МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ
МАГАДАНСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДЕТСКО-ЮНОШЕСКИЙ ЦЕНТР «ЮНОСТЬ»

Принята на заседании педагогического совета
«10» сентября 2026 г.
Протокол № 4

«УТВЕРЖДАЮ»
И. о. директора
_____ И. Г. Яркова
Приказ № 440 от «10» 09 2026 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ (ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ) ПРОГРАММА ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
«СКЕТЧ-ИНЖИНИРИНГ: РОБОАРДУ»

Уровень программы: *стартовый*
Срок реализации программы: *1 год, 216 ч.(6ч. в неделю, 36 учебных недель)*
Возрастная категория: 12-13 лет
Состав группы: до 12 чел.
Форма обучения: *очная*
Вид программы: *модифицированная*
Программа реализуется на *бюджетной основе*
ID-номер программы в Навигаторе:

Авторы-составители:
Дерягина Валентина Викторовна,
педагог дополнительного образования.

Магадан, 2026

Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «СКЕТЧ-ИНЖИНИРИНГ: РОБОАРДУ» (далее Программа) имеет техническую направленность ориентирована на развитие интереса детей к инженерной деятельности, современным технологиям. При разработке программы учтены требования следующих нормативных правовых документов:

− Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);

− «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации», утвержденная указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 года № 145;

− «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года № 678-р;

− «План основных мероприятий, проводимых в рамках Десятилетия детства, на период до 2027 года», утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 января 2021 года № 122-р;

− «План основных мероприятий Министерства просвещения Российской Федерации по проведению в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий», утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации 23 августа 2022 года № 758;

− «Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам», утвержденный приказом Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 года № 629;

− Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22 сентября 2021 года № 652н;

− «Порядок организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ от 5 августа 2020 г. № 882/391;

− Санитарные правила СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 года № 28;

− «Стратегия социально-экономического развития Магаданской области на период до 2030 года», утвержденная постановлением Правительства Магаданской области от 05 марта 2020 года № 146-пп;

− Распоряжение Правительства Магаданской области от 28 декабря 2023 года № 430-рп «О внесении изменений в распоряжение Правительства Магаданской области от 09 августа 2022 г. № 302-рп»;

- Распоряжение Правительства РФ от 01.-07.2025 №1745-р» О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 31.03 2022 №678-р и об утверждении Плана мероприятий по реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года, II этап (2025-2030 годы);

− Методические рекомендации по разработке дополнительных общеразвивающих программ (письмо министерства Просвещения РФ от 23.01.2026 № АБ-254/06);

− Федеральный закон №261-ФЗ от 14.07. 2022 «О российском движении детей и молодежи»;

− Устав МОГАУ ДО «Детско-юношеский центр «Юность»;

− Положение о детском технопарке «Кванториум Магадан».

Актуальность программы

Программа отвечает вызовам стремительного развития микроэлектроники, автоматизации и интернета вещей (IoT). Направлена

на преодоление барьера между сугубо визуальным и прикладным текстово-блочным кодингом. Платформа Arduino является мировым стандартом для прототипирования смарт-систем. Использование визуальной программной среды ArduBlock позволяет обучающимся изучать сложную архитектуру кода C++ без риска совершить синтаксические ошибки в тексте (забытые точки с запятой, скобки). Изучение реальной схемотехники на беспаечных макетных платах развивает у подростков инженерное, алгоритмическое и системное мышление, связывая абстрактные законы физики с осязаемым результатом работы собранных гаджетов.

Адресат программы.

Возраст учащихся: 12–13 лет (средний школьный возраст).

Наполняемость групп: до 12 человек (обусловлено жесткими требованиями безопасности при работе с электронными компонентами и измерительными приборами для обеспечения безопасности и индивидуального подхода).

Форма обучения по программе – очная.

Особенности организации образовательного процесса.

Программа рассчитана на 216 часов, ее освоение не требует владения специальными предметными знаниями. Занятия в соответствии с учебно-тематическим планом проводятся согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам СанПин «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» СП 2.4.4.36-48-20 (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 №28).

На первом этапе обучающиеся знакомятся с правилами техники безопасности, осваивают основные навыки работы в ardublock.

В качестве результата освоения образовательной программы предполагается, что обучающиеся освоят базовые навыки блочного

программирования, навыки конструирования и составления программ для роботов.

Формат работы: командный (работа в парах за одним ПК и лабораторным набором компонентов) и индивидуальный (на этапе проектирования персональных алгоритмов).

Специфика занятий: глубокая интеграция аппаратной части (схемотехника на макетных платах Breadboard) и программной логики (ArduBlock). Программа адаптивна. Занятия строятся по гибкому графику: первый академический час посвящается изучению физических свойств нового датчика и сборке цепи, второй — визуальному скетчингу, прошивке контроллера, отладке и тестированию готовой системы.

Режим, периодичность и продолжительность занятий

В течение недели проводятся 3 занятия по 2 академических часа в соответствие с расписанием, с 10 минутным перерывом. Основная форма: групповые, индивидуальные занятия, срок реализации – 1 год.

Цель: Формирование базовых компетенций в области практической схемотехники, микроэлектроники и алгоритмизации у подростков 12–13 лет посредством проектирования и программирования микроконтроллерных систем на платформе Arduino в среде ArduBlock.

Задачи:

Обучающие

- Обучать правилам электробезопасности при работе с измерительными приборами, ПК и компонентами под напряжением.
- Осваивать навыки чтения и самостоятельного составления принципиальных электрических схем устройств.
- Формировать навыки блочно-текстового программирования в среде ArduBlock (логические ветвления, циклы, математические операции, работа с переменными).
- Учить подключать, калибровать и программно обрабатывать сигналы с аналоговых и цифровых датчиков и исполнительных механизмов.

Развивающие (метапредметные)

- Развивать аналитическое, инженерное и причинно-следственное мышление.
- Формировать навыки дебаггинга — поиска и устранения аппаратных неисправностей в цепях и логических ошибок в коде.

Воспитательные

- Воспитывать культуру командного взаимодействия, взаимопомощи и распределения инженерных ролей.
- Формировать настойчивость, целеустремленность и умение доводить сложный технический проект до рабочего финала.
- Развивать бережное отношение к высокотехнологичному лабораторному оборудованию Промробоквантума.

Содержание программы

Учебно-тематический план

№	Наименование учебного модуля	Количество часов			Форма контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	***Модуль 1. Вводный: Знакомство с Кванториумом и Промробоквантумом***	***8***	***4***	***4***	Стартовый квест, презентация идей
	Инструктаж по ТБ. Электробезопасность. Правила поведения в Кванториуме. Экскурсия.	2	1	1	Устный опрос, инструктаж
	Профессия инженер в современном мире. История робототехники: от автоматов до IoT.	2	1	1	Беседа, анкетирование
	Вехи истории робототехники. От механических автоматов до киберфизических систем.	2	1	1	Защита идеи в паре
	Входной контроль. Стартовый квест-тест и подведение итогов вводного модуля.	2	1	1	Интерактивная викторина
2	***Модуль 2. Платформа Arduino, ее возможности и способы применения***	***30***	***12***	***18***	Практическая проверка тестовых цепей

	Анатомия платы Arduino. Как устроен мозг робота? Назначение пинов.	2	1	1	Практическая проверка
	Электрический ток и закон Ома. Базовые законы схемотехники.	2	1	1	Решение расчетных задач
	Полупроводники на защите цепи. Изучение светодиода и резистора.	2	1	1	Лабораторная работа
	Измерительный инструмент инженера. Практика работы с мультиметром.	2	1	1	Практический навык
	Пространство для творчества. Знакомство с беспаечной макетной платой (Breadboard).	2	1	1	Тест контактов
	Сборка первой замкнутой цепи. Подача питания 5V с платы Arduino.	2	1	1	Демонстрация работы цепи
	Виртуальная схемотехника. Знакомство с Autodesk Tinkercad Circuits.	2	1	1	Скриншот проекта
	Моделирование аварийных ситуаций. Исследование КЗ и перегрузок в Tinkercad.	2	1	1	Анализ виртуальной ситуации
	Комбинированный практикум. Перенос схемы из Tinkercad в реальность.	2	1	1	Сравнение схем
	Сложные схемы. Последовательное и параллельное соединение компонентов.	2	1	1	Измерение мультиметром
	Управление без программ. Сборка схемы со светодиодом и тактовой кнопкой.	2	1	1	Демонстрация
	Проектирование комплексного кейса «Инженерная сигнализация» (Часть 1 — Схема).	2	1	1	Проверка монтажа
	Проектирование комплексного кейса «Инженерная сигнализация» (Часть 2 — Тестирование).	2	0	2	Работа в парах, взаимоконтроль
	Подготовка к промежуточной аттестации. Повторение и разбор сложных схем.	2	0	2	Игра «Найди баг»
	Промежуточная аттестация (в рамках модуля). Защита практических кейсов.	2	0	2	Защита мини-проекта
3	***Модуль 3. Системы программирования для Arduino и среда ArduBlock***	***48***	***15***	***33***	Выставка виртуальных скетч-проектов
	Текстовые среды против блоков. Настройка ПО (Arduino IDE + ArduBlock).	2	1	1	Настройка среды
	Структура скетча в ArduBlock. Кейс «Маяк» (setup и loop).	2	1	1	Первая прошивка
	Линейная логика. Кейс «Инженерный светофор» (Часть 1 — Схема).	2	1	1	Сборка цепи

	Линейная логика. Кейс «Инженерный светофор» (Часть 2 — Алгоритм).	2	0	2	Демонстрация алгоритма
	Оптимизация кода. Кейс «Бегущий огонь» (Часть 1 — Сборка).	2	0	2	Проверка монтажа
	Оптимизация кода. Кейс «Бегущий огонь» (Часть 2 — Программирование).	2	0	2	Демонстрация
	Понятие переменной. Вывод данных в Монитор последовательного порта.	2	1	1	Вывод данных в порт
	Математические операции в коде. Кейс «Таймер обратного отсчета».	2	1	1	Демонстрация
	Логический выбор робота. Условный блок «Если... то».	2	1	1	Практическая проверка
	Операторы сравнения. Кейс «Умный климат-контроль».	2	1	1	Демонстрация
	Сложные условия. Логический оператор «И» (AND).	2	1	1	Практическая проверка
	Сложные условия. Логический оператор «ИЛИ» (OR).	2	1	1	Практическая проверка
	Кейс-практикум «Защитная блокировка промышленного станка».	2	0	2	Демонстрация
	Циклические вычисления. Блок локального цикла «Повторять пока».	2	1	1	Практическая проверка
	Управление итерациями цикла. Кейс «Запуск ракеты».	2	1	1	Демонстрация
	Виртуальное прототипирование. Перенос блочного кода в Tinkercad.	2	1	1	Скриншот проекта
	Синхронизация виртуальной схемы и кода из ArduBlock.	2	0	2	Отладка
	Отладка и поиск багов. Чтение лога ошибок компилятора.	2	1	1	Анализ ошибок
	Практикум «Охота на жуков» (исправление сломанных скетчей).	2	0	2	Соревнование
	Проект модуля «Интеллектуальное освещение» (Разработка ТЗ).	2	1	1	Защита ТЗ
	Проект «Интеллектуальное освещение» (Создание блок-схемы алгоритма).	2	1	1	Проверка схемы
	Проект «Интеллектуальное освещение» (Написание многоуровневого кода).	2	0	2	Проверка кода
	Проект «Интеллектуальное освещение» (Монтаж физической схемы).	2	0	2	Проверка монтажа
	Проект «Интеллектуальное освещение» (Финальная отладка и калибровка).	2	0	2	Демонстрация
4	***Промежуточная аттестация (1***	***10***	***0***	***10***	Соревнования

	полугодие)				или защита мини-проектов
	Промежуточная аттестация (1 полугодие). Защита кейсов «Умный светофор».	2	0	2	Защита проекта
	Промежуточная аттестация. Продолжение защит и разбор результатов.	2	0	2	Защита проекта
	Промежуточная аттестация. Финальный разбор и консервация оборудования.	2	0	2	Аудит
	Промежуточная аттестация. Резерв / Разбор типичных ошибок.	2	0	2	Беседа
	Промежуточная аттестация. Подведение итогов 1 полугодия. Выдача сертификатов.	2	0	2	Награждение
5	***Модуль 4. Знакомство с датчиками и модулями Arduino от простого к сложному***	***114***	***28***	***86***	Лабораторный практикум, защита кейсов
	Расширение возможностей светодиода. Знакомство с RGB-модулем.	2	1	1	Демонстрация
	Плавное управление светом. ШИМ-сигнал в ArduBlock.	2	1	1	Практическая проверка
	Комбинирование ШИМ и RGB. Кейс «Светильник настроения».	2	1	1	Демонстрация
	Творческий практикум по теме «ШИМ и световые эффекты» (Часть 1).	2	1	1	Творческий отчет
	Творческий практикум по теме «ШИМ и световые эффекты» (Часть 2).	2	0	2	Творческий отчет
	Творческий практикум по теме «ШИМ и световые эффекты» (Часть 3).	2	0	2	Творческий отчет
	Творческий практикум по теме «ШИМ и световые эффекты» (Часть 4).	2	0	2	Творческий отчет
	Тактовая кнопка как переключатель режимов. Триггерная логика.	2	1	1	Практическая проверка
	Практикум по усложненным алгоритмам обработки кнопок. Кейс «Кодовый замок» (Часть 1).	2	1	1	Демонстрация
	Практикум по усложненным алгоритмам обработки кнопок (Часть 2).	2	0	2	Демонстрация
	Практикум по усложненным алгоритмам обработки кнопок (Часть 3).	2	0	2	Демонстрация
	Практикум по усложненным алгоритмам обработки кнопок (Часть 4).	2	0	2	Демонстрация
	Практикум по усложненным алгоритмам обработки кнопок (Часть 5).	2	0	2	Демонстрация

	Звук в робототехнике. Изучение пьезоэлемента (Buzzer).	2	1	1	Демонстрация
	Программирование полифонии. Кейс «Музыкальная шкатулка».	2	1	1	Демонстрация
	Эхолокация машин. Ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04.	2	1	1	Измерение
	Калибровка и диапазоны дальномера. Кейс «Электронная линейка».	2	1	1	Калибровка
	Интеграция звука и ультразвука. Кейс «Акустический датчик парковки».	2	1	1	Демонстрация
	Творческий практикум: «Дальномеры и звуковые системы» (Часть 1).	2	1	1	Творческий отчет
	Творческий практикум: «Дальномеры и звуковые системы» (Часть 2).	2	0	2	Творческий отчет
	Творческий практикум: «Дальномеры и звуковые системы» (Часть 3).	2	0	2	Творческий отчет
	Мониторинг окружающей среды. Датчик температуры и влажности DHT11.	2	1	1	Вывод в порт
	Реагирование на тепловой порог. Кейс «Аварийный пожарный извещатель».	2	1	1	Демонстрация
	Проектный практикум: Кейс «Домашняя автоматическая метеостанция» (Часть 1).	2	1	1	Проверка ТЗ
	Проектный практикум: Кейс «Домашняя автоматическая метеостанция» (Часть 2).	2	0	2	Демонстрация
	Проектный практикум: Кейс «Домашняя автоматическая метеостанция» (Часть 3).	2	0	2	Демонстрация
	Проектный практикум: Кейс «Домашняя автоматическая метеостанция» (Часть 4).	2	0	2	Демонстрация
	Проектный практикум: Кейс «Домашняя автоматическая метеостанция» (Часть 5).	2	0	2	Демонстрация
	Восприятие шума. Знакомство с датчиком звука (микрофоном).	2	1	1	Калибровка
	Управление звуком. Кейс «Светильник, включающийся по хлопку».	2	1	1	Демонстрация
	Практикум по сложным акустическим системам. Кейс «Секретный замок» (Часть 1).	2	1	1	Демонстрация
	Практикум по сложным акустическим системам (Часть 2).	2	0	2	Демонстрация
	Практикум по сложным акустическим системам (Часть 3).	2	0	2	Демонстрация
	Практикум по сложным акустическим системам (Часть 4).	2	0	2	Демонстрация

	Мир исполнительных механизмов. Знакомство с сервоприводом SG90.	2	1	1	Демонстрация
	Синхронизация датчика и привода. Кейс «Автоматический шлагбаум».	2	1	1	Демонстрация
	Проектный практикум: Кейс «Сортировщик деталей» (Часть 1).	2	1	1	Проверка механики
	Проектный практикум: Кейс «Сортировщик деталей» (Часть 2).	2	0	2	Демонстрация
	Проектный практикум: Кейс «Сортировщик деталей» (Часть 3).	2	0	2	Демонстрация
	Проектный практикум: Кейс «Сортировщик деталей» (Часть 4).	2	0	2	Демонстрация
	Проектный практикум: Кейс «Сортировщик деталей» (Часть 5).	2	0	2	Демонстрация
	Проектный практикум: Кейс «Сортировщик деталей» (Часть 6).	2	0	2	Демонстрация
	Силовая электроника роботов. Изучение драйвера моторов L298N.	2	1	1	Практическая проверка
	Управление скоростью двигателей. Пины ENA и ENB драйвера.	2	1	1	Практическая проверка
	Сборка мобильной платформы «РобоАрду». Механическая компоновка.	2	0	2	Аудит сборки
	Коммутация кабельной сети робота. Объединение двух бортов.	2	1	1	Проверка монтажа
	Первые шаги «РобоАрду». Алгоритмы базового маневрирования.	2	1	1	Заезд на полигоне
	Защита от столкновений. Интеграция сонара на шасси робота.	2	1	1	Заезд на полигоне
	Видение дороги. Знакомство с ИК-датчиками линии.	2	1	1	Калибровка
	Движение по трассе. Релейный алгоритм следования по линии (Часть 1).	2	0	2	Заезд на полигоне
	Движение по трассе. Релейный алгоритм следования по линии (Часть 2).	2	0	2	Заезд на полигоне
	Старт хакатона. Выбор тем и техническое проектирование.	2	1	1	Защита ТЗ
	Практикум хакатона. Конструирование	2	0	2	Аудит механики

	каркасов систем.				
	Практикум хакатона. Сборка многоуровневых электрических цепей.	2	0	2	Аудит монтажа
	Практикум хакатона. Скетчинг и программирование логики в ArduBlock.	2	0	2	Проверка кода
	Практикум хакатона. Пусконаладочные испытания и калибровка.	2	0	2	Тестирование
	Финал хакатона. Подготовка к публичной защите.	2	0	2	Репетиция
6	***Итоговая аттестация (2 полугодие)***	***6***	***0***	***6***	Соревнования или защита итоговых проектов
	ИТОГО:	**216**	**59**	**157**	

Содержание учебного плана, планируемые результаты

№	Раздел, тема занятий, кейс	Количество часов теории (что должен знать)	Количество часов практики (что должен уметь)	Компетентностная траектория (метапредметные, личностные результаты)
1	**Модуль 1. Вводный: Знакомство с Кванториумом и Промробоквантумом 8 ч.**			
1.1	Инструктаж по ТБ. Электробезопасность. Правила поведения в Кванториуме. Экскурсия.	2 ч. Ззнать правила работы с током, электрооборудованием, план эвакуации и расположение зон лаборатории.	0 часов. Практика на данном занятии не предусмотрена.	Направлено на развитие дисциплины, ответственности за свою безопасность и здоровье группы.
1.2	Профессия инженер в современном мире. История робототехники: от автоматов до IoT.	2 ч. Знать вехи развития автоматики, законы Азимова, задачи инженера и структуру роботизированных производств.	4 ч. Уметь анализировать технологические процессы, классифицировать роботов по поколениям и сферам применения.	Формирование первичного профессиональн ого самоопределени я и устойчивого интереса к технологиям.
2	**Модуль 2. Платформа Arduino, ее возможности и способы применения 30 ч.**			
2.1	Архитектура микроконтроллера Arduino. Анатомия платы (Uno/Nano). Назначение пинов.	4 ч. Знать устройство платы, отличие цифровых пинов от аналоговых, назначение портов питания (VCC,	6 ч. Уметь визуально определять элементы платы, безопасно подключать кабель питания и проверять статус-диоды.	Развитие пространственно го и системного мышления, бережного отношения к полупроводнико

		GND) и чипа ATMega.		вой электронике.
2.2	Понятие электрической цепи. Закон Ома. Базовые компоненты: резистор и светодиод.	4 ч. Знать понятия силы тока, напряжения, сопротивления, правила расчета номинала резистора для светодиода.	6 ч. Уметь пользоваться мультиметром для измерения сопротивления, собирать простейшую замкнутую цепь.	Формирование междисциплинарных связей (практическая физика), развитие аналитических навыков.
2.3	Макетирование без пайки. Устройство Breadboard. Специфика симулятора Tinkercad.	2 ч. Знать структуру шин макетной платы, правила работы в виртуальной лаборатории Tinkercad.	8 ч. Уметь безопасно коммутировать компоненты на бредборде, собирать и тестировать схемы в симуляторе.	Развитие мелкой моторики, аккуратности и базовой компьютерной грамотности.
3	**Модуль 3. Системы программирования для Arduino и среда ArduBlock 48 ч.**			
3.1	Обзор систем программирования для Arduino (от текстового C++ до блочных сред).	4 ч. Знать отличия компилируемых языков от интерпретируемых, преимущества блочно-визуального кодинга для старта.	6 ч. Уметь запускать Arduino IDE, подключать плагин ArduBlock и настраивать порт соединения с контроллером.	Развитие логического мышления, понимания структуры программного обеспечения компьютерных систем.
3.2	Интерфейс ArduBlock. Категории блоков. Управление пинами, «Первая прошивка».	4 ч. Знать расположение палитр блоков, логику блоков «Установить цифровой порт» и структуру бесконечного цикла.	14 ч. Уметь собирать алгоритм мигания светодиодом, изменять параметры задержки времени, загружать код в плату.	Направлено на развитие алгоритмической грамотности, точности выполнения инструкций и внимания.
3.3	Переменные, математические блоки и логические условия в ArduBlock.	4 ч. Знать понятие ячейки памяти (переменной), типы данных, назначение блоков условий если... то... иначе.	16 ч. Уметь создавать переменные для счетчиков, выстраивать разветвленные алгоритмы управления компонентами.	Развитие математического мышления, умения строить сложные логические цепочки.
4	**Промежуточная аттестация (1 полугодие) 10 ч.**			
4.1	Проведение соревнований или защита мини-проектов (например, «Умный светофор для	0 часов. Теоретическая часть не предусмотрена.	10 ч. Уметь составить схему, запрограммировать алгоритм в	Развитие презентационных навыков, уверенности при публичном

	сложного перекрестка»).		ArduBlock, публично объяснить работу устройства комиссии.	выступлении, навыка технической аргументации.
5	**Модуль 4. Знакомство с датчиками и модулями Arduino от простого к сложному 114 ч**			
5.1	Светодиод и ШИМ-сигнал. Мини-Кейсы «Автомобильный маячок», «Трехцветный светофор», «RGB-радуга».	4 ч. Знать разницу между дискретным и аналоговым (ШИМ) сигналами, принцип смешения цветов в RGB-диоде.	10 ч. Уметь плавно регулировать яркость светодиодов в ArduBlock, собирать многокомпонентные световые схемы.	Развитие креативности, пространственного моделирования и эстетического восприятия инженерного продукта.
5.2	Тактовая кнопка. Чтение цифрового сигнала. Мини-Кейсы «Кнопочный выключатель», «Кодовый замок».	2 ч. Знать явление дребезга контактов, назначение стягивающих и подтягивающих резисторов, чтение порта.	10 ч. Уметь кодить триггерное переключение режимов (одно нажатие — включить, второе — выключить).	Направлено на развитие причинно-следственного мышления и навыков аппаратного дебаггинга.
5.3	Ультразвуковой датчик расстояния (сонар) и пьезопищалка. Мини- Кейсы «Ультразвуковая рулетка».	4 ч. Знать принцип эхолокации, скорость распространения звука, генерацию частоты звука (Тон) зуммером.	12 ч. Уметь подключать сонар, переводить время отклика в сантиметры средствами блоков ArduBlock.	Формирование навыков работы с физическими величинами, развитие вычислительного мышления.
5.4	Измерение параметров среды. Датчик температуры и влажности (DHT11/DHT22). Мини-Кейсы «Термометр», «Домашняя метеостанция».	4 ч. Знать устройство датчиков среды, шкалу Цельсия, влажность в процентах, вывод данных в Монитор порта.	10 ч. Уметь подключать датчик температуры, программировать критические алармы (оповещения) при перегреве.	Развитие исследовательских навыков, умения собирать и анализировать экологические и физические метрики.
5.5	Акустические системы. Датчик звука (микрофон). Мини-Кейсы «Музыкальная шкатулка», «Акустический парктроник».	2 ч. Знать принцип преобразования звуковых колебаний в электрический сигнал, настройку чувствительности триггера.	10 ч. Уметь кодить включение исполнительных устройств по хлопку или превышению уровня шума.	Направлено на развитие нестандартного инженерного подхода и навыков тонкой калибровки датчиков.
5.6	Точное позиционирование. Сервопривод.	4 ч. Знать устройство сервомотора,	12 ч. Уметь использовать блоки управления	Развитие конструкторских навыков,

	Мини-Кейс «Автоматический шлагбаум с датчиком присутствия».	принцип широтно-импульсного управления углом поворота вала (от 0 до 180 градусов).	сервоприводом, синхронизировать угол поворота с показаниями сонара.	понимания принципов работы исполнительных механизмов в робототехнике.
5.7	Датчики линии (ИК-отражатели) и драйвер коллекторного электродвигателя. Компоновка робоплатформы.	4 ч. Знать принцип отражения ИК-лучей от черной и белой поверхностей, назначение Н-моста драйвера моторов.	8 ч. Уметь подключать силовое питание моторов отдельно от Arduino, собирать двухколесное шасси.	Развитие слесарно-сборочных навыков, пространственного конструирования сложных кабельных сетей.
5.8	Комплексный инженерный практикум. Разработка автономного колесного робота «РобоАрду».	4 ч. Знать алгоритмы следования по линии и обхода препятствий, правила компоновки мобильного робота.	14 ч. Уметь объединить все датчики и драйвер в одну программу ArduBlock для автономного прохождения трассы.	Формирование ответственности за общий командный результат, взаимовыручки и проектного мышления.
6	**Итоговая аттестация (2 полугодие) 6 ч.**			
6.1	Финальные соревнования роботов (следование по линии / мини-сумо)	0 часов. Теоретическая часть не предусмотрена.	6 ч. Уметь продемонстрировать стабильную работу робота на полигоне, защитить архитектуру скетча ArduBlock.	Формирование адекватной самооценки, стрессоустойчивости, навыков анализа результатов своей инженерной деятельности.

Планируемые результаты обучения по результатам освоения программы

В результате освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «СКЕТЧ-ИНЖИНИРИНГ: РОБОАРДУ» обучающиеся достигают следующих результатов:

Предметные результаты (Hard skills)

Знать:

- ✓ Правила техники безопасности и электробезопасности при работе с измерительными приборами, ПК и компонентами под напряжением.

- ✓ Принципы работы и назначение базовых электронных компонентов (резисторы, светодиоды, кнопки, потенциометры).
- ✓ Устройство и архитектуру микроконтроллерной платы Arduino (назначение цифровых, аналоговых, ШИМ и силовых пинов).
- ✓ Базовые законы электротехники (закон Ома, понятия силы тока, напряжения, короткого замыкания).
- ✓ Принципы работы датчиков (ультразвуковой, ИК-линии, звука, температуры DHT11) и исполнительных механизмов (сервопривод, мотор постоянного тока).
- ✓ Алгоритмические конструкции программирования (линейные, циклы, условия, логические операторы «И», «ИЛИ», «НЕ»).
- ✓ Принципы сопряжения силовой электроники (драйверы моторов) с логическими контроллерами.

Уметь:

- ✓ Читать и самостоятельно собирать электрические цепи на беспаечных макетных платах по принципиальным схемам.
- ✓ Пользоваться цифровым мультиметром для диагностики цепей (измерение сопротивления, напряжения, прозвонка соединений).
- ✓ Разрабатывать, тестировать и отлаживать алгоритмы управления устройствами в визуальной среде ArduBlock.
- ✓ Производить калибровку датчиков через Монитор последовательного порта.
- ✓ Конструировать и подключать мобильные автономные колесные платформы.
- ✓ Самостоятельно находить и устранять неисправности (плохой контакт, перепутанная полярность, логические ошибки в блоках кода).

Развивающие результаты (Soft skills / Метапредметные)

К концу обучения у учащихся будут развиты:

- ✓ Инженерно-аналитическое мышление: умение разбивать комплексную техническую задачу на подзадачи, выстраивать четкую логику процессов.
- ✓ Навыки технического дебаггинга: способность системно искать неисправности, выдвигать гипотезы возникновения ошибок в схеме/коде и проверять их.
- ✓ Командная коллаборация: умение эффективно взаимодействовать в паре, распределять обязанности (инженер-схемотехник и программист-скетчер), слушать чужие идеи.
- ✓ Презентационные навыки: умение емко, грамотно и с использованием технической терминологии защитить свой проект перед аудиторией.

Воспитательные результаты (Личностные)

В процессе обучения у учащихся будут сформированы:

- ✓ Профессиональная инженерная дисциплина, аккуратность при монтаже компонентов, усидчивость и настойчивость.
- ✓ Устойчивый интерес к изобретательству, микроэлектронике, программированию и профессиям научно-технического профиля.
- ✓ Бережное отношение к лабораторному оборудованию Кванториума, вычислительной технике и радиокомпонентам.
- ✓ Культура взаимопомощи внутри группы, уважение к чужому интеллектуальному и физическому труду.

Комплекс организационно-педагогических условий

Условия реализации программы

Реализация каждого подмодуля программы осуществляется в специализированной аудитории детского технопарка с использованием современного оборудования. Помещение оборудовано в соответствии с техническими нормами безопасности и оснащено:

-посадочные места по количеству обучающихся в группе;

-рабочее место педагога-наставника;

-сетевое оборудование;

-персональный компьютер, интерактивная панель;

-комплект канцелярских принадлежностей.

Необходимое материально-техническое оборудование

№	Наименование оборудования, радиокомпонентов и программного обеспечения	Количество
1	**Аппаратное обеспечение и приборы**	
1.1	Персональный компьютер / ноутбук (ОЗУ от 8 Гб, USB-порты) для учащихся	12 шт.
1.2	Персональный компьютер / ноутбук для педагога	1 шт.
1.3	Интерактивная панель или мультимедийный проектор	1 шт.
1.4	Цифровой мультиметр с измерительными щупами	12 шт.
2	**Учебно-лабораторные наборы и компоненты**	
2.1	Контроллер Arduino Uno R3 (с кабелем USB)	12 шт.
2.2	Беспаечная макетная плата Breadboard (830 точек)	12 шт.
2.3	Набор соединительных проводов-перемычек (папа-папа, папа-мама, мама-мама)	12 компл.
2.4	Электронные компоненты: резисторы (разного номинала), светодиоды (RGB, монохромные)	12 компл.

2.5	Тактовые кнопки, датчики звука, датчики температуры и влажности DHT11	по 12 шт.
2.6	Ультразвуковые датчики расстояния HC-SR04, ИК-датчики линии	по 12 шт.
2.7	Сервоприводы SG90, драйверы коллекторных моторов L298N	по 12 шт.
2.8	Двухколесные шасси роботов с редукторами и отсеками для батарей	16 компл.
2.9	Органайзеры пластиковые для хранения датчиков и радиодеталей	12 шт.
3	**Программное обеспечение (ПО)**	
3.1	Интегрированная среда разработки Arduino IDE с плагином ArduBlock (свободное ПО)	
3.2	Веб-интерфейс симулятора Autodesk Tinkercad Circuits (бесплатный доступ)	

Оценка, формы аттестации

Оценка приобретенных знаний, умений и навыков обучающихся осуществляется методом наблюдения в различных формах практико-ориентированной деятельности (соревнования, викторины, презентации и т. д.) и фиксации их умений во время выполнения работ по кейсу, защите артефакта в каждом подмодуле.

Формы аттестации:

- демонстрация результата участия в деятельности по решению кейса, изготовления артефакта в соответствии с взятой на себя ролью внутри команды;
- экспертная оценка материалов, продуктов по результатам деятельности по направлению;
- подготовка презентации по итогам работы над артефактом и оценки и самооценки.

Виды аттестации:

В рамках реализации программы предусмотрены следующие виды аттестации: -текущая-на занятии;

-промежуточная – по итогам освоения модуля, в форме сообщения или защиты артефакта, результат оценивается по критериям (приложение 1), в форме соревнований;

-итоговая – по результатам освоения программы, в форме презентации личных и командных результатов работы, проводится в формате презентации проекта и защита; в форме соревнований.

Методические материалы

При изучении тем по направлениям квантумов данная программа предусматривает использование фронтальной, групповой формы учебной деятельности обучающихся:

– фронтальная форма – для изучения нового материала, информация подаётся всей группе до 12 человек;

– групповая форма – помогает педагогу сплотить группу общим делом, способствует качественному выполнению задания, формированию коммуникативных навыков и компетенций (деятельность по решению кейса, изготовлению артефакта осуществляется в малых группах по 3-4-5 человек).

В процессе реализации программы используются следующие активные и интерактивные методы и формы занятия: наглядный, словесный, практический, работа с информацией, поиск информации; кейс-технологии; мозговой штурм; викторина, ролевая игра, соревнование, выставка, решение задач.

Единство и взаимосвязь методов обучения позволяет осуществлять обучение как совместную творческую деятельность педагога и обучающихся, сотворчество и сотрудничество, значительно повысить эффективность и качество подготовки обучающихся.

Информационные источники

Для педагога:

1. **Блум Д.** Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2021. — 344 с.
2. **Момот М. В.** Кулибин на Arduino. Роботы и гаджеты своими руками. — СПб.: БХВ-Петербург, 2022. — 184 с.
3. **Петин В. А.** Практическая энциклопедия Arduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2020. — 320 с.
4. **Ульрих Р.** Микроконтроллеры Arduino для начинающих. Практическое руководство по схемотехнике и программированию. — М.: ДМК Пресс, 2023. — 260 с.

Для учащихся и родителей:

1. **Винницкий Ю. А., Григорьев А. Т.** Занимательная робототехника на Arduino. Простые проекты. — М.: Лаборатория знаний, 2022. — 128 с.
2. **Мамичев Д. И.** Роботы своими руками. От простых моделей до Arduino. — М.: Солон-Пресс, 2021. — 160 с.
3. **Нюберг А.** Мой первый робот на Arduino. Пошаговое руководство для юных инженеров. — М.: МИФ, 2024. — 96 с.

Интернет-ресурсы и электронные библиотеки:

- **База знаний Амперка**: amperka.ru — подробные инструкции по подключению датчиков и основы схемотехники.
- **Портал «Заметки Ардуинщика»**: https://alexgyver.ru — видеоуроки, библиотеки, разбор схем и открытые проекты для подростков.
- **Официальный репозиторий ArduBlock**: github.com — обновления программной среды и методические карты блоков.

Приложение 1

СИСТЕМА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ИТОГОВЫХ ПРОЕКТОВ ПО 10-БАЛЛЬНОЙ ШКАЛЕ НА ARDUINO

Применяется при классической защите индивидуальных или командных инженерных разработок (например, «Умный дом», «Метеостанция», «Автоматическая теплица»).

Название критерия	Описание показателей (за что выставляются баллы)	Баллы
1. Схемотехника и монтаж (Hard)		0-3
* Высокий уровень	Электрическая схема собрана безупречно. Провода уложены аккуратно, нет путаницы. Номиналы резисторов подобраны верно. Устройство работает стабильно, без КЗ и ложных срабатываний.	3
* Средний уровень	Схема собрана правильно, устройство функционирует. Однако монтаж неаккуратный («паутина» из проводов), или некоторые компоненты закреплены ненадежно.	2
* Низкий уровень	Допущены грубые ошибки в полярности или номиналах деталей. Устройство работает нестабильно, постоянно отходят контакты. Потребовалась помощь наставника.	1
* Критический уровень	Схема не собрана или полностью неработоспособна вследствие грубых ошибок.	0
2. Алгоритм и логика кода (Hard)		0-3
* Высокий уровень	Программа в ArduBlock написана оптимально, без лишних блоков. Использованы сложные логические условия, циклы и переменные. Ученик глубоко понимает структуру кода.	3
* Средний уровень	Программа решает поставленную задачу, но алгоритм избыточен (код перегружен лишними блоками). Ученик путается при объяснении некоторых логических узлов.	2
* Низкий уровень	Код скопирован из шаблона без понимания сути. Алгоритм линейный, не учитывает сбои датчиков. Самостоятельно внести изменения в логику ученик не может.	1
* Критический уровень	Код полностью отсутствует или не компилируется (выдает фатальные ошибки).	0
3. Презентация и защита (Soft)		0-4
* Высокий уровень	Ученик свободно владеет технической терминологиией, четко описывает принцип работы схемы. Демонстрирует готовый паспорт проекта.	4

	Уверенно отвечает на все вопросы.	
* Средний уровень	Проект успешно показан, но речь сбивчивая, ученик волнуется и читает по бумажке. Паспорт заполнен частично. На вопросы отвечает с наводящими подсказками.	2-3
* Низкий уровень	Ученик не может объяснить принцип работы своего гаджета, молча включает демонстрацию. Отвечать на вопросы наставника и группы отказывается.	1
* Критический уровень	Проект не представлен к защите.	0
	МАКСИМАЛЬНЫЙ ИТОГОВЫЙ БАЛЛ:	**10**

СИСТЕМА КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ИТОГОВЫХ СОРЕВНОВАНИЙ РОБОТОВ НА ARDUINO

Применяется, если финальное занятие проходит в формате робототехнического турнира (например, «Следование по линии» или «Робо-сумо»).

1. Прохождение квалификации (технический допуск) — 2 балла

- *2 балла:* Робот полностью соответствует регламенту соревнований по габаритам и весу. Включается тумблером, не разваливается на ходу.
- *0 баллов:* Робот превышает лимиты, не готов к старту.

2. Результативность на полигоне (основной зачет) — 5 баллов

- *5 баллов:* Робот идеально выполнил боевую задачу (безупречно проехал по линии за минимальное время / вытолкнул всех соперников с ринга).
- *3–4 балла:* Задача выполнена, но робот терял линию, требовал ручного перезапуска (маркерного касания) или побеждал соперников с трудом.
- *1–2 балла:* Робот двигался хаотично, задачу выполнил лишь частично (проехал менее половины трассы).
- *0 баллов:* Робот съехал с полигона или застрял на старте.

3. Автономность алгоритма (программный зачет) — 3 балла

- *3 балла:* Робот адекватно реагирует на показания датчиков линии и сонара, плавно входит в повороты, скорость регулируется ШИМ-сигналом автоматически.
- *2 балла:* Алгоритм работает, но калибровка датчиков слабая (робота сильно «кидает» из стороны в сторону, колеса буксуют).
- *1 балл:* Движение настроено по жесткому таймеру (delay), робот не адаптируется к изменениям трассы.

Итоговый протокол перевода баллов в уровни освоения программы:

- ✓ 8–10 баллов — Высокий уровень (Отлично): Обучающийся полностью освоил программу, демонстрирует инженерное творчество, глубокое

понимание логики визуального программирования в ArduBlock и принципов практической схемотехники на платформе Arduino. Способен самостоятельно находить ошибки в цепях и аргументированно защитить свой проект.

- ✓ 5–7 баллов — Средний уровень (Хорошо): Базовые навыки сформированы. Ребенок умеет собирать схемы и программировать устройства по образцу или инструкции, но испытывает небольшие затруднения при создании собственных сложных алгоритмов или в процессе публичного выступления.
- ✓ 1–4 балла — Низкий уровень (Удовлетворительно): Программа освоена частично. Требуется регулярная помощь наставника как на этапе монтажа компонентов на макетной плате, так и при составлении блоков кода.
- ✓ 0 баллов — Программа не освоена.