

Департамент образования администрации городского округа город Рыбинск
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Центр детского и юношеского технического творчества»

УТВЕРЖДАЮ:



Директор Центра технического творчества

А.В. Назаров

Принята на заседании Педагогического совета

Протокол №3 от 25 мая 2020 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
«РОБОШТУРМ»**

Возраст учащихся: 9-13 лет

Срок реализации: 1-3 года

Авторы-составители:
Великанов Денис Сергеевич,
педагог дополнительного
образования,
Жукова Наталия Николаевна,
методист

г. Рыбинск, 2020 г.

Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «РобоШтурм» разработана согласно требованиям следующих нормативных документов:

– Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.

– Концепция развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства РФ от 04.09.2014 № 1726-р).

– СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» (Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 г. №41);

– Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден приказом Министерства просвещения РФ от 09.11.2018 № 196).

– Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. N 996-р)

– Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (Письмо Департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 № 09-3242).

– Методические рекомендации по распространению передовых практик реализации дополнительных общеобразовательных программ технической направленности с учётом возрастных особенностей обучающихся, в том числе «Робототехника», «Программирование», «Инженерная графика» и других программ (Письмо Минобрнауки России от 30.06.16 № 09-1612).

– Региональная целевая программа «Образование в Ярославской области» на 2020 - 2024 годы (Постановление Правительства Ярославской области от 16 декабря 2019 года N 873-п).

– Региональный проект «Успех каждого ребёнка» (Паспорт проекта утверждён протоколом заседания регионального комитета от 14.12.2018 № 2018-2)

Направленность программы

Данная программа имеет техническую направленность. Образовательная робототехника является одной из наиболее перспективных областей в сфере детского технического творчества. Программа направлена на развитие и поддержку детей, проявивших интерес и определенные способности к техническому творчеству, способствует формированию у учащихся устойчивых представлений о робототехнических устройствах как едином изделии определенного функционального назначения и с определенными техническими характеристиками.

Актуальность программы

Данная дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа соотносится с тенденциями развития дополнительного образования и согласно Концепции развития дополнительного образования способствует:

- созданию необходимых условий для личностного развития учащихся, позитивной социализации и профессионального самоопределения;
- удовлетворению индивидуальных потребностей учащихся в интеллектуальном развитии, а также в занятиях научно-техническим творчеством;
- выявлению, развитию и поддержке талантливых учащихся.

Актуальность программы обусловлена социальным заказом общества, направленным на подготовку подрастающего поколения к полноценной работе в условиях глобальной информатизации всех сторон общественной жизни, технически грамотных специалистов в области робототехники. Конструирование роботов – это требование времени. Для сегодняшних продвинутых школьников это востребовано, интересно. За последние годы успехи в робототехнике и автоматизированных системах изменили личную и деловую сферы жизни человека. Роботы широко используются в транспорте, в исследованиях Земли и космоса, в хирургии, в военной промышленности, при проведении лабораторных исследований, в сфере безопасности, в массовом производстве промышленных товаров и товаров народного потребления. Робототехника – это сегодняшние и будущие инвестиции и новые рабочие места для специалистов с креативным мышлением, обладающих базовыми техническими умениями и способных применить их в нестандартной ситуации.

Отличительные особенности

Отличительной особенностью данной программы является модульность, вариативность обучения, обеспечение гибкого содержания обучения, адаптация учебного процесса к индивидуальным возможностям и запросам учащихся. Программа направлена не только на развитие профессиональных компетенций, таких как навыки начального технического конструирования и программирования, ознакомление с основами алгоритмизации, но и на развитие soft skills – навыков, не связанных с конкретной предметной областью, таких как развитие мышления и лидерских качеств, работа в команде, коммуникативность.

Уровень освоения программы

Уровень освоения программы – базовый. В рамках освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы результатом является не только презентация собственной роботизированной модели на конкурсах и соревнованиях Центра технического творчества, но и участие в мероприятиях муниципального, регионального и межрегионального уровня: муниципальный робототехнический марафон «РобоСтарт-2021», открытый конкурс по робототехнике «Робо-бои», робототехнический сезон "ЯрРобот", межрегиональные соревнования робототизированных систем «Кванто-экогонки».

Адресат программы

Возраст детей, участвующих в реализации программы, от 9 до 13 лет.

Учащиеся данного возраста способны на базовом уровне разрабатывать, строить и программировать полностью функциональные модели, проводить простые исследования, просчитывая и изменяя поведение робота, записывая и представляя свои результаты. Игры с роботами, конструирование и изобретательство присущи подавляющему большинству современных детей этого возраста. Превратить увлечения в серьезную подготовку к будущей профессии позволяет изучение робототехники в системе дополнительного образования. Важно помочь ребёнку быть успешным, помочь избежать страха перед возможными неудачами.

Это время, когда дети учатся общаться и оценивать свои возможности. Актуальное для данного возраста стремление к самоопределению и самоутверждению среди ровесников проявляется в повышенном интересе к тому, что и как делают они и их сверстники. Самооценка младшего школьника и подростка складывается благодаря развитию самосознания и установлению обратной связи с теми из окружающих, чьим мнением они дорожат. Адекватная самооценка формируется у них в том случае, если родители, педагоги, друзья относятся к ним с уважением, заинтересованностью, вниманием. Поэтому в программе предусмотрено участие детей и подростков в обсуждении процесса и результатов деятельности, как коллектива, так и каждого из них. Чем чаще учащиеся участвуют в совместном анализе, рефлексии, тем быстрее происходит формирование у каждого из них адекватной самооценки, умения договариваться друг с другом, обосновывать своё мнение и суждение, слушать других.

Повышению самооценки и увеличению интереса к робототехнике способствует участие каждого учащегося в выставках, конкурсах, соревнованиях, образовательных проектах. Всем учащимся даётся возможность продемонстрировать свои способности в области робототехники на уровне организации и города. Программа предусматривает отбор мотивированных детей для участия в соревнованиях регионального и более высокого уровня.

Цель и задачи программы

Цель программы: развитие технических, познавательных и творческих способностей учащихся и освоение ими современных компетенций в процессе создания и программирования роботизированных моделей.

Задачи программы

Обучающие:

- Познакомить с возможностями робототехнических механизмов.
- Обучить основам конструирования, проектирования и программирования робототехнических устройств.
- Формировать умение пользоваться технической терминологией, работать с информацией из сферы робототехники.

Развивающие:

- Развивать творческую инициативу, самостоятельность, ответственность в рамках исследовательской и проектной деятельности в области робототехники.
- Развивать у учащихся мотивацию к занятиям робототехникой, потребность в саморазвитии.
- Стимулировать познавательную и творческую активность учащихся, потребность в самореализации посредством включения их в различные виды соревновательной и конкурсной деятельности в области робототехники.
- Развивать у учащихся память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление.

Воспитательные:

- Воспитывать дисциплинированность, ответственность, самоорганизацию.
- Содействовать формированию лидерских качеств, чувства коллективизма и взаимопомощи, привить навыки работы в группе.
- Содействовать профессиональному самоопределению, развитию мотивации на выбор инженерных профессий.
- Содействовать повышению привлекательности науки, научно-технического творчества для подрастающего поколения.

*Условия реализации программы*Условия набора и формирования групп

На обучение по программе принимаются учащиеся 9-13 лет (3-7 класс общеобразовательной школы) без специальной подготовки в области робототехники и программирования. Прием в группы осуществляется без вступительных испытаний, без предъявления требований к уровню образования. Занятия проводятся в разновозрастных группах. Выбирая тот или иной модуль, учащиеся осваивают образовательную программу в группах постоянного или сменного состава. Допускается дополнительный набор учащихся на модули на основании результатов тестирования, собеседования.

Кадровое обеспечение программы

Согласно Профессиональному стандарту «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» по данной программе может работать педагог дополнительного образования, имеющий высшее или среднее профессиональное педагогическое образование или высшее образование либо среднее профессиональное образование при условии его соответствия направленности дополнительной общеразвивающей программы.

Для реализации модульной программы целесообразно назначать руководителя программы или тьютора из числа педагогов, педагогов-организаторов или методистов. Его задачей является консультирование всех участников образовательной деятельности, формирование групп постоянного и сменного состава, помощь в самоопределении учащихся, построении их индивидуального учебного плана, координация самостоятельной работы.

Материально-техническое обеспечение программы

Для успешной реализации программы необходимо:

- наличие учебной аудитории, оснащенной столами, стульями, учебной и интерактивной доской, мультимедийным проектором;
- 8 базовых наборов конструктора LEGO MINDSTORMS Education EV3;
- 2 ресурсных набора LEGO MINDSTORMS Education EV3;
- 1 набор Arduino;
- плата Arduino UNO (или аналоги);
- 10 ПК;
- дополнительные датчики, зарядные устройства, аккумуляторы;
- поле для соревнований роботов.

Особенности организации образовательной деятельности

Общее количество учебных часов, запланированных на весь период обучения, составляет 216 часов. Учебная нагрузка может составлять от 20 до 216 часов.

Детям предлагается пройти обучение по инвариантному (базовому) модулю «Введение в робототехнику» (20 ч.), а затем выбрать для освоения 1, 2 или 3 вариативных образовательных модуля: «Основы программирования в робототехнике» (52 ч.), «ARDUINO роботы» (72 ч.) и «LEGO роботы» (72 ч.), определив тем самым для себя индивидуальный учебный план. Уровень освоения модуля «Введение в робототехнику» – ознакомительный, вариативных модулей – базовый. Каждый модуль является полноценным и может быть реализован как отдельный образовательный курс.

Режим реализации: занятия проводятся 1 или 2 раза в неделю по 2 академических часа (45 минут) с перерывом 10 минут.

В зависимости от количества выбранных модулей и режима реализации *срок реализации программы* может составлять от 3-х месяцев до 3-х лет. В рамках реализации программы в каникулярное время или по сетевому договору срок реализации отдельного модуля или всей программы может корректироваться.

Нормы наполнения групп: 10 - 15 человек.

Формы организации занятий:

Форма обучения – очная, возможно использование элементов дистанционного обучения.

Форма проведения занятий: групповая.

Формы аудиторных занятий: беседа, рассказ, проблемное изложение материала, самостоятельная работа, практическая работа, соревнование, конкурс.

Формы организации деятельности учащихся на занятии: фронтальная, коллективная, групповая.

Группы могут выполнять одинаковые или разные задания, состав группы может меняться в зависимости от цели деятельности.

Принципы организации образовательной деятельности: научность, доступность, связь теории с практикой, сознательность и активность обучения, наглядность, систематичность и последовательность, индивидуальный подход в обучении.

Основной концепцией образовательной программы данной модели является самоопределение детей и подростков, расширение их компетентности в выбранном виде деятельности.

Занятия по данной программе состоят из теоретической и практической части, причем большее количество времени занимает практическая подготовка.

Теоретическая часть обучения включает в себя знакомство с назначением, структурой и устройством роботов; с технологическими основами сборки и монтажа, основами конструирования и программирования роботизированных механизмов; источниками и средствами отображения информации.

Содержание практических работ и виды разрабатываемых проектов могут уточняться, в зависимости от наклонностей учащихся и наличия материалов. При организации образовательного процесса педагог учитывает специфику конкретной учебной группы (успеваемость, творческая активность, предпочтения детей). Содержание занятий может быть скорректировано:

- в связи с участием в конференциях, выставках, конкурсах, соревнованиях;
- при работе над межпредметными проектами;
- в ходе экспериментально-поисковой работы.

Модели собираются по технологическим картам, темам, предложенным педагогом, или по замыслу учащихся. По мере освоения проектов проводятся выставки и соревнования роботов, созданных индивидуально или группами.

В процессе реализации программы используются современные педагогические образовательные технологии: технология проектной деятельности, STEAM-технологии, технологии дистанционного и модульного обучения, технология сотрудничества.

Использование технологии проектной деятельности позволяет развивать познавательные и творческие навыки учащихся при разработке конструкций роботов по заданным функциональным особенностям для решения каких-либо социальных и технических задач. Самостоятельная работа над техническим проектом дисциплинирует ребят, заставляет мыслить критически и дает возможность каждому учащемуся определить свою роль в команде. Работа над проектом разработки модели робота предполагает два взаимосвязанных направления: конструирование и программирование, таким образом, учащийся имеет возможность самостоятельного выбора сферы деятельности.

Планируемые результаты

По итогам реализации программы учащиеся

будут знать:

- устройство робототехнических механизмов;
- принципы работы робототехнических элементов;
- базовые технологии, применяемые при создании роботов;
- основы программирования робототехнических устройств;
- техническую терминологию по робототехнике;
- soft-компетенции, необходимые специалистам инженерных профессий;

будут уметь:

- конструировать робототехнические механизмы;
- применять базовые технологии при создании роботов;
- программировать робототехнические устройства с использованием разных визуальных сред программирования;
- выбирать нужную информацию, связанную с созданием роботов;
- принимать нестандартные решения в процессе конструирования и программирования роботов;
- создавать и защищать проекты по робототехнике;
- самостоятельно определять цели и направление своего развития и обучения в рамках программы;

будут активно пользоваться

- технической терминологией, технической литературой;
- навыками поиска необходимой информации в различных источниках;
- информацией из сферы робототехники в повседневной жизни;
- знаниями по программированию в разных средах;
- освоенными компетенциями (навыки работы в группе, коммуникативность, системное мышление, лидерство, управление проектами и др.)

будут обладать:

- дисциплинированностью, ответственностью, самоорганизацией;
- лидерскими качествами, чувством коллективизма и взаимопомощи;
- коммуникативностью.

В рамках освоения программы результат представляется в виде демонстрации модели на выставках технического творчества, конкурсах и соревнованиях по робототехнике.

Учебный план

№ п/п	Раздел	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
<i>Инвариантный (базовый) модуль</i>					
1.	Введение в робототехнику	20	7	13	тестирование
<i>Вариативные модули</i>					
1.	Основы программирования в робототехнике	52	16	36	творческий отчёт/конкурс
2.	ARDUINO роботы	72	14	58	соревнование/ конкурс/ выставка
3.	LEGO роботы	72	16	56	соревнование/ конкурс/ выставка
Всего:		216	53	163	

Календарный учебный график

Режим организации занятий по данной дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе определяется календарным учебным графиком и соответствует нормам, утвержденным «СанПиН к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» № 41 от 04.07.2014 (СанПин 2.4.43172 -14, пункт 8.3)

Календарный учебный график

Вариант 1

Модуль	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий
Модуль 1	10	20	1 раз в неделю по 2 часа
Модуль 2	26	52	1 раз в неделю по 2 часа
Модуль 3	36	72	1 раз в неделю по 2 часа
Модуль 4	36	72	1 раз в неделю по 2 часа

Вариант 2

Модуль	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий
Модуль 1	5	20	2 раза в неделю по 2 часа
Модуль 2	13	52	2 раза в неделю по 2 часа
Модуль 3	18	72	2 раза в неделю по 2 часа
Модуль 4	18	72	2 раза в неделю по 2 часа

Вариант 3

Модуль	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий
Модуль 1	2	20	5 раз в неделю по 2 часа

Содержание программы

Инвариантный модуль

Модуль 1. «Введение в робототехнику»

Цель: представление учащимся возможностей робототехники как одного из ключевых направлений научно-технического творчества.

Задачи:

- Познакомить с «азбукой» и историей развития робототехники.
- Дать первоначальные знания по устройству робототехнических механизмов.
- Способствовать повышению престижа инженерных профессий среди учащихся.
- Развивать познавательный интерес к занятиям робототехникой.

Учебно-тематический план

№	Раздел	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Вводное занятие	2	1	1
2.	История развития робототехники	1	1	-
3.	Профессии, связанные с робототехникой	1	1	-
4.	Основы электроники и электрических схем	4	1	3
5.	Устройства ввода информации. Датчики	6	1	5
6.	Устройства вывода информации и исполнительные механизмы	4	1	3
7.	Устройства дистанционного управления	2	1	1
	Всего:	20	7	13

Содержание модуля

Раздел 1. Вводное занятие

Теория. Знакомство с модулями программы и особенностями организации занятий. Правила поведения и техника безопасности в кабинете робототехники и при работе с конструкторами и компьютером. Правила безопасной работы с инструментами, необходимыми при конструировании робототехнических средств.

Практика. Начальный контроль.

Раздел 2. История развития робототехники

Теория. Понятия «робот», «робототехника», «образовательная и соревновательная робототехника». История развития робототехники. Поколения роботов. Классификация роботов. Применение роботов в различных сферах жизни

человека, значение робототехники. Законы робототехники. Элементарные сведения об устройстве роботов. Сравнение элементов робота с элементами живого существа. Интеллект и творчество. Знакомство с графиком проведения робототехнических соревнований и конкурсов.

Раздел 3. Профессии, связанные с робототехникой

Теория. Знакомство с Атласом новых профессий. Отечественные и зарубежные ученые и изобретатели в области робототехники. Обсуждение понятий «STEAM-технологии», «навыки soft и hard skills».

Раздел 4. Основы электроники и электрических схем

Теория. Роль микроэлектроники на современном этапе развития общества. Основные понятия микроэлектроники. Правила техники безопасности при работе с электронными компонентами.

Напряжение. Сила тока. Сопротивление. Единицы измерения. Электронные измерения.

Светодиоды. Резисторы. Обозначения компонентов на схемах. Закон Ома. Источники питания. Монтажная плата. Схемотехника. Микроконтроллеры, принципы их работы.

Практика. Сборка схем на макетной плате. Игра «Кто первый?» (кнопочные ковбои)

Раздел 5. Устройства ввода информации. Датчики

Теория. Порты ввода в контроллере. Аналоговые и дискретные датчики. Кнопка как дискретный датчик. Потенциометр как аналоговый датчик. Датчик звука. Датчик света. Датчик расстояния. Датчик линии. Обработка входных сигналов элементов разного типа. Платы расширения Arduino. Настройки датчика расстояния, датчика линии;

Практика. Включение и выключение светодиода кнопкой. Дискретно управляемый светильник. Управление светодиодной шкалой при помощи джойстика. Измеритель расстояний на основе ультразвукового дальномера.

Раздел 6. Устройства вывода информации и исполнительные механизмы

Теория. Порты вывода в контроллере. Аналоговое и дискретное управление. Светодиоды. Светодиодная шкала. Управление звуком. Электропривод. Сервомоторы. Управление моторами.

Практика. Проект «Светофор». Управление звуком. Управление лазерной указкой при помощи джойстика (игра «Лазерный тир»).

Раздел 7. Устройства дистанционного управления

Теория. Приемники и передатчики для дистанционного управления.

Практика. Движущийся робот на управлении от телевизионного пульта.

Ожидаемые результаты

В результате освоения модуля учащиеся

будут знать:

- специальную терминологию по робототехнике;
- историю развития робототехники;
- выдающихся личностей в области робототехники;
- профессии, связанные с робототехникой;
- устройство робототехнических механизмов;
- правила безопасной работы с оборудованием и инструментами, необходимыми при конструировании робототехнических средств;
- основы электроники и электрических схем в робототехнике;

будут уметь:

- собирать простейшие электрические схемы;
- настраивать датчики;
- управлять звуком и моторами робототехнических средств;

будут использовать:

- техническую терминологию по робототехнике;

будут обладать:

- дисциплинированностью.

Вариативные модули

Модуль 2. «Основы программирования в робототехнике»

Цель: формирование у учащихся навыков алгоритмического мышления средствами языков программирования для робототехники.

Задачи:

- Обучить основам алгоритмизации и программирования в области робототехники.
- Научить составлять простейшие программы в среде программирования Scratch, Arduino, Lego Mindstorms Education EV3.
- Развивать творческую инициативу и самостоятельность учащихся через овладение основами программирования.
- Воспитывать потребность в саморазвитии и самореализации.

Учебно-тематический план

№	Раздел	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Вводное занятие	1	1	-
2.	Языки программирования в робототехнике	2	1	1
3.	Введение в язык	14	4	10

	программирования Scratch			
4.	Программирование в среде Arduino	14	4	10
5.	Знакомство со средой программирования LEGO MINDSTORMS Education EV3	14	4	10
6.	Творческая работа	7	2	5
	Всего:	52	16	36

Содержание модуля

Раздел 1. Вводное занятие

Теория. Правила техники безопасности при работе с ПК. Основные понятия. Обзор тем.

Раздел 2. Языки программирования в робототехнике

Теория. Наиболее распространенные языки программирования роботов: Ассемблер, Basic, C/C++, Java, C#, Python, программное обеспечение Arduino.

Практика. Создание простейших программ.

Раздел 3. Введение в язык программирования Scratch

Теория. Понятие спрайта. Пользовательский интерфейс программы Scratch: область скриптов, сцена, область спрайтов, главное меню. Блоки движения и сенсоров. Введение в декартову систему координат. Блоки управления. Понятие события в Scratch. Реакция персонажа на событие. Обмен событиями между персонажами. Понятие клона в Scratch. Данные в Scratch.

Практика. Работа в простейших программах на Scratch. Движение одного героя по маршруту. Программы с управлением персонажем с клавиатуры и мыши. Сохранение созданной программы.

Раздел 4. Программирование в среде Arduino

Теория. Среда программирования Arduino IDE. Плагин ArduBlock. Переменные. Блоки условий в программе. Блоки повторения. Блоки арифметических и логических операций. Подпрограммы. Отладка в среде Arduino с использованием монитора последовательного порта.

Практика. Составление программ в графической среде ArduBlock. Проект «Определение кодов кнопок у телевизионного пульта».

Раздел 5. Знакомство со средой программирования LEGO MINDSTORMS Education EV3

Теория. Палитра блоков. Соединения блоков. Параллельные программы. Подключение робота к компьютеру и загрузка программы. USB-соединение. Bluetooth-соединение. Обычная загрузка. Загрузка с запуском. Наблюдение за состоянием портов. Обозреватель памяти. Визуализация выполняемой в данный момент части программы. Справочные материалы. Окно инструментов.

Практика. Работа в среде программирования Lego Mindstorms Education EV3. Работа с пиктограммами, соединение команд. Изготовление схемы управления электродвигателями. Составление программ на различные траектории движения.

Раздел 6. Творческая работа

Теория. Презентация творческой работы.

Практика. Составление программ по заданным параметрам в одной (или нескольких) из изученных сред программирования в команде и индивидуально.

Ожидаемые результаты

В результате освоения модуля учащиеся будут знать:

- основам алгоритмизации в робототехнике;
- управляющие структуры в программировании: условные операторы, циклы;
- понятие о переменных и константах;
- особенности популярных языков программирования Scratch, Arduino, Lego Mindstorms Education EV3;

будут уметь:

- составлять простейшие программы в среде программирования Scratch, Arduino, Lego Mindstorms Education EV3;
- находить и исправлять ошибки в своих программах.

будут использовать:

- знания по программированию на школьных занятиях;

будут обладать:

- потребностью в саморазвитии и самореализации.

Модуль 3. «ARDUINO роботы»

Цель: развитие инженерных и творческих способностей учащихся в процессе конструирования, проектирования и программирования роботизированных моделей на платформе Arduino.

Задачи:

- Научить основным приемам конструирования, проектирования и программирования робототехнических механизмов на платформе Arduino.
- Мотивировать учащихся на разработку и реализацию проекта по созданию модели робота для участия в конкурсах и соревнованиях разного уровня.
- Развивать психофизиологические качества учащихся: память, внимание, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном.
- Воспитывать умение работать в коллективе, чувство взаимопомощи.

Учебно-тематический план

№	Раздел	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Устройства и детали для сборки Arduino робота	1	1	-
2.	Конструирование Arduino роботов	16	4	12
3.	Программирование роботов в среде Ardu Block	20	5	15
4.	Проектная деятельность	23	3	20
5.	Участие в мероприятиях различного уровня	12	1	11
	Всего:	72	14	58

Содержание модуля

Раздел 1. Устройства и детали для сборки Arduino робота

Теория. Основные элементы современных конструкций Arduino роботов и их функциональное назначение.

Раздел 2. Конструирование Arduino роботов

Теория. Мобильные платформы. Особенности конструирования Arduino робота.

Практика. Сборка действующей модели: робот-чертёжник; робот на пульте управления; роботы, отслеживающие дистанцию; роботы, следующие по линии; робот-сумоист; робот для игры в «кегельбан»; робот-паук.

Раздел 3. Программирование роботов в среде ArduBlock

Теория. Дистанционное управление. Ориентация робота в пространстве. Реакция робота на события во внешней среде.

Практика. Программирование действующей модели: робот-чертёжник; робот на пульте управления; роботы, отслеживающие дистанцию; роботы, следующие по линии; робот-сумоист; робот для игры в «кегельбан»; робот-паук.

Раздел 4. Проектная деятельность

Теория. Алгоритм разработки проекта. Поиск информации в различных источниках. Требования к защите проекта.

Практика. Разработка творческого проекта (в группе, в паре, индивидуально).

Раздел 5. Участие в мероприятиях различного уровня

Теория. Знакомство с Положениями конкурсов, выставок, соревнований.

Практика. Подготовка моделей к конкурсным мероприятиям. Участие в конференциях, конкурсах, соревнованиях разного уровня.

Ожидаемые результаты

В результате освоения модуля учащиеся

будут знать:

- основные элементы современных конструкций Arduino роботов и их функциональное назначение;
- технологию конструирования и проектирования робототехнических средств на платформе Arduino;
- основные приемы сборки и программирования робототехнических средств на платформе Arduino;
- порядок поиска неисправностей в роботизированных системах;

будут уметь:

- работать с инструментами, необходимыми при конструировании робототехнических средств;
- проектировать роботов на платформе Arduino;
- самостоятельно собирать и программировать робототехнические средства на платформе Arduino;
- работать в коллективе и самостоятельно при разработке и реализации проектов по робототехнике;
- представлять модели и проекты на конкурсных мероприятиях;
- находить неисправности в роботизированных системах;

будут использовать:

- техническую терминологию;
- навыки поиска необходимой информации в различных источниках;
- информацию из сферы робототехники в повседневной жизни;
- знания по программированию в разных средах;
- освоенные компетенции (навыки работы в группе, коммуникативность, системное мышление, лидерство, управление проектами и др.);

будут обладать следующими качествами:

- творческая инициатива и самостоятельность;
- память, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном;
- умение работать в коллективе, чувство взаимопомощи;
- творческое отношение к выполняемой работе.

Модуль 4. «LEGO роботы»

Цель: развитие научно-технических способностей учащихся в процессе изучения основ робототехники с конструктором LEGO MINDSTORMS Education EV3.

Задачи:

- Обучить основам программирования на примере среды моделирования LEGO MINDSTORM Education или её аналогов.

- Познакомить с принципами работы робототехнических элементов LEGO MINDSTORM.
- Развивать навыки исследовательской и проектной деятельности в области робототехники.
- Развивать умение принимать нестандартные решения в процессе конструирования и программирования роботов.
- Содействовать формированию лидерских качеств, навыков командного взаимодействия.

Учебно-тематический план

№	Раздел	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Знакомство с робототехническим конструктором	2	1	1
2.	Конструирование LEGO роботов	12	3	9
3.	Программирование роботов в среде LEGO MINDSTORMS Education EV3	24	8	16
4.	Проектная деятельность	22	3	19
5.	Участие в мероприятиях различного уровня	12	1	11
	Всего:	72	16	56

Содержание модуля

Раздел 1. Знакомство с робототехническим конструктором

Теория. Домашняя и образовательная версия комплектов EV3, сходства и различия. Обзор содержимого наборов (датчики, сервомоторы, блок, провода, детали конструктора). Названия деталей.

Практика. Робот для движения по линии из LEGO.

Раздел 2. Конструирование LEGO роботов

Теория. Основы кинематики. Эффект рычага. Виды механических передач.

Практика. Сборка конструкций с рычагами. Конструкции с повышающей и понижающей передачей. Сборка мобильной платформы.

Конструирование экспресс-бота. Робот,двигающийся до препятствия. Робот, объезжающий препятствия.

Раздел 3. Программирование роботов в среде LEGO MINDSTORMS Education EV3

Теория. Моторы. Работа с подсветкой, экраном и звуком. Программирование движений по различным траекториям. Цикл. Прерывание цикла. Цикл с

постусловием. Датчик касания. Датчик цвета. Датчик ультразвука. Инфракрасный датчик, маячок и их программные блоки.

Практика. Программирование экспресс-бота. Блок «Независимое управление моторами». Блок «Рулевое управление». Вывод фигур на экран дисплея. Режим отображения фигур. Вывод элементарных фигур на экран. Вывод рисунка на экран. Воспроизведение записанного звукового файла. Работа с подсветкой кнопок на блоке EV3. Движение робота заданное число раз по квадрату. Робот,двигающийся до препятствия. Программа, выводящая на экран название цвета. Движение вдоль линии. Робот, объезжающий препятствия. Робот на дистанционном управлении.

Раздел 4. Проектная деятельность

Теория. Алгоритм разработки проекта. Выработка и утверждение темы проекта. Изучение полей для тестирования моделей роботов. Поиск информации в различных источниках. Требования к защите проекта.

Практика. Разработка творческих проектов (в группе, в паре, индивидуально).

Раздел 5. Участие в мероприятиях различного уровня

Теория. Знакомство с Положениями конкурсов, выставок, соревнований.

Практика. Подготовка моделей к конкурсным мероприятиям. Участие в конференциях, конкурсах, соревнованиях разного уровня.

Ожидаемые результаты

В результате освоения модуля учащиеся будут знать:

- оборудование, используемое в области робототехники в среде LEGO MINDSTORMS Education EV3;
- основные компоненты конструкторов LEGO;
- виды подвижных и неподвижных соединений в конструкторе;
- общее устройство и принципы действия LEGO роботов;
- общую методику проектирования LEGO роботов и расчёта основных кинематических схем;
- порядок поиска неисправностей в роботизированных системах LEGO MINDSTORMS Education EV3;
- методику проверки работоспособности отдельных узлов и деталей;

будут уметь:

- создавать программы на компьютере для LEGO роботов;
- самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования LEGO роботов (планирование предстоящих действий, самоконтроль, применять полученные знания);
- создавать модели LEGO роботов при помощи специальных элементов по разработанной схеме, по собственному замыслу;
- самостоятельно разрабатывать кинематические, логические и электрические схемы робототехнических устройств;

- проводить сборку робототехнических средств с применением LEGO конструкторов;
- составлять схемы и строить конструкции по собственному замыслу.

будут использовать:

- техническую терминологию;
- навыки поиска необходимой информации в различных источниках;
- информацию из сферы робототехники в повседневной жизни;
- знания по программированию в разных средах;
- освоенные компетенции (навыки работы в группе, коммуникативность, системное мышление, лидерство, управление проектами и др.);

будут обладать следующими качествами:

- умение принимать нестандартные решения в процессе конструирования и программирования роботов;
- лидерские качества, навыки командного взаимодействия.

Ресурсное обеспечение программы

Для успешной реализации модульной программы должны, необходимо обеспечить следующие *психолого-педагогические условия*:

- уважение педагогов к человеческому достоинству учащихся, формирование и поддержка их положительной самооценки, уверенности в собственных возможностях и способностях;
- использование в образовательной деятельности форм и методов работы с детьми, соответствующих их возрастным и индивидуальным особенностям (недопустимость как искусственного ускорения, так и искусственного замедления развития детей);
- построение образовательного процесса на основе взаимодействия взрослых с детьми, ориентированного на интересы и возможности каждого ребёнка и учитывающего социальную ситуацию его развития;
- поддержка педагогами положительного, доброжелательного отношения детей друг к другу и взаимодействия детей друг с другом в разных видах деятельности;
- поддержка инициативы и самостоятельности детей в специфических для них видах деятельности;
- возможность выбора детьми материалов, видов активности, участников совместной деятельности и общения.

Методы, в основе которых лежит способ организации занятия:

- словесный (устное изложение, инструктаж, беседа, разъяснения, лекция, обсуждение и т.д.);
- наглядный (показ видео и мультимедийных материалов, иллюстраций, демонстрация схем, работы моделей);
- наблюдение (показ (выполнение) действий педагогом, работа по образцу, др.);
- практический (сбор электронных схем и их программирование, выполнение работ по инструкционным картам, схемам).
- инновационные методы (поисково-исследовательский, проектный, игровой);
- работа с литературой (изучение специальной литературы, чертежей).

Методы, в основе которых лежит уровень деятельности детей:

- объяснительно-иллюстративный (восприятие и усвоение готовой информации);
- эвристический метод (поиск решений поставленных задач);
- исследовательский метод обучения (поисковая, познавательная деятельность для самостоятельного творческого (нестандартного) решения поставленных познавательных и практических задач);
- метод закрепления и самостоятельной работы по усвоению знаний и навыков (пополнение знаний и развивается умение ориентироваться в потоке

информации, формируются умения применять знания в решении учебных и практических задач);

– метод контроля (оценка результативности учебно-познавательной деятельности учащихся).

Методы, в основе которых лежит форма организации деятельности учащихся на занятиях:

- фронтальный – одновременная работа со всеми учащимися;
- индивидуально-фронтальный – чередование индивидуальных и фронтальных форм работы;
- групповой – организация работы в группах;
- индивидуальный – индивидуальное выполнение заданий, решение проблем.

Алгоритм работы над проектом:

- 1) выбор и обоснование темы проекта;
- 2) поиск информации и разработка модели проекта;
- 3) сборка робототехнического механизма;
- 4) составление программы для работы механизма;
- 5) тестирование робототехнического механизма, устранение дефектов и неисправностей, отладка программы;
- 6) защита проекта.

Педагогические технологии

В процессе реализации программы используются разнообразные педагогические технологии:

– технология проектной деятельности – личностно ориентированная технология, способ организации самостоятельной деятельности учащихся, направленный на решение задачи учебного проекта;

– технология развивающего обучения - развитие познавательных и нравственных способностей учащихся путём использования их потенциальных возможностей;

– STEAM-технологии - новая образовательная технология, сочетающая в себе несколько предметных областей, как инструмент развития критического мышления, исследовательских компетенций и навыков работы в группе;

– технология сотрудничества - совместная развивающая деятельность взрослых и детей, скрепленная взаимопониманием, проникновением в духовный мир друг друга, совместным поиском целей и анализом хода и результатов этой деятельности;

– модульное обучение – это педагогическая технология, при которой учебный материал разбит на информационные блоки-модули. Технология построена на самостоятельной деятельности учащихся, которые осваивают модули в соответствии с поставленной целью обучения, индивидуальными потребностями и возможностями;

– технологии дистанционного обучения - взаимодействие педагога и учащихся между собой на расстоянии, отражающее все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения) и реализуемое специфичными средствами Интернет-технологий или другими средствами, предусматривающими интерактивность;

– информационно-коммуникационные технологии - процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов.

В практике выступают различные комбинации этих технологий или их элементов.

Основные принципы обучения:

– научность: предопределяет сообщение учащимся только достоверных, проверенных практикой сведений, при отборе которых учитываются новейшие достижения науки и техники;

– доступность: предусматривает соответствие объема и глубины учебного материала уровню общего развития учащихся в данный период, благодаря чему, знания и навыки могут быть сознательно и прочно усвоены;

– связь теории с практикой: обязывает вести обучение так, чтобы учащиеся могли сознательно применять приобретенные ими знания на практике;

– воспитательный характер обучения: процесс обучения является воспитывающим, учащиеся не только приобретают знания и нарабатывают навыки, но и развивают свои способности, умственные и моральные качества;

– сознательность и активность обучения: в процессе обучения все действия, которые отрабатывает учащийся, должны быть обоснованы. Нужно учить детей критически осмысливать и оценивать факты, делая выводы, разрешать все сомнения с тем, чтобы процесс усвоения и наработки необходимых навыков происходили сознательно, с полной убежденностью в правильности обучения. Активность в обучении предполагает самостоятельность, которая достигается хорошей теоретической и практической подготовкой и работой педагога;

– наглядность: объяснение техники сборки робототехнических средств на конкретных изделиях и программных продуктах, для наглядности применяются существующие видео материалы, а также собственные презентационные материалы;

– систематичность и последовательность: учебный материал дается по определенной системе и в логической последовательности с целью лучшего его освоения; изучение предмета от простого к сложному, от частного к общему;

– индивидуальный подход в обучении: в процессе обучения педагог исходит из индивидуальных особенностей детей.

Дидактические материалы

– информационные плакаты;

– схемы;

– инструкции;

– карточки с заданиями;

- технологические карты по темам программы;
- демонстрационный материал;
- специальная литература.

Конспекты и сценарии занятий, бесед:

- материалы для проведения бесед;
- разработки занятий, мастер-классов;
- положения к конкурсам, соревнованиям;
- авторские разработки.

Материально-техническое обеспечение

Базовый комплект для выполнения работ:

№ п/п	Наименование	Количество на 1 набор
1.	Контроллер ArduinoUNO с USB-проводом подключения	1
2.	Беспаячная макетная плата (Breadboard)	1
3.	Тактовая кнопка 12x12 мм для установки на макетную плату	3
4.	Набор светодиодов разных цветов от одного до 3-х штук.	1
5.	Набор проводов папа-папа разной длины (с оконечниками)	1
6.	Модуль пассивного зуммера	1
7.	Джойстик аналоговый двухосевой с кнопкой	1
8.	Светодиодная линейная шкала 10 сегментов	1
9.	Монтажный провод папа-папа (dupont) 20см 40шт.	1
10.	Монтажный провод мама-папа (dupont) 20см 40шт.	1
11.	Монтажный провод мама-мама (dupont) 20см 40шт.	1
12.	Плата управления двигателями L298P	1
13.	Плата расширения Arduino SensorShield V5	1
14.	Шасси для роботов 2-х колёсное	1
15.	Комплект ИК-управления. Пульт дистанционного управления и ИК-приемник.	1
16.	Модульный датчик света LM393	1
17.	Датчик уровня звука	1
18.	Ультразвуковой дальномер HC-SR04	1
19.	Сервопривод SG90	2
20.	Кронштейн под сервоприводы SG-90 двухосевой	1
21.	Модуль с лазерным светодиодом 650нм, питание 5 Вольт	1
22.	Датчик линии TCRT5000	3
23.	Аккумулятор LiPoFe 3,2 В на 700mA/ч формата AA	2
24.	Батарейный отсек с кнопкой 2XAA	2
25.	Отвёртка крестовая	1
26.	Линейка 40см, ручка, бумага	1

27.	Цифровой мультиметр (на 2х обучающихся)	1
28.	Набор резисторов	1
29.	Набор конденсаторов	1
30.	Транзистор bc 337-40 или аналогичный	2

Система контроля результативности обучения

Контроль знаний, умений и навыков учащихся обеспечивает оперативное управление учебным процессом и выполняет обучающую, проверочную, воспитательную и корректирующую функции.

В процессе обучения применяется начальный, текущий, промежуточный, итоговый контроль ЗУН.

Начальный контроль ЗУН проводится педагогом с целью выяснения уровня подготовленности детей в области образовательной робототехники.

Текущий контроль проводится в течение учебного года. Цель текущего контроля – определить степень и скорость усвоения каждым ребенком материала и скорректировать программу обучения, если это требуется. Критерий текущего контроля – степень усвоения учащимися содержания конкретного занятия.

Промежуточный контроль проводится в результате изучения материалов определённого модуля программы и направлен на выявление особенностей деятельности учащихся с учетом зоны ближайшего развития. Промежуточный контроль проводится в форме анализа творческих работ, т.е. активного обсуждения целей изучения данного раздела и степени достижения этих целей каждым учащимся, опирается на самооценку учащихся.

Итоговый контроль проводится в конце учебного года. Во время итогового контроля определяется фактическое состояние уровня знаний, умений, навыков ребенка, степень освоения материала программы.

Формы отслеживания результативности: опрос, тестирование, наблюдение, самостоятельная практическая работа, творческий отчет, выставка работ учащихся, конкурс, соревнования.

Для определения уровня знаний, умений и навыков учащихся используются разработанные критерии и показатели по следующим направлениям деятельности: теоретическая подготовка, программирование, конструирование механизмов роботов, сборка электрических схем, участие в соревнованиях.

Теоретическая подготовка

№ п/п	Критерии	Показатели	Уровень
1	Теоретические знания по основным разделам учебно-	знает изученный материал, может дать логически выдержанный ответ, демонстрирующий полное владение темой	высокий

	тематического плана программы	знает изученный материал, но для полного раскрытия темы требуются дополнительные вопросы	средний
		знает фрагментарно изученный материал, изложение материала сбивчивое, требующее корректировки наводящими вопросами	низкий
2	Владение специальной терминологией	специальные термины употребляет осознанно и в полном соответствии с их содержанием	высокий
		знает специальную терминологию, но редко использует её при общении	средний
		избегает употреблять специальные термины, путается при объяснении их значений	низкий
3	Презентация творческих проектов	учащийся хорошо знает предмет речи, умеет четко и ясно выражать свои мысли, представлять результаты проектной деятельности	высокий
		учащийся разбирается в теме, но выступление состоит из кратких предложений	средний
		учащийся не может чётко выразить свои мысли, представляет результаты проектной деятельности с использованием записей	низкий

«Программирование»

№ п/п	Критерии	Показатели	Уровень
1	Самостоятельность при работе	самостоятельно пишет программу.	высокий
		отдельные части программы пишет самостоятельно, в целом, работает под руководством педагога	средний
		не может написать программу самостоятельно, пишет по образцу	низкий
2	Написание кода программы.	осмысленно пишет всю программу	высокий
		понимает отдельные части программы	средний
		работает по образцу; не знает, как написать программу	низкий
3	Понимание алгоритма программы и	может соотнести части кода программы с действиями робота	высокий
		может соотнести части кода	средний

	соответствующих действий, выполняемых роботом	программы с действиями робота, иногда допуская ошибки не может соотнести части кода программы с действиями робота	низкий
4	Внесение в программу собственных доработок	вносит в программу свои доработки, меняя алгоритм программы	высокий
		вносит в программу незначительные изменения, не меняющие основной алгоритм программы	средний
		пишет программу по образцу	низкий
5	Отладка программы, поиск и исправление ошибок	может самостоятельно найти и исправить ошибки в программе	высокий
		может исправить ошибки с небольшой посторонней помощью	средний
		нуждается в помощи при отладке программы	низкий

«Конструирование механизмов роботов»

№ п\п	Критерии	Показатели	Уровень
1	Сборка роботов по инструкции и без нее.	соответствие любым 5-7 критериям	высокий
2	Самостоятельность выполнения поставленной задачи		
3	Умение находить и исправлять ошибки в конструкции		
4	Логичность и законченность созданных самостоятельных проектов	соответствие любым 2-5 критериям	средний
5	Умение работать в команде и индивидуально		
6	Умение распределять время, выполнять работу вовремя, не затягивать	соответствие любым 1-2 критериям	низкий
7	Навык презентации проекта		

«Сборка электрических схем»

№ п\п	Критерии	Показатели	Уровень
1	Сборка электрической схемы по инструкции	соответствие любым 5-7 критериям	высокий
2	Понимание функционирования собранной схемы		
3	Понимание предназначения электронных компонентов, способов их подключения		
4	Умение находить и исправлять ошибки в схеме	соответствие любым 2 - 5 критериям	средний
5	Умение работать в команде и индивидуально		
6	Умение распределять время, выполнять работу вовремя, не затягивать	соответствие любым 1-2 критериям	низкий
7	Навык презентации проекта		

Участие в соревнованиях

1. Самостоятельная работа на соревнованиях:

- умение соблюдать временной регламент, распределять порядок действий по временным интервалам;
- умение проводить испытание работы робота и вносить изменения в конструкцию робота и программу;
- умение выработать тактику поведения, ориентируясь на результаты участия других команд.

2. Работа в команде:

- умение распределить обязанности между участниками команды;
- нести ответственность за свою часть работы;
- принимать совместное решение, учитывая мнение каждого участника.

3. Морально-психологический настрой:

- сохранение эмоционального настроения на протяжении всего соревнования, несмотря на неудачи;
- умение сосредоточиться на подготовке робота в реальных соревновательных условиях (атмосфера в зале, большое количество людей, отсутствие рядом наставника, действия судей и т. п.).

Развитие личностных характеристик учащихся определяется методом постоянного наблюдения, а их коррекция проводится с помощью индивидуальных бесед и конкретных заданий.

Информационные источники, используемые при реализации программы

Список литературы для педагога

1. Белиовский Н. А. Использование LEGO-роботов в инженерных проектах школьников. Отраслевой подход/ Белиовский Н. А., Белиовская Л. Г. – М.: ДМК-пресс, 2015. – 88 с.
2. Голиков Д. 40 проектов на Scratch для юных программистов: СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 192 с.
3. Гордин А.Б. Занимательная кибернетика. – М.: Радио и связь, 2007. – 66 с.
4. Злаказов А. Уроки ЛЕГО-конструирования в школе/ Злаказов А.С., Горшков Г.А., Шевалдина С.Г. – М.: БИНОМ, 2011. – 120 с.
5. Платт Ч. Электроника для начинающих: Пер. С англ. - 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 416 с.
6. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 256 с.
7. Торгашева Ю. Первая книга юного программиста. Учимся писать программы на Scratch. - СПб.: Питер, 2017. – 128 с.
8. Филиппов С. А. Робототехника для детей и родителей. 3-е изд. – СПб.: Наука, 2014. – 319 с.
9. Шахинпур М. Курс робототехники: Пер. с англ. – М.; Мир, 2002. – 527 с.
10. Юревич Ю.Е. Основы робототехники. Учебное пособие. Санкт-Петербург: БВХ-Петербург, 2005. – 416 с.
11. Развитие компетенций в области современных технологий. Моделирование автономных транспортных средств. Электронное пособие для слушателей дистанционного курса.- Москва, 2016. – 128 с.

Список литературы для учащихся

12. Голиков Д. Scratch для юных программистов: СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 190 с.
13. Клаузен Петер. Компьютеры и роботы. – М.: Мир книги, 2006. – 48 с.
14. Копосов Д. Г. Первый шаг в робототехнику. Практикум для 5–6 классов. – М.: БИНОМ, 2014. – 288 с.
15. Маржи М. Scratch для детей. Самоучитель по программированию: Пер. С англ. - Москва: МИФ, 2017. – 206 с.
16. Филиппов С. А. Робототехника для детей и родителей. – СПб.: Наука, 2014. – 319 с.

Ресурсы сети Internet

17. LEGO® MINDSTORMS® «Машины и механизмы»: инструкции по сборке // Официальный сайт LEGO MINDSTORM [Электронный ресурс]: <https://education.lego.com/ru-ru/support/machines-and-mechanisms/building-instructions>
18. LEGO® MINDSTORMS® «Инструкции по сборке»// Официальный сайт LEGO MINDSTORM [Электронный ресурс]: <https://education.lego.com/ru-ru/support/mindstorms-ev3/building-instructions>
19. Сайт с проектами для LEGO MINDSTORM [Электронный ресурс]: <https://robot-help.ru/>

20. Russian software developer network // Русское сообщество разработчиков программного обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nnxt.blogspot.ru/>
21. RoboLab developer network // Сообщество разработчиков RoboLab [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.legoengineering.com/>
22. Сообщество разработчиков ТРИК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://blog.trikset.com/>
23. Официальный сайт проекта Scratch <https://scratch.mit.edu/>
24. Тренировочные задания по Scratch на III Ярославском региональном турнире в сфере цифровых интеллектуальных систем "ЛогикУм"
https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1dAtHA5sf48FvUbagW3HV-HTNRdz3T9_i