния
Движение и присутствие	PIR-датчик, ИК-барьер, датчик наклона или иной дискретный датчик
Отображение информации	LCD 1602, OLED, семисегментный индикатор, светодиодная шкала
Ручное управление	Кнопка, потенциометр, джойстик, энкодер, ИК-пульт, сенсорная панель
Механическое действие	Сервопривод, двигатель постоянного тока с драйвером, шаговый двигатель с модулем управления

2.6. Требования безопасности

Практические работы выполняются только с исправным низковольтным оборудованием под контролем педагога. Использование сетевого напряжения 220 В в ученических схемах запрещается. Реле-модули изучаются только на безопасной низковольтной нагрузке.

65. До начала работы осмотреть плату, кабель и компоненты; повреждённое оборудование не использовать.
66. Собирать и изменять электрическую схему только при отключённом USB-кабеле и внешнем питании.
67. Перед включением проверить полярность, номинал резистора, отсутствие прямого соединения питания и общего провода.
68. Не подключать двигатель, реле, мощную лампу или другую нагрузку непосредственно к выводу микроконтроллера.
69. Внешнее питание и силовые модули подключать только после проверки педагогом; использовать общий провод согласно схеме.
70. Не касаться движущихся деталей привода, не останавливать вал двигателя рукой, закреплять свободные провода.

71. При нагреве, запахе, дыме, нестабильной работе или необычном звуке немедленно отключить питание и сообщить педагогу.
72. Не работать мокрыми руками, не размещать жидкости рядом с оборудованием, поддерживать порядок на рабочем месте.
73. Соблюдать безопасную посадку за компьютером; чередовать работу с экраном и физическую сборку устройства.
74. После занятия отключить питание, разобрать временную схему по указанию педагога и вернуть компоненты в подписанные ячейки.

Пайка, работа с литий-ионными аккумуляторами, сетевым напряжением и нагревательными элементами не входят в обязательное содержание программы. Их включение возможно только при наличии отдельного оборудования, локальной инструкции, средств защиты и специального инструктажа.

2.7. Информационное обеспечение и нормативная основа

Программа разработана с учётом следующих документов и ресурсов, актуальных на 30 августа 2026 года:

75. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в действующей редакции).
76. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
77. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года, утверждённая распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р, с изменениями, утверждёнными распоряжением от 01.07.2025 № 1745-р.
78. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи», с учётом изменений, вступающих в силу с 01.09.2026.
79. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (в действующей редакции).
80. Локальные акты МАОУ ЦО «Развитие»: правила внутреннего распорядка, инструкции по охране труда и порядок реализации дополнительных общеобразовательных программ.
81. Официальная справочная система Arduino: <https://docs.arduino.cc/language-reference/>
82. Официальные учебные материалы Arduino: <https://docs.arduino.cc/learn/>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Чек-лист перед включением схемы

№	Проверка	Готово
1	Плата и USB-кабель не имеют видимых повреждений	☐
2	Схема собиралась при отключённом питании	☐
3	Шины питания макетной платы определены правильно	☐
4	Питание и GND не соединены напрямую	☐
5	Полярные компоненты подключены верно	☐
6	У светодиодов установлены токоограничивающие резисторы	☐
7	Сигнальные провода подключены к тем выводам, которые указаны в программе	☐
8	Двигатели и другие мощные нагрузки подключены через модуль управления	☐
9	Соседние провода не замыкают друг друга	☐
10	Схема проверена партнёром или педагогом, если этого требует карточка задания	☐

Приложение 2. Алгоритм поиска неисправности

83. Опиши неисправность одним предложением: что должно происходить и что происходит фактически.
84. Отключи питание и осмотри схему: питание, GND, полярность, разрывы и короткие замыкания.
85. Сравни номера выводов в схеме и программе.
86. Проверь, выбрана ли правильная плата и порт, успешно ли завершилась загрузка программы.
87. Выведи промежуточные значения в монитор последовательного порта.
88. Проверь подсистемы отдельно: сначала датчик, затем исполнительное устройство, затем общую логику.
89. Замени один подозрительный элемент или провод, не меняя одновременно всю схему.
90. После каждого изменения повтори испытание и запиши результат.
91. Если обращаешься за помощью, покажи схему, код, сообщение об ошибке и уже выполненные проверки.

Приложение 3. Паспорт учебного проекта

Поле	Заполняется обучающимся
Название проекта	_____
Автор(ы)	_____
Проблема или потребность	_____ _____
Пользователь устройства	_____
Основная функция	_____
Дополнительные функции	_____ _____
Компоненты	_____ _____
Входные данные	_____
Выходные действия	_____
Краткий алгоритм	_____ _____ _____
Критерий успешности	_____ _____
Выявленные ошибки	_____ _____
Внесённые улучшения	_____ _____
Что можно добавить далее	_____ _____ _____

Приложение 4. Карта испытаний проекта

№	Условие испытания	Ожидаемый результат	Получен?	Что изменить
1	_____	_____	☐ да ☐ нет	_____
2	_____	_____	☐ да ☐ нет	_____
3	_____	_____	☐ да ☐ нет	_____
4	_____	_____	☐ да ☐ нет	_____
5	_____	_____	☐ да ☐ нет	_____

Приложение 5. Примеры технических заданий

Проект	Функциональные требования
Автоматический светильник	Включает освещение при недостатке света; имеет ручное отключение; порог можно настроить без переписывания всей программы.
Контроль микроклимата	Показывает температуру или влажность; предупреждает о выходе за установленный диапазон; не подаёт постоянный раздражающий сигнал.
Охранное устройство	Переходит в режим охраны после задержки; обнаруживает событие; выдаёт световой или звуковой сигнал; сбрасывается пользователем.
Парковочный помощник	Определяет приближение объекта; имеет не менее трёх уровней предупреждения; корректно работает в выбранном диапазоне расстояний.
Автоматический шлагбаум	Обнаруживает объект или получает команду; открывает и закрывает заслонку; не выполняет непрерывных рывков в крайних положениях.
Роботизированная машинка	Начинает движение по команде; обнаруживает препятствие или линию; изменяет движение согласно выбранному алгоритму; безопасно останавливается.

Приложение 6. Лист рефлексии после защиты

Вопрос	Ответ
Самая удачная часть проекта	
Самая сложная ошибка	
Как была найдена причина ошибки	
Что выполнено самостоятельно	
Какой совет можно дать следующей группе	
Следующее улучшение проекта	