

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕ-
ЖДЕНИЕ «СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ШКОЛА С. АКШУАТ» МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАРЫШ-
СКИЙ РАЙОН» УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Принята на заседании
Педагогического совета
Протокол № ____ от _____ 2023 г.

«Утверждаю»:
Руководитель образовательной
организации
_____ Лапшова В.А.
Приказ № ____ от _____ 2023 г

**ПРИМЕРНАЯ ТИПОВАЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮ-
ЩАЯ ПРОГРАММА ПО НАПРАВЛЕНИЮ**

«ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА»

Направленность: техническая
Уровень: базовый
Возраст обучающихся: 10-14 лет

Реализует:
педагог дополнительного образования
МБОУ СОШ с. Акшуат
МО «Барышский район»
Мокрова Елена Владимировна

Акшуат,
2023 год

1. Комплекс основных характеристик программы

1.1 Пояснительная записка

Робототехника является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса, в котором проблемы механики и новых технологий соприкасаются с проблемами искусственного интеллекта. За последние годы успехи в робототехнике и автоматизированных системах изменили личную и деловую сферы нашей жизни. 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.

Дополнительная общеразвивающая программа **«Образовательная робототехника»** разработана с использованием методической литературы, обзора других дополнительных общеобразовательных программ по данному направлению, а также основываясь на тенденциях развития образовательной робототехники в России.

Программа предназначена для привлечения школьников 4-6 класса к занятию техническим творчеством, в том числе робототехникой. Задача педагога дополнительного образования, работая по данной программе, познакомить обучающихся с техносферой, программированием, автоматизацией и основами механики, используя образовательные робототехнические конструкторы, а также широкий спектр методических средств и педагогических приемов. Образовательный процесс в объединении (кружке) необходимо выстраивать таким образом, чтобы теоретические знания полученные ребёнком в школе и на занятиях по робототехнике имели отражение в решаемых детьми практических заданиях.

В программе акцентируется внимание на экспериментах и практике, что для современного ребёнка является очень мощным стимулом к познанию нового, а также преодолению инстинкта потребителя и формированию стремления к самостоятельному созиданию. Данная образовательная программа может быть содержательно дополнена интересными и непростыми задачами. Их решение сможет привести юных инженеров к развитию уверенности в своих силах и к расширению горизонтов познания.

Разработанная программа адаптирована для реализации образовательными учреждениями в соответствии с национальным проектом «Образование» по созданию новых мест в дополнительном образовании.

Нормативно-правовое обеспечение программы

В настоящее время содержание, роль, назначение и условия реализации программ дополнительного образования закреплены в следующих нормативных документах:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ст. 2, ст. 15, ст.16, ст.17, ст.75, ст. 79);
- Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года, утверждённая по Распоряжению Правительства РФ от 31 марта 2022 г. №678-р;
- Приказ Министерства Просвещения РФ от 27 июля 2022 г. №629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»
 - Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ № 09-3242 от 18.11.2015 года;
 - СП 2.4.3648-20 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи;
 - Нормативные документы, регулирующие использование сетевой формы:
 - Письмо Минобрнауки России от 28.08.2015 года № АК – 2563/05 «О методических рекомендациях» вместе с (вместе с Методическими рекомендациями по организации образовательной деятельности с использованием сетевых форм реализации образовательных программ);
 - Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 г. N 882/391 "Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ»;
 - Нормативные документы, регулирующие использование электронного обучения и дистанционных технологий:
 - Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 года № 816 «Порядок применения организациями, осуществляющих образовательную деятельность электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»
 - «Методические рекомендации от 20 марта 2020 г. по реализации образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования, образовательных программ среднего профессионального образования и дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий»;
 - Локальные акты ОО (Устав, Положение о проектировании ДООП в образовательной организации, Положение о проведение промежуточной аттестации обучающихся и аттестации по итогам реализации ДООП).

Направленность образовательной программы

Уровень освоения программы: базовый

Направленность (профиль) программы: техническая

Актуальность программы

Введение дополнительной образовательной программы «Образовательная робототехника» неизбежно изменит картину восприятия учащимися технических дисциплин, переводя их из разряда умозрительных в разряд прикладных. Именно робототехника позволяет познакомиться с ключевыми направлениями технической сферы путем изучения основ механики, электроники, программирования и автоматизации.

В качестве основного учебного оборудования в программе предполагается использование образовательных робототехнических конструкторов в том числе «Lego MindStorms EV3» предоставляющие прекрасную возможность учиться обучающемуся на собственном опыте. Знания, полученные эмпирическим путем, вызывают у детей желание двигаться по пути открытий и исследований, а любой признанный и оценённый успех добавляет уверенности в себе. Стоит отметить, что обучение происходит особенно успешно, когда ребёнок вовлечен в процесс создания значимого и осмысленного продукта, который представляет для него интерес. И не менее важным является поддержка педагога при осваивании ребёнком основ механики, электроники и программирования, так как это базовые элементы при проектировании робототехнических систем.

Педагогическая целесообразность

В ходе реализации происходит формирование и систематизация знаний, развитие творческих способностей, воспитание творческой личности.

Дополнительность программы по отношению к программам общего образования заключается в её ориентированности на изучение и привлечение обучающихся к практическому применению знаний, на занятиях по робототехнике при помощи конструирования, программирования и использования роботизированных устройств.

Адресат программы

Программа предназначена для детей **10-14 лет**.

Объём программы:

1 модуль - 68 часов;

2 модуль – 76 часов;

Всего – 144 часа.

Срок освоения программы: 1 год.

Режим занятий:

периодичность - 2 раза в неделю;

продолжительность одного занятия 2 часа

(очно) – 45 мин. занятие / 10 мин. перерыв/ 45 мин. занятие

(дистанционно) – 30 мин. занятие / 10 мин. перерыв / 30 мин. занятие

Формы обучения и особенности организации образовательного процесса

Базовая форма обучения данной программы – *очная*, но в случаях невозможности проведения занятий в очном режиме доступно осуществление некоторого числа *дистанционных занятий* с использованием электронно-коммуникационных технологий, в том числе сети интернет.

Концепция обучения, по данной дополнительной общеразвивающей программе, построена следующим образом:

- календарный учебный год разделен на 2 модуля (полугодия), а они в свою очередь на 4 блока в ходе которых педагог даёт обучающимся общее представление о мире, технике, устройстве машин, механизмов, компьютеров;
- педагог знакомит детей с историей возникновения и становления робототехники, а также применением робототехнических систем в окружающем нас мире (начиная с «умного» электрочайника заканчивая космическими станциями и спутниками);
- педагог раскрывает темы связанные с автоматизацией процессов (на производстве, в быту и т.п.)
- в течение учебного периода педагог организует небольшие внутрикружковые соревнования и конкурсы, направленные на повышение интереса к данному предмету и техническим наукам в целом, а также участвует вместе с детьми в региональных мероприятиях (конкурсах, выставках, чемпионатах, соревнованиях и олимпиадах) технической направленности;
- в проведении занятий рекомендуется использовать наглядные материалы: фотографии, презентации, видеофильмы;
- занятие следует выстраивать таким образом, чтобы ребёнок в ходе урока делал для себя небольшое открытие, узнавал что-то новое, самостоятельно экспериментировал;
- педагог обязан следить за обеспечением безопасности труда обучающихся при выполнении практических заданий и экспериментов, в том числе по соблюдению правил электробезопасности.

Программа предусматривает использование следующих **форм** работы:
фронтальной - подача материала всему коллективу воспитанников;
индивидуальной - самостоятельная работа обучающихся с оказанием педагогом помощи обучающимся при возникновении затруднения, не уменьшая ак-

тивности обучающегося и содействуя выработки навыков самостоятельной работы;

групповой - когда обучающимся предоставляется возможность самостоятельно построить свою деятельность на основе принципа взаимозаменяемости, ощутить помощь со стороны друг друга, учесть возможности каждого на конкретном этапе деятельности. Всё это способствует более быстрому и качественному выполнению заданий. Особым приёмом при организации групповой формы работы является ориентирование детей на создание так называемых минигрупп или подгрупп с учётом их возраста и опыта работы.

В соответствии с концепцией образовательной программы формирование групп обучающихся происходит по возрастному ограничению - состав группы постоянный.

1.2 Цель и задачи образовательной программы

Цель программы: развитие индивидуальных способностей обучающегося, осуществление самореализации личности на основе формирования интереса к техническому творчеству в процессе изучения основ робототехники.

Задачи образовательной программы

Образовательные:

- научить соблюдать правила безопасной работы с механическими и электрическими элементами при конструировании робототехнических устройств;
- научить общенаучным и технологическим навыкам конструирования и проектирования;
- научить собирать механизмы и модели роботов на базе конструктора LEGO MindStorms EV3 (NXT, Spike Prime Set);
- научить самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования роботов;
- научить основам работы с блоком управления роботом с использованием функционала микрокомпьютера EV3 (NXT);
- научить поэтапному ведению творческой работы: от идеи до реализации;
- научить программировать роботизированные системы в соответствии с поставленными задачами;
- научить разрабатывать собственные методы автоматизации какого-либо процесса;
- научить создавать реально действующие модели роботов при помощи специальных элементов по разработанной схеме, по собственному замыслу;
- сформировать умение оценивать свою работу и работу членов коллектива.

Развивающие:

- способствовать развитию творческой инициативы и самостоятельной познавательной деятельности;
- способствовать развитию коммуникативных навыков;
- способствовать развитию памяти, внимания, пространственного воображения;
- способствовать развитию мелкой моторики;
- способствовать развитию волевых качеств: настойчивость, целеустремленность, усердие;
- способствовать развитию гибких навыков (soft-skills).

Воспитательные:

- способствовать воспитанию умения работать в коллективе;
- способствовать воспитанию чувства уважения и бережного отношения к результатам своего труда и труда окружающих;
- способствовать воспитанию нравственных качеств: отзывчивость, доброжелательность, честность, ответственность.

1.3 Планируемые результаты освоения программы

Личностные:

- умение работать в коллективе, в команде;
- взаимопомощь, взаимовыручка;
- слаженная работа в коллективе и команде;
- чувство уважения и бережного отношения к результатам своего труда и труда окружающих;
- нравственные качества: отзывчивость, доброжелательность, честность, ответственность.

Метапредметные:

- развитие самостоятельной познавательной деятельности, коммуникативных навыков, памяти, внимания, пространственного воображения, мелкой моторики, волевых качеств: настойчивость, целеустремленность, усердие;
- умение оценивать свою работу и работы членов коллектива, планировать свою деятельность и деятельность группы в ходе творческого проектирования, аргументировано отстаивать свою точку зрения и представлять творческий проект.

Предметные:

- знать правила безопасной работы при конструировании робототехнических устройств и электроцепей;
- уметь собирать модели роботов на базе конструктора LEGO EV3 (NXT);

- владеть навыками работы с блоком управления роботом EV3 (NXT);
- знать этапы выполнения творческого проекта;
- владеть навыками поэтапного ведения творческой работы: от идеи до реализации;
- создавать модели роботов, отвечающие заданным техническим условиям; совершенствовать конструкцию роботов на основе анализа их практического применения, использования в соревнованиях, конкурсах;
- самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования и программирования робототехнических систем.

1.4. Содержание программы

Учебный план (1й модуль)

№ п/п	Название темы	Количество часов			Форма аттестации/ контроля
		всего	практика	теория	
1	2	3	4	5	6
1	Основы механики и программирования	40	23	17	
1.1	Вводное занятие. Техника безопасности. Знакомство с деталями конструктора MindStorms EV3. Постройка высокой башни.	2	1	1	Устный опрос. Практическое задание
1.2	Способы передачи вращательного движения.	2	1	1	Практическое задание
1.3	Программирование управляющего блока EV3.	2	1	1	Практическое задание
1.4	Знакомство со средой программирования Mindstorms.	2	1	1	Практическое задание
1.5	Создание одномоторной тележки. Программирование движения.	2	1	1	Практическое задание
1.6	Перетягивание каната одномоторными тележками с применением редуктора.	2	1	1	Устный опрос
1.7	Сбор базового робота «пяти-минутка».	2	1	1	Устный опрос
1.8	Программирование робота для движения по квадрату.	2	1	1	Практическое задание
1.9	Гонки роботов.	2	1	1	Устный опрос
1.10	Свободное конструирование.	2	2	0	Практическое задание
1.11	Работа с дисплеем и динамиками управляющего блока. Знакомство с циклом.	2	1	1	Практическое задание
1.12	Датчик касания. Переключа-	2	1	1	Беседа

	тель (ветвление).				
1.13	Ультразвуковой датчик и измерение расстояния. Сборка сигнализации.	2	1	1	Практическое задание
1.14	Датчик цвета. Определение цвета поверхности.	2	1	1	Практическое задание
1.15	Релейный регулятор. Движение по нажатию кнопки.	2	1	1	Практическое задание
1.16	Релейный регулятор. Движение по линии с одним датчиком.	2	1	1	Практическое задание
1.17	Релейный регулятор. Движение вдоль стены с использованием ультразвука.	2	1	1	Практическое задание
1.18	Поиск предметов вокруг робота с помощью ультразвукового датчика.	2	1	1	Практическое задание
1.19	Мини соревнование «Кегельринг».	2	2	0	Практическое задание
1.20	Мини соревнование «Сумо роботов».	2	2	0	Практическое задание
2	Основные алгоритмы программирования	28	17	11	
2.1	Движение по линии с одним датчиком. Улучшенный релейный регулятор.	2	1	1	Практическое задание
2.2	Мини соревнования «Гонки по линии» с одним датчиком.	2	2	0	Практическое задание
2.3	Операции с данными. Блоки математики, переменных и функций.	2	1	1	Устный опрос
2.4	Вывод данных с датчиков на дисплей управляющего блока.	2	1	1	Практическое задание
2.5	Пропорциональный регулятор. Движение по линии с одним датчиком.	2	1	1	Практическое задание
2.6	Пропорциональный регулятор. Движение по линии с двумя датчиками.	2	1	1	Практическое задание
2.7	Пропорциональный регулятор. Движение вдоль стены.	2	1	1	Практическое задание
2.8	Свободное конструирование.	2	2	0	Беседа
2.9	Определение перекрестков на линии.	2	1	1	Практическое задание
2.10	Движение по заданной траектории. Повороты на перекрестках.	2	1	1	Практическое задание
2.11	Проезд робота на острых и прямых поворотах.	2	1	1	Практическое задание
2.12	Движение робота по инверс-	2	1	1	Практическое

	ной линии.				задание
2.13	Объезд банок на пути следования робота.	2	1	1	Практическое задание
2.14	Мини соревнование «Слалом». Подведение итогов.	2	2	0	Практическое задание
Итого		68	40	28	

Учебный план (2й модуль)

№ п/п	Название темы	Количество часов			Форма аттестации/контроля
		всего	практика	теория	
1	2	3	4	5	6
3	Базовые элементы спортивной робототехники	48	28	26	
3.1	Вводное занятие. Техника безопасности. Повторение пройденного.	2	0	2	Устный опрос
3.2	Преодоление препятствий на пути (горки, балки, эстакада, трамплин).	2	1	1	Практическое задание
3.3	Решение задач на точное позиционирование робота на поле.	2	1	1	Практическое задание
3.4	Отработка точного подъезда робота к кубикам, банкам и линиям.	2	2	0	Практическое задание
3.5	Двоичное кодирование. Чтение штрих-кода датчиком цвета.	2	1	1	Практическое задание
3.6	Отработка действий робота в зависимости от «Штрих-кода»	2	2	0	Практическое задание
3.7	Сортировка кубиков по размеру.	2	1	1	Практическое задание
3.8	Определение цвета кубиков.	2	1	1	Практическое задание
3.9	Перевозка кубиков в зависимости от их цвета.	2	1	1	Практическое задание
3.10	Сортировка кубиков по размеру и цвету.	2	1	1	Практическое задание
3.11	Свободное конструирование.	2	2	0	Беседа
3.12	Манипуляторы – отработка навыков сборки.	2	1	1	Практическое задание
3.13	Механизмы погрузки и выгрузки предметов.	2	1	1	Практическое задание
3.14	Автоматическая поштучная выгрузка кубиков из робота.	2	1	1	Практическое задание

3.15	Автоматическая погрузка кубиков в робота в зависимости от цвета.	2	1	1	Практическое задание
3.16	Основы шагающего механизма.	2	1	1	Практическое задание
3.17	Сборка шагающего робота.	2	1	1	Практическое задание
3.18	Мини соревнование «Сумо шагающих роботов».	2	1	1	Практическое задание
3.19	Свободное конструирование.	2	1	1	Практическое задание
3.20	Сборка роботов для соревнований «Шорт-трек»	2	1	1	Практическое задание
3.21	Мини соревнования «Шорт-трек»	2	2	0	Практическое задание
3.22	Сборка робота «Беспилотный автомобиль» с дифференциалом и рулевым управлением.	2	1	1	Практическое задание
3.23	Отработка движения робота «Беспилотный автомобиль» по линии.	2	1	1	Практическое задание
3.24	Свободное конструирование.	2	2	0	Беседа
4	Автоматизация процессов	11	6	5	
4.1	Теория промышленной автоматизации процессов.	1	0	1	Устный опрос
4.2	Сборка транспортировочного конвейера.	1	1	1	Практическое задание
4.3	Автоматическая сортировка предметов по размеру и цвету.	1	1	1	Практическое задание
4.4	Сборка и программирование модели промышленного манипулятора.	1	1	1	Практическое задание
4.5	Сборка мобильных роботов для транспортировки грузов.	1	1	1	Практическое задание
4.6	Взаимодействие роботов друг с другом через Bluetooth.	1	1	1	Практическое задание
4.7	«Рой роботов» - совместное решение роботами одной задачи.	1	1	1	Практическое задание
4.8	Конструирование и программирование роботов для направления «Эстафета».	1	1	1	Практическое задание
4.9	Мини соревнование «Эстафета».	1	1	0	Практическое задание
4.10	Творческое задание.	1	1	0	Творческий проект
4.11	Заключительное занятие. Подведение итогов.	1	1	1	Беседа

	Итого	76	40	36	
	Всего по программе	144	80	64	

Содержание учебного плана (1 модуль).

1 Основы механики и программирования

1.1 Вводное занятие.

Теория Техника безопасности. Знакомство с деталями конструктора MindStorms EV3.

Практика. Постройка высокой башни. Демонстрация конструктора. Объяснение техники безопасности. Изучение компонентов конструктора Lego EV3 и методов соединений деталей. Дети делятся на команды по 2 человека и строят самую высокую башню из всех деталей доступных в конструкторе. Самая высокая башня побеждает. Во второй половине занятия педагог раскрывает некоторые моменты в построении башен и дети заново пытаются построить самую высокую башню. Данное творческое задание, позволяет педагогу на первых этапах определить уровень группы, а детям познакомиться с компонентами и деталями конструктора.

Оборудование: Базовый набор для изучения промышленной робототехники; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук.

1.2 Способы передачи вращательного движения.

Теория Занятие, направленное на разъяснение способов передачи вращательного движения (шестерни, колеса и т.п) сборка демонстрационных моделей. Изучение редукции. Расчёт редукции. Реализация моделей. Изготовление волчка из конструктора Lego. Сравнение скорости и времени вращения волчка с применением редуктора и без.

<https://www.youtube.com/watch?v=q0QovJr5tsQ&list=PLkMouQZtQUV40gVQObS4m4Ee1rzGNYSNv&index=8>

<https://www.youtube.com/watch?v=Ohvyl7qVzj0&list=PLkMouQZtQUV40gVQObS4m4Ee1rzGNYSNv&index=9>

Оборудование: Базовый набор для изучения промышленной робототехники; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук.

1.3 Программирование управляющего блока EV3.

Теория Изучение принципов работы с управляющим блоком EV3. Изучение включения, выключения, настройки блока. Написание простейших программ на блоке управления (без использования компьютера).

<https://www.youtube.com/watch?v=oPPi-sgBZ2I>

<https://www.youtube.com/watch?v=P4swnjmxjLo>

Оборудование: Базовый набор для изучения промышленной робототехники; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук.

1.4 Знакомство со средой программирования Mindstorms.

Теория Знакомство обучающихся со средой программирования Mindstorms для программирования роботов с помощью компьютера.

<https://www.youtube.com/watch?v=OmAXPHdyRy4>

<https://www.youtube.com/watch?v=aqhKcx7A6oI>

Оборудование: Базовый набор для изучения промышленной робототехники; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук.

1.5 Создание одноmotorной колёсной тележки.

Практика Программирование движения. Сборка простейшей одноmotorной тележки для движения вперед и назад.

<https://www.youtube.com/watch?v=4iMVPetbXu0>

Оборудование: Базовый набор для изучения промышленной робототехники; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук.

1.6 Перетягивание каната роботами.

Практика Сборка своей версии одноmotorной тележки с использованием редуктора, мультипликатора. Сравнение результатов движения тележки.

<https://www.youtube.com/watch?v=ZqHSTXTuH3I>

Оборудование: Базовый набор для изучения промышленной робототехники; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук.

1.7 Сбор базового робота «пятиминутка».

Теория Изучение конструкции стандартного робота «Пятиминутка» с последующей его сборкой и программированием на движение по прямой с различной скоростью на произвольную дистанцию.

<https://www.youtube.com/watch?v=HsLqiShzP0k>

Оборудование: Базовый набор для изучения промышленной робототехники; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук.

1.8 Программирование робота для движения по квадрату.

Практика На полигоне (столе) изолентой или малярным скотчем отмечается 4 точки обозначающие углы квадрата со стороной 30-50 см. Задача занятия заключается в программировании робота «пятиминутка» на точность проезда по квадрату. Производится отработка с детьми программирования блока движения моторов по времени, градусам, оборотам.

<https://www.youtube.com/watch?v=jSM8VYIH-gg>

Оборудование: Базовый набор для изучения промышленной робототехники; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук.

1.9 Гонки роботов.

Практика На полигоне (на полу в учебном классе) расставляются предметы (конусы, банки, кегли, кубы) имитирующие трассу для прохождения робота. Задача обучающегося заключается в программировании робота на прохождение трассы от «старта» до «финиша» с объездом препятствий. Использование внешних датчиков помимо моторов робота запрещено.

<https://www.youtube.com/watch?v=KF2LCrduLNs>

Оборудование: Базовый набор для изучения промышленной робототехники; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук.

1.10. Свободное конструирование.

Практика Творческое задание. Сборка роботов на любую выбранную тему. По окончании занятия все обучающиеся демонстрируют свои работы другим детям и аргументированно рассказывают о своей идее, что получилось в ходе занятий, а что не удалось реализовать. Педагог вместе с детьми разбирает ошибки модели и написанной программы, подсказывает наиболее удачное решение.

Оборудование: Базовый набор для изучения промышленной робототехники; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук.

1.11 Работа с дисплеем и динамиками управляющего блока. Знакомство с циклом.

Практика Занятие ориентированно на программирование в среде Mindstorms. Обучающиеся разбирают все возможности и атрибуты блоков «Экран», «Звук», «Ожидание», «Цикл».

1) <https://www.youtube.com/watch?v=CudWjzgcZBo>

2) <https://www.youtube.com/watch?v=R28CFhLCNp8>

1.12 Датчик касания. Переключатель (ветвление).

Практика Работа с датчиком касания. Написание программ с отработкой понятия переключатель (условный оператор, switch). В качестве практики возможно применение экрана, динамика, мотора в качестве управляемого кнопкой «действия робота».

<https://www.youtube.com/watch?v=VJXSohp3Cvk>

<https://www.youtube.com/watch?v=DMpqBDF307U>

1.13 Теория Ультразвуковой датчик и измерение расстояния.

Практика Сборка сигнализации. Работа с ультразвуковым дальномером. Написание программ с отработкой понятия переключатель (условный оператор, switch). Отработка навыков вывода информации на экран EV3 о расстоянии до объекта. На основе полученных знаний о датчике предлагается разработать сигнализацию, которая срабатывает при пересечении сектора действия датчика. <https://www.youtube.com/watch?v=yCFpVOV364U>

Оборудование: Базовый набор для изучения промышленной робототехники; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук.

1.14 Теория. Датчик цвета. Определение цвета поверхности

Практика Датчик цвета. Определение цвета поверхности. Работа с датчиком цвета. Изучение возможностей сенсора и принципов его работы.

<https://www.youtube.com/watch?v=pmq7ydRHT3E>

<https://www.youtube.com/watch?v=FwDU0vyxfgI>

Оборудование: Базовый набор для изучения промышленной робототехники; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук.

1.15 Теория Релейный регулятор. Движение по нажатию кнопки. Знакомство с релейным регулятором.

Практика Отработка навыков программирования и управления движением робота с помощью релейного регулятора и датчика касания (движение по нажатию кнопки).

Оборудование: книга: (Моя книга о LEGO EV3); комплекты программируемых конструкторов «Lego MindStorms EV3» (из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение; датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

1.16 Релейный регулятор.

Практика Движение по линии с одним датчиком. Отработка навыков программирования релейного регулятора для движения по линии с одним датчиком цвета.

Оборудование: книга: (Моя книга о LEGO EV3); комплекты программируемых конструкторов «Lego MindStorms EV3» (из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение; датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

1.17 Релейный регулятор.

Практика Движение вдоль стены с использованием ультразвука. Отработка навыков программирования релейного регулятора для движения вдоль стены с одним датчиком ультразвука.

Оборудование: книга: (Моя книга о LEGO EV3); комплекты программируемых конструкторов «Lego MindStorms EV3» (из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение; датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

1.18 Поиск предметов вокруг робота с помощью ультразвукового датчика.

Практика Поиск предметов вокруг робота. Решение задач на поиск и вытаскивание предметов в радиусе действия датчика ультразвука.

1) <https://www.youtube.com/watch?v=QWGG7bhyTbE>

Оборудование: книга: (Моя книга о LEGO EV3); комплекты программируемых конструкторов «Lego MindStorms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение; датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

1.19 Мини соревнование «Кегельринг».

Теория Изучение правил номинации «Кегельринг», сборка и программирование роботов для данного направления.

Практика Отработка навыков в мини соревнованиях внутри группы.

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=hnpXFeApOYU>
- 2) <https://www.youtube.com/watch?v=PHcFkPILixg>
- 3) <https://myrobot.ru/sport/index.php?n=Reglaments.Kegelring>

Оборудование: книга: (Моя книга о LEGO EV3); комплекты программируемых конструкторов «Lego MindStorms EV3» (из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение; датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей. (Кегельринг).

1.20 Мини соревнование «Сумо роботов».

Теория Изучение правил номинации «Сумо роботов»,

Практика сборка и программирование роботов для данного направления. Отработка навыков в мини соревнованиях внутри группы.

- 1) <https://xn--d1aimvaw.xn--plai/files/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8/%D0%A0%D0%B5%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%20%D0%A1%D1%83%D0%BC%D0%BE%20%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%91%D1%83%D0%BC-2018.pdf>
- 2) <https://www.youtube.com/watch?v=B2HSHeG38-s>

Оборудование: книга: (Моя книга о LEGO EV3); комплекты программируемых конструкторов «Lego MindStorms EV3» (из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение; датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

2 Основные алгоритмы программирования

2.1 Движение по линии с одним датчиком.

Практика Улучшенный релейный регулятор. Отработка навыков движения по линии с одним датчиком. Изучение улучшенной версии релейного регулятора.

2.2 Мини соревнования «Гонки по линии» с одним датчиком.

Практика Практическая отработка навыков конструирования и программирования скоростных моделей роботов с одним датчиком цвета для прохождения линии.

2.3 Операции с данными. Блоки математики, переменных и функций.

Практика Работа с данными. Знакомство с блоками математики на примере подсчета цвета.

1) <https://www.youtube.com/watch?v=sHzI36f42FU>

2.4 Вывод данных с датчиков на дисплей управляющего блока.

Практика Отработка вывода показаний датчиков на экран управляющего блока.

1) <https://www.youtube.com/watch?v=QiBTUSPOid4>

2.5 Пропорциональный регулятор. Движение по линии с одним датчиком.

Теория. Изучение пропорционального регулятора.

Практика Сравнение алгоритмов пропорционального регулятора и релейного регулятора при движении роботизированной платформы по линии с одним датчиком цвета.

2.6 Пропорциональный регулятор. Движение по линии с двумя датчиками.

Практика Отработка навыков движения по линии с двумя датчиками цвета. Применение пропорционального регулятора для движения по линии с двумя датчиками. Сравнение алгоритмов.

2.7 Пропорциональный регулятор.

Практика Движение вдоль стены. Движение вдоль стены при помощи пропорционального регулятора.

<https://www.youtube.com/watch?v=-OAwkPWv0o0>

2.8 Свободное конструирование.

Практика Творческое задание. Сборка роботов на любую выбранную тему. По окончании занятия все обучающиеся демонстрируют свои работы другим детям и аргументированно рассказывают о своей идее, что получилось в ходе занятий, а что не удалось реализовать. Педагог вместе с детьми разбирает ошибки модели и написанной программы, подсказывает наиболее удачное решение.

2.9 Определение перекрестков на линии.

Практика Решение задач на определение и подсчет перекрестков.

2.10 Движение по заданной траектории. Повороты на перекрестках.

Практика Отработка определения перекрестков на линии, изменение траектории движения на перекрестках.

2.11 Проезд робота на острых и прямых поворотах.

Практика Пример решения задач проезда робота на ломаных линиях и поворотах под 90 градусов и менее.

2.12 Движение робота по инверсной линии.

Практика Решение задачи движения робота по участку полигона с инверсной линией.

2.13 Объезд банок на пути следования робота.

Теория Изучение алгоритма объезда банок на пути следования робота.

<https://www.youtube.com/watch?v=bcjpcTvlhI0>

2.14 Мини соревнование «Слалом». Подведение итогов.

Практика Проведение мини соревнований внутри группы по направлению «Слалом» для закрепления пройденного материала. Подведение итогов прошедшего полугодия.

<https://www.youtube.com/watch?v=0e9u3HcxM2Y>

<https://myrobot.ru/sport/index.php?n=Reglaments.LineFollowingSlalom>

Оборудование: книга: (Моя книга о LEGO EV3); комплекты программируемых конструкторов «Lego MindStorms EV3» (из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение; датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей (Большая линия S-ка, Кегельринг, Линия профи, Шорт-трек);

Содержание учебного плана (2 модуль).

Базовые элементы спортивной робототехники

3.1 Вводное занятие. Техника безопасности. Повторение пройденного.

Теория. Знакомство с планом работы на предстоящее полугодие.

Практика. Проведение инструктажа по технике безопасности. Повторение пройденного материала, отработка навыков конструирования и программирования.

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego MindStorms EV3» (из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.2 Преодоление препятствий на пути (горки, балки, эстакада, трамплин).

Практика. Разработка конструкции позволяющей преодолеть преграды на пути следования робота.

<https://www.youtube.com/watch?v=eG8NkYljtH4>

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego MindStorms EV3» (из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.3. Решение задач на точное позиционирование робота на поле.

Практика. Отработка навыков точного позиционирования робота на полигоне. Теоретический расчёт и практическая реализация движения. Программирование движения с использованием блоков математики. Создание собственных блоков.

<https://www.youtube.com/watch?v=bLPO-ETebGA>

<https://www.youtube.com/watch?v=sWNuInfJr0s>

3.4 Отработка точного подъезда робота к кубикам, банкам и линиям.

Практика. Отработка навыков точного позиционирование робота относительно объектов, линий и т.п. с применением датчиков цвета и ультразвукового дальномера.

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.5 Двоичное кодирование.

Теория. Чтение штрих-кода датчиком цвета.

Практика. Изучение и применение алгоритма декодирования двоичного кода роботом.

<https://www.youtube.com/watch?v=RqyXsKAiBtE&t>

3.6 Отработка действий робота в зависимости от «Штрих-кода»

Практика. Закрепление навыков считывания и расшифровки штрих-кода роботом. Выполнение заданий робота в зависимости от числа, зашифрованного в штрих-коде (н., поворот робота на перекрестке налево, если число четное и направо, если не четное).

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.7 Сортировка кубиков по размеру.

Практика. Разработка механизма и алгоритма сортировки предметов (кубиков) по размеру.

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.8 Определение цвета кубиков.

Практика. Отработка навыков по определению цвета кубиков. Кубики различного цвета выставляются вдоль линии. Задача робота подъехать к каждому кубику и объявить звуковым сигналом его цвет.

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.9 Перевозка кубиков в зависимости от их цвета.

Практика. Творческое задание на разработку собственной конструкции робота и кода программы способного перевозить кубики определенного цвета.

Пример возможного задания:

<https://www.youtube.com/watch?v=0G0ZC-Bg5kQ>

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.10 Сортировка кубиков по размеру и цвету.

Практика. Творческое задание, где необходимо разработать конструкцию робота и программу для сортировки больших и маленьких кубиков по цвету и размеру. Пример возможного задания:

https://www.youtube.com/watch?v=NK64aqx_o4

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.11 Свободное конструирование.

Практика. Творческое задание. Сборка роботов на любую выбранную тему. По окончании занятия все обучающиеся демонстрируют свои работы другим детям и аргументированно рассказывают о своей идее, что получилось в ходе занятий, а что не удалось реализовать. Педагог вместе с детьми разбирает ошибки модели и написанной программы, подсказывает наиболее удачное решение.

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.12 Манипуляторы – отработка навыков сборки.

Теория Знакомство с различными видами манипуляторов и способов захвата предметов.

Практика. Сборка механизма захвата предметов для мобильного робота.

Примеры манипуляторов:

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=cZ7F1OZqRdg>
- 2) <https://www.youtube.com/watch?v=1kkEGXr46Xs>
- 3) <https://www.youtube.com/watch?v=TEGZC58aLSM>
- 4) <https://www.youtube.com/watch?v=2JAHuPcY20s>

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.13 Механизмы погрузки и выгрузки предметов.

Практика. Сборка мобильных роботов с механизмами загрузки/выгрузки для перевозки предметов (кубиков, шариков и т.п.).

1) <https://www.youtube.com/watch?v=UrBETzYLWIM>

2) <https://www.youtube.com/watch?v=jxm31aw-QsQ>

3) <https://www.youtube.com/watch?v=hvTnpbrh8aY>

4) <https://www.youtube.com/watch?v=6ue2Q1yxy8o>

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.14 Автоматическая поштучная выгрузка кубиков из робота.

Практика. Творческая работа, направленная на отработку навыков конструирования и программирования.

1) <https://www.youtube.com/watch?v=kSmI6rRZ598>

2) <https://www.youtube.com/watch?v=u44h8lX5fsI>

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.15 Автоматическая погрузка кубиков в робота в зависимости от цвета.

Практика. Творческая работа, направленная на отработку навыков конструирования и программирования.

1) <https://www.youtube.com/watch?v=BNpvrlbuqwm>

2) <https://www.youtube.com/watch?v=zBIHxTYxnNw>

3) <https://www.youtube.com/watch?v=WM4kiQZ2yXA>

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.16 Основы шагающего механизма.

Теория Разборка примеров механических движений шагающих механизмов.

1) <https://www.youtube.com/watch?v=BN9rmZmgnSA>

2) https://www.youtube.com/watch?v=TN7B_3dEnfQ

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.17 Сборка шагающего робота.

Практика. Сборка простейшего шагающего робота.

1) <https://www.youtube.com/watch?v=Qjb8S5AaIHg>

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.18 Мини соревнование «Сумо шагающих роботов».

Практика. Отработка навыков сборки шагающих роботов.

1) <https://www.youtube.com/watch?v=PIRj5zhhXbw>

2) <https://www.youtube.com/watch?v=KclvtD9eRH8>

3) <https://www.youtube.com/watch?v=pDXRfC-2VkQ>

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.19 Свободное конструирование.

Практика. Творческое задание. Сборка роботов на любую выбранную тему.

По окончании занятия все обучающиеся демонстрируют свои работы другим детям и аргументированно рассказывают о своей идее, что получилось в ходе занятий, а что не удалось реализовать. Педагог вместе с детьми разбирает ошибки модели и написанной программы, подсказывает наиболее удачное решение.

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.20 Сборка роботов для соревнований «Шорт-трек»

Теория Знакомство с правилами номинации «Шорт-трек». Разработка конструкции робота и программы для соревнований.

1) <https://www.youtube.com/watch?v=I92R16bjmXk>

- 2) <https://www.youtube.com/watch?v=uDGoALbsAPw>
- 3) http://www.russianrobofest.ru/userfiles/HR/HR_Start%20%D0%A8%D0%BE%D1%80%D1%82-%D0%A2%D1%80%D0%B5%D0%BA.pdf

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей (Шорт-трек).

3.21 Мини соревнования «Шорт-трек»

Практика. Мини соревнование внутри группы по номинации «Шорт-трек». Закрепление пройденного материала по данной теме.

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей (Шорт-трек).

3.22 Сборка робота «Беспилотный автомобиль» с дифференциалом и рулевым управлением.

Знакомство с темой беспилотных автомобилей. Изучение конструкции мобильного робота по подобию автомобиля с рулевым управлением и дифференциалом. Программирование машины для работы с пульта управления, смартфона.

- 1) https://www.youtube.com/watch?v=cKmN0KfC_Vw
- 2) <https://www.youtube.com/watch?v=0pCk60QCVds>
- 3) <https://www.youtube.com/watch?v=h9IHVMQfm8>
- 4) https://www.youtube.com/watch?v=_xEvb2hIh_I

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

5)

3.23 Отработка движения робота «Беспилотный автомобиль» по линии.

Теория На основе разработанной ранее конструкции робота при помощи одного датчика цвета реализовать движение «Беспилотного автомобиля» по линии.

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=aiRL6ufnJaQ>

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;
датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

3.24 Свободное конструирование.

Практика. Творческое задание. Сборка роботов на любую выбранную тему. По окончании занятия все обучающиеся демонстрируют свои работы другим детям и аргументированно рассказывают о своей идее, что получилось в ходе занятий, а что не удалось реализовать. Педагог вместе с детьми разбирает ошибки модели и написанной программы, подсказывает наиболее удачное решение.

Оборудование: комплекты программируемых конструкторов «Lego Mind-Storms EV3»

(из расчёта не менее 1 комплекта на 2 обучающихся); ноутбук, программное обеспечение;

датчик света EV3 45506; аккумуляторы и зарядные устройства; другие расходные материалы для проектной деятельности; комплект полей.

4 Автоматизация процессов

4.1 Теория промышленной автоматизации процессов.

Теория Знакомство обучающихся с системами автоматизации процессов в промышленности. Изучение роботов применяемых в промышленности, логистике и сельском хозяйстве.

Оборудование: базовый набор для изучения промышленной робототехники; дополнительный набор инструментов для конструирования роботов; книга: (Моя книга о LEGO EV3); книга: (Эрик Шернич: Arduino для детей); комплект полей; мультиметр; мышь компьютерная; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук; зарядное устройство LEGO EDUCATION; датчик цвета EV3 45506; программное обеспечение; проектор, мультимедийная доска.

4.2 Сборка транспортировочного конвейера.

Практика. Творческое задание на сборку транспортировочного конвейера.

4.3 Автоматическая сортировка предметов по размеру и цвету.

Практика. Творческое задание на сборку механизма сортировки.

1) <https://www.youtube.com/watch?v=IX8MvTbS3zg>

Оборудование: базовый набор для изучения промышленной робототехники; дополнительный набор инструментов для конструирования роботов; книга: (Моя книга о LEGO EV3); книга: (Эрик Шернич: Arduino для детей); комплект полей; мультиметр; мышь компьютерная; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук; зарядное устройство LEGO EDUCATION; датчик цвета EV3 45506; программное обеспечение; проектор, мультимедийная доска.

4.4 Сборка и программирование модели промышленного манипулятора.

Практика. Творческое задание на сборку и программирование собственной конструкции стационарного манипулятора.

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=X86687E4WCk>
- 2) <https://www.youtube.com/watch?v=z2-MuNxUZjg>
- 3) <https://www.youtube.com/watch?v=Eg161usREyc>

Оборудование: базовый набор для изучения промышленной робототехники; дополнительный набор инструментов для конструирования роботов; книга: (Моя книга о LEGO EV3); книга: (Эрик Шернич: Arduino для детей); комплект полей; мультиметр; мышь компьютерная; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук; зарядное устройство LEGO EDUCATION; датчик цвета EV3 45506; программное обеспечение; проектор, мультимедийная доска.

4.5 Сборка мобильных роботов для транспортировки грузов.

Практика. Разработка мобильных платформ для транспортировки грузов по примеру логистических роботов на складских помещениях.

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=uS5M4VNE6Ns>
- 2) <https://www.youtube.com/watch?v=Ar88kAW5oGk>

Оборудование: базовый набор для изучения промышленной робототехники; дополнительный набор инструментов для конструирования роботов; книга: (Моя книга о LEGO EV3); книга: (Эрик Шернич: Arduino для детей); комплект полей; мультиметр; мышь компьютерная; набор для конструирования моделей и узлов (основы механики); набор элементов для конструирования роботов; ноутбук; зарядное устройство LEGO EDUCATION; датчик цвета EV3 45506; программное обеспечение; проектор, мультимедийная доска.

4.6 Взаимодействие роботов друг с другом через Bluetooth.

Теория. Изучение способа взаимодействия с роботом через Bluetooth. Программирование роботов.

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=kNMI5gY17MI>
- 2) <https://www.youtube.com/watch?v=IgdKyXNMC>

Оборудование: базовый набор для изучения промышленной робототехники; дополнительный набор инструментов для конструирования роботов; книга: (Моя книга о LEGO EV3); книга: (Эрик Шернич: Arduino для детей); комплект полей; мультиметр; мышь компьютерная; набор для конструирования моделей и узлов (основы механики); набор элементов для конструирования роботов; ноутбук; зарядное устройство LEGO EDUCATION; датчик цвета EV3 45506; программное обеспечение; проектор, мультимедийная доска.

4.7 «Рой роботов» - совместное решение роботами одной задачи.

Теория. Знакомство обучающихся с понятием «Рой» применяемом в робототехнике. *Практика.* Творческое задание на решение задачи совместным усилием нескольких роботов.

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=Alrg-VQGw9I>

Оборудование: базовый набор для изучения промышленной робототехники; дополнительный набор инструментов для конструирования роботов; книга: (Моя книга о LEGO EV3); книга: (Эрик Шернич: Arduino для детей); комплект полей; мультиметр; мышь компьютерная; набор для конструирования моделей и узлов (основы механики); набор элементов для конструирования роботов; ноутбук; зарядное устройство LEGO EDUCATION; датчик цвета EV3 45506; программное обеспечение; проектор, мультимедийная доска.

4.8 Конструирование и программирование роботов для направления «Эстафета».

Теория. Изучение правил номинации «Эстафета». Разработка конструкции и программы для данного направления.

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=kckEGN1watg>
- 2) <https://robofinist.ru/files/62270/filename/%D0%A0%D0%B5%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82+%D0%AD%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%84%D0%B5%D1%82%D0%B0.pdf>

Оборудование: базовый набор для изучения промышленной робототехники; дополнительный набор инструментов для конструирования роботов; книга: (Моя книга о LEGO EV3); книга: (Эрик Шернич: Arduino для детей); комплект полей; мультиметр; мышь компьютерная; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук; зарядное устройство LEGO EDUCATION; датчик цвета EV3 45506; программное обеспечение; проектор, мультимедийная доска.

4.9 Мини соревнование «Эстафета».

Практика. Отработка навыков, полученных на предыдущем занятии по программированию и конструированию роботов для номинации «Эстафета».

Оборудование: базовый набор для изучения промышленной робототехники; дополнительный набор инструментов для конструирования роботов; книга: (Моя книга о LEGO EV3); книга: (Эрик Шернич: Arduino для детей); комплект полей; мультиметр; мышь компьютерная; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук; зарядное устройство LEGO EDUCATION; датчик цвета EV3 45506; программное обеспечение; проектор, мультимедийная доска.

4.10 Творческое задание.

Практика. Творческое задание. Сборка роботов на любую выбранную тему. По окончании занятия все обучающиеся демонстрируют свои работы другим детям и аргументированно рассказывают о своей идее, что получилось в ходе занятий, а что не удалось реализовать. Педагог вместе с детьми разбирает ошибки модели и написанной программы, подсказывает наиболее удачное решение.

Оборудование: базовый набор для изучения промышленной робототехники; дополнительный набор инструментов для конструирования роботов; книга: (Моя книга о LEGO EV3); книга: (Эрик Шернич: Arduino для детей); ком-

плект полей; мультиметр; мышь компьютерная; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук; зарядное устройство LEGO EDUCATION; датчик цвета EV3 45506; программное обеспечение; проектор, мультимедийная доска.

4.11 Заключительное занятие. Подведение итогов.

Практика. Подведение итогов результатов обучающихся и пройденного ими материала за прошедший год. Заключительное занятие посвященное поверхностному знакомству с материалом программы следующего года обучения.

Оборудование: базовый набор для изучения промышленной робототехники; дополнительный набор инструментов для конструирования роботов; книга: (Моя книга о LEGO EV3); книга: (Эрик Шернич: Arduino для детей); комплект полей; мультиметр; мышь компьютерная; набор элементов для конструирования роботов; ноутбук; зарядное устройство LEGO EDUCATION; датчик цвета EV3 45506; программное обеспечение; проектор, мультимедийная доска.

II. Комплекс организационно-педагогических условий.

2.1. Календарный учебный график (1 модуль)

Место проведения: _____

Время проведения занятий:

Изменения расписания занятий:

№	№ п/п	Тема занятий	Кол-во часов	Форма занятия	Форма контроля	Дата планируемая (число, месяц)	Дата фактическая (число, месяц)	Причина изменения даты
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		Основы механики	40					
	1.1	Вводное занятие. Техника безопасности. Знакомство с деталями конструктора MindStorms EV3. Постройка высокой башни.	2	практика	Устный опрос. Практическое задание			
	1.2	Способы передачи вращательного движения.	2	практика	Практическое задание			
	1.3	Программирование управляющего блока EV3.	2	практика	Практическое задание			
	1.4	Знакомство со средой программирования Mindstorms.	2	практика	Практическое задание			
	1.5	Создание одномоторной тележки. Программирование движения.	2	практика	Практическое задание			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1.6	Перетягивание каната одномоторными тележ-	2	практика	Устный опрос			

		ками с применением редуктора.						
	1.7	Сбор базового робота «пятиминутка».	2	практика	Устный опрос			
	1.8	Программирование робота для движения по квадрату.	2	практика	Практическое задание			
	1.9	Гонки роботов.	2	практика	Устный опрос			
	1.10	Свободное конструирование.	2	практика	Практическое задание			
	1.11	Работа с дисплеем и динамиками управляющего блока. Знакомство с циклом.	2	практика	Практическое задание			
	1.12	Датчик касания. Переключатель (ветвление).	2	практика	Беседа			
	1.13	Ультразвуковой датчик и измерение расстояния. Сборка сигнализации.	2	практика	Практическое задание			
	1.14	Датчик цвета. Определение цвета поверхности.	2	практика	Практическое задание			
	1.15	Релейный регулятор. Движение по нажатию кнопки.	2	практика	Практическое задание			
	1.16	Релейный регулятор. Движение по линии с одним датчиком.	2	практика	Практическое задание			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1.17	Релейный регулятор. Движение вдоль стены с использованием ультразвука.	2	практика	Практическое задание			

	1.18	Поиск предметов вокруг робота с помощью ультразвукового датчика.	2	практика	Практическое задание			
	1.19	Мини соревнование «Кегельринг».	2	практика	Практическое задание			
	1.20	Мини соревнование «Сумо роботов».	2	практика	Практическое задание			
	2	Основные алгоритмы программирования	28					
	2.1	Движение по линии с одним датчиком. Улучшенный релейный регулятор.	2	практика	Практическое задание			
	2.2	Мини соревнования «Гонки по линии» с одним датчиком.	2	практика	Практическое задание			
	2.3	Операции с данными. Блоки математики, переменных и функций.	2	практика	Устный опрос			
	2.4	Вывод данных с датчиков на дисплей управляющего блока.	2	практика	Практическое задание			
	2.5	Пропорциональный регулятор. Движение по линии с одним датчиком.	2	практика	Практическое задание			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2.6	Пропорциональный регулятор. Движение по линии с двумя датчиками.	2	практика	Практическое задание			
	2.7	Пропорциональный ре-	2	практика	Практическое			

	гулятор. Движение вдоль стены.			задание			
2.8	Свободное конструирование.	2	практика	Беседа			
2.9	Определение перекрестков на линии.	2	практика	Практическое задание			
2.10	Движение по заданной траектории. Повороты на перекрестках.	2	практика	Практическое задание			
2.11	Проезд робота на острых и прямых поворотах.	2	практика	Практическое задание			
2.12	Движение робота по инверсной линии.	2	практика	Практическое задание			
2.13	Объезд банок на пути следования робота.	2	практика	Практическое задание			
2.14	Мини соревнование «Слалом». Подведение итогов.	2	практика	Практическое задание			

Календарный учебный график (2 модуль)

Место проведения: _____

Время проведения занятий:

Изменения расписания занятий:

№	№ п/п	Тема занятий	Кол-во часов	Форма занятия	Форма контроля	Дата планируемая (число, месяц)	Дата фактическая (число, месяц)	Причина изменения даты
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3		Базовые элементы спортивной робототехники	48					
	3.1	Вводное занятие. Техника безопасности. Повторение пройденного.	2	практика	Устный опрос			
	3.2	Преодоление препятствий на пути (горки, балки, эстакада, трамплин).	2	практика	Практическое задание			
	3.3	Решение задач на точное позиционирование робота на поле.	2	практика	Практическое задание			
	3.4	Отработка точного подъезда робота к кубикам, банкам и линиям.	2	практика	Практическое задание			
	3.5	Двоичное кодирование. Чтение штрих-кода датчиком цвета.	2	практика	Практическое задание			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3.6	Отработка действий робота в зависимости от «Штрих-кода»	2	практика	Практическое задание			
	3.7	Сортировка кубиков по размеру.	2	практика	Практическое задание			
	3.8	Определение цвета ку-	2	практика	Практическое			

		биков.			задание			
	3.9	Перевозка кубиков в зависимости от их цвета.	2	практика	Практическое задание			
	3.10	Сортировка кубиков по размеру и цвету.	2	практика	Практическое задание			
	3.11	Свободное конструирование.	2	практика	Беседа			
	3.12	Манипуляторы – отработка навыков сборки.	2	практика	Практическое задание			
	3.13	Механизмы погрузки и выгрузки предметов.	2	практика	Практическое задание			
	3.14	Автоматическая поштучная выгрузка кубиков из робота.	2	практика	Практическое задание			
	3.15	Автоматическая погрузка кубиков в робота в зависимости от цвета.	2	практика	Практическое задание			
	3.16	Основы шагающего механизма.	2	практика	Практическое задание			
	3.17	Сборка шагающего робота.	2	практика	Практическое задание			
	3.18	Мини соревнование «Сумо шагающих роботов».	2	практика	Практическое задание			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3.19	Свободное конструирование.	2	практика	Практическое задание			
	3.20	Сборка роботов для соревнований «Шорт-трек»	2	практика	Практическое задание			
	3.21	Мини соревнования «Шорт-трек»	2	практика	Практическое задание			
	3.22	Сборка робота «Беспилотный автомобиль» с	2	практика	Практическое задание			

		дифференциалом и рулевым управлением.						
	3.23	Отработка движения робота «Беспилотный автомобиль» по линии.	2	практика	Практическое задание			
	3.24	Свободное конструирование.	2	практика	Беседа			
4		Автоматизация процессов	22					
	4.1	Теория промышленной автоматизации процессов.	2	практика	Устный опрос			
	4.2	Сборка транспортировочного конвейера.	2	практика	Практическое задание			
	4.3	Автоматическая сортировка предметов по размеру и цвету.	2	практика	Практическое задание			
	4.4	Сборка и программирование модели промышленного манипулятора.	2	практика	Практическое задание			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	4.5	Сборка мобильных роботов для транспортировки грузов.	2	практика	Практическое задание			
	4.6	Взаимодействие роботов друг с другом через Bluetooth.	2	практика	Практическое задание			
	4.7	«Рой роботов» - совместное решение роботами одной задачи.	2	практика	Практическое задание			
	4.8	Конструирование и программирование роботов для направления «Эста-	2	практика	Практическое задание			

	фета».						
4.9	Мини соревнование «Эстафета».	2	практика	Практическое задание			
4.10	Творческое задание.	2	практика	Творческий проект			
4.11	Заключительное занятие. Подведение итогов.	2	теория	Беседа			

2.2. Условия реализации программы.

Успешность реализации программы в значительной степени зависит от уровня квалификации преподавательского состава и материально-технического обеспечения.

Материально – технические условия

- Помещение соответствующее СП
- рабочие столы, стулья;
- шкафы стеллажи для разрабатываемых и готовых прототипов проекта;

Материально – техническое обеспечение:

1.	Базовый набор для изучения промышленной робототехники	1
2.	Дополнительный набор инструментов для конструирования роботов	2
3.	Книга: (Моя книга о LEGO EV3)	1
4.	Книга: (Эрик Шернич: Arduino для детей)	1
5.	Комплект полей (тип 1)	1
6.	Комплект полей (тип 2)	2
7.	Комплект полей (тип 3)	1
8.	Комплект полей (тип 4)	1
9.	Мультиметр	1
10.	Мышь компьютерная	3
11.	Набор для конструирования моделей и узлов (источники энергии)	10
12.	Набор для конструирования робототехники начального уровня	2
13.	Набор элементов для конструирования роботов	5
14.	Ноутбук (тип 1)	3
15.	Зарядное устройство LEGO EDUCATION	2
16.	Датчик цвета EV3 45506	2
17.	Программное обеспечение	

Для электронного обучения и обучения с применением дистанционных образовательных технологий используются технические средства, а также

информационно-телекоммуникационные сети, обеспечивающие передачу по линиям связи указанной информации (образовательные онлайн-платформы, цифровые образовательные ресурсы, размещенные на образовательных сайтах, видеоконференции, вебинары, skype – общение, e-mail, облачные сервисы и т.д.)

Состав группы:

Группа обучающихся состоит из **10 человек**. Данное количество обусловлено спецификой образовательного процесса.

К работе в объединении дети приступают после проведения руководителями соответствующего инструктажа по правилам техники безопасной работы с инструментом, приспособлениями и используемым оборудованием.

Критерии оценки результативности обучения:

- теоретической подготовки обучающихся: соответствие уровня теоретических знаний программным требованиям; широта кругозора; свобода восприятия теоретической информации; развитость практических навыков работы со специальной литературой, осмысленность и свобода использования специальной терминологии;
- практической подготовки обучающихся: соответствия уровня развития практических умений и навыков программным требованиям; свобода владения специальным оснащением; качество выполнения практического задания; технологичность практической деятельности;
- развития обучающихся: культура организации практической деятельности; культура поведения; творческое отношение к выполнению практического задания; аккуратность и ответственность при работе;
- качество реализации и уровень проработанности проекта реализуемый обучающимися (в соответствии с возрастными особенностями).

2.3 Формы аттестации

Процесс обучения по дополнительной общеразвивающей программе предусматривает следующие формы диагностики и аттестации:

1. Входная диагностика, проводится перед началом обучения и предназначена для выявления уровня подготовленности детей к усвоению программы. **Формы контроля:** Устный опрос, практическая работа.

2. Итоговая диагностика проводится после завершения всей учебной программы. **Формы контроля:** тестирование, беседа, устный опрос, творческий проект.

Для отслеживания **результативности реализации образовательной программы** возможно использование систем мониторингового сопровождения образовательного процесса, определяющие основные формируемые у детей посредством реализации программы **компетентностей: предметных, социальных и коммуникативных.**

2.3 Методические материалы

Интернет-ресурсы:

Правила соревнований:

<http://robolymp.ru/season-2019/training/resources/>

Информационно методические материалы:

<https://infourok.ru/uchebnometodicheskie-materiali-robototekhnika-dlya-mindstorms-education-ev-2376203.html>

Энциклопедия знаний (Амперка-Вики):

<http://wiki.amperka.ru/>

База знаний по платформе Arduino:

<https://www.arduino.cc/>

База знаний по платформе Raspberry Pi:

<https://raspberrypi.ru/>

Методика преподавания робототехники:

www.239.ru/userfiles/file/Program_methodology_239.doc

Список литературы

для детей и родителей

1. Йошихито Исогава. Книга идей LEGO MINDSTORMS EV3.
2. Тарапата В.В. Конструируем роботов для соревнований. Танковый роботлон.
3. Филиппов С.А.. Уроки робототехники. Конструкция. Движение. Управление.
4. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. – СПб. 2013-319 с.
5. Юревич Е.И. Основы проектирования техники: учеб.пособие. – СПб. 2012 – 135 с.
6. Копосов, Д. Г. Первый шаг в робототехнику. 5-6 классы. Практикум / Д.Г. Копосов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 292 с.
7. Копосов, Д. Г. Первый шаг в робототехнику. 5-6 классы. Рабочая тетрадь / Д.Г. Копосов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 229 с.
8. Юревич Е.И. Основы робототехники. СПб.: БХВ Петербург, 2010.

для педагога

9. Пол Р. Моделирование, планирование траекторий и управление движением робота-манипулятора. – М.: Наука, 1996. – 103 с.
10. Шахинпур М. Курс робототехники. - М.: Мир, 1990.-527 с. -ISBN 5-03- 001375-X.

11. Избачков С.Ю., Петров В.Н. Информационные системы–СПб.: Питер, 2008. – 655 с
12. Елисеев Д. Цифровая электроника
<https://cloud.mail.ru/public/F6Vf/nY6iSxXcd>
13. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. – СПб.: Наука, 2011. -263 с.
14. Лукас В.А. Теория автоматического управления: Учеб. пособие для вузов. -2-е изд., перераб. и доп. –М.: Недра, 1990. -416 с.
15. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления: Учебное пособие для вузов. М.: Наука, 1986. 616 с.

Пример тестового задания для детей

Вопросы:

1. Напишите виды датчиков конструктора EV3.
2. Напишите обозначение входных портов для подключения датчиков.
3. Напишите обозначение выходных портов для подключения двигателей, как они обозначены на блоке EV3.
4. С помощью чего можно управлять роботом EV3?
5. Какова максимальная мощность двигателей EV3?
6. Какой источник питания можно использовать для контроллера EV3?
7. Какой датчик определяет расстояние до объекта?
8. Какой датчик может определить черную линию?
9. На какую кнопку нужно нажать, чтобы запустить робота?

Ответы:

1. датчик касания, датчик цвета, гироскоп, инфракрасный датчик, ультразвуковой датчик, датчик оборотов колеса в моторе*;
2. 1, 2, 3, 4;
3. A, B, C, D;
4. Инфракрасный пульт, приложение на смартфоне/планшете.
5. 100.
6. Аккумулятор и/или 6 батареек.
7. Ультразвуковой датчик.
8. Датчик цвета.
9. На центральную или Run.

Правила номинации «Кегельринг»

Условия состязания

За минимальное время робот должен вытолкнуть банки с поля за черную линию.

Содержание конкурса

- В соревнованиях участвуют команды образовательных учреждений с роботами из наборов Mindstorm, робот может быть собран только из одного из указанных наборов.
- Соревнования состоят из 2 раундов. Победившим считается робот выполнивший задание за лучшее время (не сумма). При одинаковом времени роботов назначается дополнительный раунд, во время которого судьи могут поменять правила проведения соревнований или само поле.
- Команды должны поместить робота в инспекционную область. После подтверждения судьи, что роботы соответствуют всем требованиям, соревнования могут быть начаты.
- Операторы могут настраивать робота только во время отладки.
- Если при осмотре будет найдено нарушение в конструкции робота, то судья даст 3 минуты на устранение нарушения. Однако, если нарушение не будет устранено в течение этого времени, команда не сможет участвовать в состязании.
- После окончания времени отладки нельзя модифицировать или менять роботов (например: загрузить программу, поменять батарейки). Также команды не могут просить дополнительного времени.

2. Судейство

- Организаторы оставляют за собой право вносить в правила состязаний любые изменения.
- Контроль и подведение итогов осуществляется судейской коллегией в соответствии с приведенными правилами.
- Судьи обладают всеми полномочиями на протяжении всех состязаний; все участники должны подчиняться их решениям.
- Если появляются какие-то возражения относительно судейства, команда имеет право в письменном порядке обжаловать решение судей в Оргкомитете не позднее 10 минут после окончания текущего раунда. После окончания раунда претензии не принимаются.

- Переигровка может быть проведена по решению судей в случае, когда робот не смог закончить этап из-за постороннего вмешательства, либо когда неисправность возникла по причине плохого состояния игрового поля, либо из-за ошибки, допущенной судейской коллегией.
- Члены команды и руководитель не должны вмешиваться в действия робота своей команды или робота соперника ни физически, ни на расстоянии. Вмешательство ведет к немедленной дисквалификации.
- Судья может закончить состязание по собственному усмотрению, если робот не сможет продолжить движение в течение 30 секунд.

3. Требования к команде

- В данной категории не могут участвовать члены команды, участвующие в других категориях.
- В день соревнований на каждого робота команда должна подготовить: все необходимые материалы, такие как: диск с программами, запас необходимых деталей и компонентов наборов *ЛЕГО*, запасные батарейки или аккумуляторы.
- В зоне состязаний разрешается находиться только участникам команд (тренерам запрещено), членам оргкомитета и судьям.
- После старта попытки запрещается вмешиваться в работу робота. Если после старта раунда оператор коснется робота, покинувшего место старта без разрешения судьи, робот может быть дисквалифицирован.
- Участникам команды запрещается покидать зону соревнований без разрешения члена оргкомитета.
- При нарушении командой одного из пунктов правил, команда получит предупреждение. При получении командой 3-х предупреждений команда будет дисквалифицирована.

4. Требования к роботу

- Максимальная ширина робота 250 мм, длина 250 мм, высота 250 мм.
- Робот должен быть автономным, т.е. не допускается дистанционное управление роботом.
- Роботы должны быть построены с использованием только деталей конструкторов *ЛЕГО Mindstorm*.
- Робот должен вынести кегли за пределы поля передвигаясь внутри поля, робот не должен быть статичным, робот не должен менять размеры после старта в противном случае он дисквалифицируется.

- В конструкции робота можно использовать только один микрокомпьютер
- Командам не разрешается изменять любые оригинальные части (например: NXT, двигатель, датчики, детали и т.д.).
- В конструкции роботов нельзя использовать винты, клеи, веревки или резинки для закрепления деталей между собой.
- Функция Bluetooth на микрокомпьютере должна быть отключена, загружать программы следует через кабель USB.
- Робот, не соответствующий требованиям, не будет допущен к участию в соревнованиях, либо результат робота будет аннулирован.

5. Требования к полям.

Поле представляет собой круг диаметром 100 см. Цвет поля — белый, цвет ограничивающей поле линии — чёрный, толщина ограничивающей поле линии — 5 см. Стартовая область для робота может быть обозначена желтым квадратом в центре поля [Рис. 1].

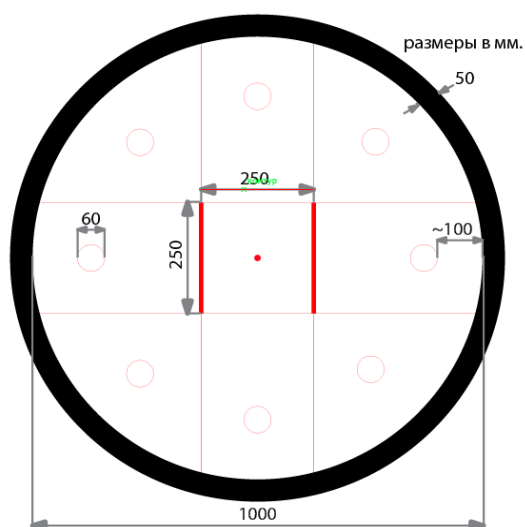


Рис. 1. Поле для соревновательной номинации «Кегельринг»