

государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области средняя общеобразовательная школа пос. Прибой муниципального района Безенчукский Самарской области

РАССМОТРЕНО
методическим объединением
учителей

Руководитель МО
_____ Тагдирова Ю.с.

Протокол №1
от "30" августа 2023 г.

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора по УВР
_____ Юрков А. А.

Протокол №1
от "30" августа 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО
Директор
_____ Пономаренко И.В.

Приказ №70
от "30" августа 2023 г.



Подписан цифровой подписью: И.В. Пономаренко
DN: O=ГБОУ СОШ пос. Прибой, CN= И.В. Пономаренко,
E=priboy_sch_bzn@samara.edu.ru
Основание: Я подтверждаю этот документ своей
удостоверяющей подписью
Дата: 2023.08.31 08:38:39+04'00'

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«Робототехника»

с использованием оборудования Центра «Точка Роста»

срок реализации: 1 год

возраст детей: 7-15 лет

Разработчик: Андреева А.П.

Прибой, 2023г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Робототехника» (далее программа) имеет техническую направленность и предназначена для детей начальных и средних классов. Программа направлена на формирование и развитие творческих способностей школьников в процессе создания роботов средствами конструирования, программирования и проектной деятельности.

Программа разработана в соответствии со следующими нормативно-правовыми актами:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
- Приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022г. N629 “Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам”
- Федеральный закон Российской Федерации от 14.07. 2022 № 295-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации».
- Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. N 678-р).
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
- Методические рекомендации для субъектов Российской Федерации по вопросам реализации основных и дополнительных общеобразовательных программ в сетевой форме (утв. министерством просвещения РФ 28 июня 2019 года № МР-81/02вн).

- Письмо министерства просвещения РФ от 19.08.2022 г. «Об адаптированных дополнительных общеразвивающих программах»,
- Устав государственного бюджетного общеобразовательного учреждения Самарской области средней общеобразовательной школы пос. Прибой муниципального района Безенчукский Самарской области (новая редакция).

Актуальность программы заключается в том, что в современном обществе на передний план выдвигается повышенный интерес и необходимость в развитии новых технологий, механики, электроники, программирования. Робототехника является перспективной областью для применения образовательных методик в процессе обучения за счёт объединения в себе различных инженерных и естественнонаучных дисциплин. Программа даёт возможность получения детьми профессиональных навыков в области робототехники и предоставляет условия для проведения педагогом профориентационной работы.

Реализация программы проводится с использованием оборудования Центра образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка Роста» ГБОУ СОШ пос. Прибой.

Целью общеразвивающего курса является развитие индивидуальных способностей, самореализация личности на основе формирования интереса к техническому проектированию в процессе занятий робототехники.

Задачи программы.

Обучающие:

- формирование начальных представлений о робототехнике, особенностях инженерных и программных решений при разработке робототехнической конструкции;
- формирование первоначальных представлений о механике, основных узлах и компонентах типовых механизмов;

- обучение приёмам работы при создании технической модели и её программировании.

Развивающие:

- развитие познавательных умений (поиск и выделение необходимой информации, структурирование знаний, самостоятельное создание алгоритмов деятельности при решении проблем творческого и поискового характера);
- развитие регулятивных умений (ставить цели, планировать собственную деятельность и способы достижения результата, осуществлять контроль и коррекцию деятельности и другое);
- развитие коммуникативных умений (планирование учебного сотрудничества, умение полно и точно выражать свои мысли в соответствии с задачами коммуникации, умения в разрешении конфликтов и другое).

Воспитательные:

- Формирование личностных качеств (трудолюбие, ответственность, целеустремлённость, коммуникабельность).

Отличительные особенности.

Программа строится на следующих дидактических принципах:

- доступности – соответствие возрастным и индивидуальным особенностям
- наглядности – иллюстративность, наличие дидактического материала;
- научности – обоснованность, наличие методологической базы и теоретической основы;
- «от простого к сложному» - научившись элементарным навыкам работы, ребёнок переходит к выполнению более сложных творческих работ.

Программа так же построена по принципу синтеза двух видов деятельности: программирование и конструирование, что ведёт к достижению поставленной цели курса «Робототехника».

Возрастные особенности.

Программа «Робототехника» предназначена для обучающихся начальных и средних классов. Программой не определяются требования к начальному уровню подготовки обучающихся. Программу могут осваивать дети как без какой-либо подготовки по робототехнике, так и обучающиеся, уже обладающие небольшим опытом.

Формы и режим занятий по программе.

В соответствии с нормами СанПин занятия проводятся 1 раз в неделю. Продолжительность занятий – 1 академический час. Формы организации образовательного процесса предполагают проведение коллективных занятий. Формы проведения занятий: комбинированное занятие, практическое занятие, проектная и исследовательская деятельность и т. д.

Планируемые результаты.

Предметные:

- знает принципы построения конструкции робота;
- знает правила техники безопасности при работе робототехническим набором;
- умеет разрабатывать уникальные конструкции для робототехнических задач;
- обладает навыками программирования.

Метапредметные:

- овладение познавательными универсальными учебными действиями:
 - использовать наблюдение для получения информации о признаках изучаемого объекта;

- проводить по предложенному плану опыт/простое исследование по установлению особенностей объекта изучения, причинно-следственных связей и зависимостей объектов между собой;
 - сравнивать объекты, устанавливать основания для сравнения;
 - объединять части объекта (объекты) по определенному признаку;
 - определять существенный признак для классификации; классифицировать изучаемые объекты.
- овладение регулятивными универсальными учебными действиями:
 - понимать учебную задачу, удерживать ее в процессе учебной деятельности;
 - планировать способы решения учебной задачи, намечать операции, с помощью которых можно получить результат; выстраивать последовательность выбранных операций;
 - оценивать различные способы достижения результата, определять наиболее эффективные из них;
 - устанавливать причины успеха/неудач учебной деятельности; корректировать свои учебные действия для преодоления ошибок.
 - овладение коммуникативными универсальными учебными действиями:
 - использовать языковые средства, соответствующие учебно-познавательной задаче, ситуации повседневного общения;
 - участвовать в диалоге, соблюдать правила ведения диалога (слушать собеседника, признавать возможность существования разных точек зрения, корректно и аргументированно высказывать свое мнение) с соблюдением правил речевого этикета.

К личностным результатам освоения программы относятся:

- понимание важности научных знаний для жизни человека и развития общества; формирование предпосылок к становлению внутренней позиции личности; познавательных интересов, позитивного опыта познавательной деятельности, умения организовывать самостоятельное познание окружающего мира (формирование первоначальных представлений о научной картине мира);
- понимание ценности труда в жизни человека и общества; уважение к труду и людям труда, бережное отношение к результатам труда; навыки самообслуживания; понимание важности добросовестного и творческого труда; интерес к различным профессиям (трудовое воспитание).

Формы контроля.

Во время проведения курса робототехники предполагается текущий, промежуточный и итоговый контроль.

Текущий контроль проводится на каждом занятии с целью выявления правильности применения теоретических знаний на практике. Текущий контроль может быть реализован посредством следующих форм: опрос, наблюдение, индивидуальные беседы, тестирование, творческие работы, проблемные задачи, практические работы, контрольные вопросы.

Защита итогового проекта проходит в форме представления обучающимся технического задания на проект, работающего кода, ответов на вопросы преподавателя, обсуждения с учащимися достоинств и недостатков проекта.

Учебно-тематический план программы (7-10 лет)

№ п/п	Наименование раздела	Теория	Практика	Всего часов
1.	Введение	1	-	1
2.	Знакомство с деталями. Принципы работы с конструктором КЛИК	3	3	6
3.	Основы программирования mBlock, ArduinoIDE	2	4	6
4.	Создание и программирование простейшего робота	2	4	6
5.	Создание движения робота по определенному принципу	4	7	11
6.	Соревнование	1	2	3
7.	Итоговое занятие	-	1	1
	Общее количество часов:	13	21	34

Содержание курса (7-10 лет)

Раздел 1. Введение.

Вводное занятие. Организационные вопросы. Правила техники безопасности на занятиях. Цели и задачи курса. Планируемые виды деятельности и результаты.

Раздел 2. Знакомство с деталями. Принципы работы с конструктором КЛИК.

Знакомство с деталями конструктора КЛИК и пользовательским интерфейсом. Знакомство со средой программирования и визуальной средой mBlock, ArduinoIDE

Раздел 3. Основы программирования mBlock, ArduinoIDE.

Элементарные действия, алгоритмические структуры, ветвление, переменные, операторы, ИК датчики, датчик света, циклы, свитч.

Раздел 4. Создание и программирование простейшего робота.

Сборка модели по технологическим картам. Составление простых программ по линейным и псевдолинейным алгоритмам.

Раздел 5. Создание движения робота по определенному принципу.

Лабиринт (через подпрограммы), калибровка, танец по комнате, парковка, гироскоп, акселерометр, релейный регулятор, силовой мотор, движение по определенному пути, сенсор пути.

Раздел 6. Соревнование.

Создание конкурсной работы. Определение победителя.

Раздел 7. Итоговое занятие.

Подведение итогов года. Защита индивидуальных и коллективных проектов.

Календарно-тематическое планирование (1 час в неделю) 7-10 лет

Раздел	№	Тема занятий	Количество часов		
			Всего	Теория	Практика
Раздел 1. Введение (1 час)	1	Вводное занятие.	1	1	-
Раздел 2. Знакомство с деталями. Принципы работы в mBlock, ArduinoIDE (6 часов)	2-3	Среда конструирования, знакомство с деталями конструктора.	2	1	1
	4-5	Способы передачи движения. Понятия о редукторах.	2	1	1
	6-7	Программа mBlock, ArduinoIDE	2	1	1
Раздел 3. Основы программирования (6 часов)	8-10	Понятие команды, программа и программирование Дисплей. Использование дисплея ArduinoIDE. Создание анимации.	3	1	2
	11-13	Знакомство с моторами и датчиками. Тестирование моторов и датчиков.	3	1	2
Раздел 4. Создание и программирование простейшего робота (6 часов)	14-16	Сборка простейшего робота, по инструкции. Программное обеспечение ArduinoIDE.	3	1	2
	17-19	Использование команды «Жди» Загрузка программ в ArduinoIDE	3	1	2
Раздел 5. Создание движения робота по определённому	20-21	Ветвление в среде mBlock. Изучение подъемных механизмов и перемещение объектов.	2	1	1

принципу (10 часов)	22-23	Датчик расстояния и освещённости. Изготовление робота исследователя.	2	1	1
	24-26	Составление программ для «Движение по линии». Разработка конструкций для соревнований. Испытание робота.	3	1	2
	27-29	Прочность конструкции и способы повышения прочности. Составление программ для «Кегельринг». Испытание робота.	3	1	2
Раздел 6. Соревнование (4 часа)	30-33	Разработка конструкции для соревнований «Сумо». Подготовка к соревнованиям	4	1	3
Раздел 7. Итоговое занятие. (1 час)	34	Подведение итогов	1	-	1
Итого			34	13	21

Содержание календарно-тематического планирования 7-10 лет

Занятие 1. Вводное занятие.

Теория: рассказ о робототехнике и её значении в мировом сообществе и в частности в России, инструктаж по технике безопасности по работе с конструктором.

Практика: не предусмотрена.

Занятие 2-3. Среда конструирования, знакомство с деталями конструктора.

Теория: ознакомление с составом конструктора и его возможностями: датчики (назначение, единицы измерения), двигатели, микрокомпьютер, аккумулятор (зарядка, использование).

Практика: выполнение практической работы с применением двигателя и микрокомпьютера.

Занятие 4-5. Способы передачи движения. Понятия о редукторах

Теория: знакомство с зубчатыми передачами и их видами. Рассмотрение различных видов зубчатых колес.

Практика: применение зубчатых передач в технике.

Занятие 6-7. Программа mBlock, ArduinoIDE.

Теория: знакомство с запуском программы, её интерфейсом. Рассмотрение команды, палитры инструментов.

Практика: подключение посредством использования программ: mBlock, ArduinoIDE.

Занятие 8-10. Понятие команды, программа и программирование. Дисплей. Использование дисплея ArduinoIDE. Создание анимации.

Теория: ознакомление с визуальными языками программирования, разделами программы, уровнями сложности, блоками передачи и запуска программы. Изучение окна инструментов.

Практика: создание анимации с использованием ArduinoIDE.

Занятие 11-13. Знакомство с моторами и датчиками. Тестирование моторов и датчиков

Теория: изучение датчиков: освещённости, звука, касания, ультразвука.

Практика: тестирование моторов и датчиков, снятие показаний.

Занятие 14-16. Сборка простейшего робота, по инструкции. Программное обеспечение ArduinoIDE.

Теория: повторение изученных правил ТБ по работе с конструктором, рассмотрение инструкции построения робота.

Практика: сборка модели по инструкции, составление простой программы для модели, используя встроенные возможности ArduinoIDE.

Занятие 17-19. Использование команды «Жди». Загрузка программ в ArduinoIDE.

Теория: ознакомление с алгоритмом движения вперёд-назад, а также с командой «жди».

Практика: самостоятельная творческая работа обучающихся.

Занятие 20-21. Ветвление в среде mBlock. Изучение подъемных механизмов и перемещение объектов.

Теория: знакомство с ветвлением mBlock, с блоком «переключатель» и его ролью в создании программы.

Практика: конструирование и программирование подъёмного механизма. Перемещение объектов с помощью робота.

Занятие 22-23. Датчик расстояния и освещённости. Изготовление робота исследователя.

Теория: изучение функциональных возможностей датчика расстояния и освещённости, а также алгоритма создания собственного робота для перемещения объектов.

Практика: сборка робота исследователя. Составление программы для датчика расстояния и освещённости.

**Занятие 24-26. Составление программ для «Движение по линии».
Разработка конструкций для соревнований. Испытание робота.**

Теория: рассуждение об оптимальной конструкции робота.

Практика: составление программы, изготовление и испытание.
Внесение конструкционных изменений.

Занятие 27-29. Прочность конструкции и способы повышения прочности. Составление программ для «Кегельринг». Испытание робота.

Теория: изучение определений понятий: прочность конструкции.
Способы повышения прочности.

Практика: составление программ для «Кегельринга». Испытание робота, выбор оптимальной программы.

**Занятие 30-33. Разработка конструкции для соревнований «Сумо».
Подготовка к соревнованиям**

Теория: просмотр видео роликов о роботах участниках соревнования «Сумо».

Практика: устранение неисправностей, совершенствование конструкции, испытание конструкции и программ, устранение неисправностей. Совершенствование конструкции.

Занятие 34. Подведение итогов

Теория: отсутствует.

Практика: защита проектов.

Учебно-тематический план программы (11-15 лет)

№ п/п	Наименование раздела	Теория	Практика	Всего часов
1.	Введение	1	1	1
2.	Роботы	3	3	6
3.	Робототехника	2	4	6
4.	Программирование роботов	2	4	6
5.	Прикладная робототехника	4	7	11
6.	Проектная деятельность	1	2	3
7.	Итоговое занятие	-	1	1
	Общее количество часов:	13	21	34

Содержание курса (11-15 лет)

Раздел 1. Введение.

Правила поведения на занятиях и во время перерыва. Инструктаж по технике безопасности при конструировании и моделировании. Обзор образовательного комплекса СТЕМ Мастерская. Демонстрация готовых изделий.

Раздел 2. Роботы.

Роль инженерии в современном мире. Что такое робот. Понятие термина «робот». Робот-андроид. Применение роботов. Управление роботом. Первые российские роботы, краткая характеристика роботов. Важные характеристики робота.

Раздел 3. Робототехника.

Робототехника и её законы. Понятие «робототехника». Три закона (правила) робототехники, их смысл. Современная робототехника. Производство и использование роботов. Образовательный робототехнический комплект «СТЕМ Мастерская». Исполнительные механизмы образовательного комплекта. Системы управления образовательного комплекта.

Раздел 4. Программирование роботов.

Робототехника и промышленные роботы. Основные области и направления использования роботов в современном обществе. Основы проектирования в САПР Fusion 360 на основе образовательного комплекта «СТЕМ Мастерская». Интерфейс среды Fusion 360. Создание простейшей модели (куб, шар). Работа с чертежами. Создание деталей манипулятора. Программирование. Настройка среды программирования Arduino IDE.

Раздел 5. Прикладная робототехника.

Образовательный комплект «СТЕМ Мастерская». Робот с Delta-кинематикой. Обзор Delta-робота. Обратная задача кинематики Delta-робота. Устройство Delta-робота. Разработка управляющей программы. Техническое зрение. SCARA-манипулятор. Обзор SCARA-манипулятора. Обратная задача кинематики SCARA-манипулятора. Устройство SCARA-манипулятора. Разработка управляющей программы. STEWART-платформа. Обзор платформы Стюарта. Обратная задача кинематики. Устройство платформы Стюарта. Разработка управляющей программы. Робототехнический комплект с контроллером Arduino. Базовая мобильная конструкция: сборка, программирование. Тестирование.

Раздел 6. Проектная деятельность.

Проектная деятельность по робототехнике. Самостоятельное программирование роботов. Создание конкурсных моделей.

Раздел 7. Итоговое занятие.

Защита проектов. Выставка творческих работ. Подведение итогов года.

Календарно-тематическое планирование (1 час в неделю) 11-15 лет

Раздел	№	Тема занятий	Количество часов		
			Всего	Теория	Практика
Раздел 1. Введение (1 час)	1	Вводное занятие.	1	1	-
Раздел 2. Роботы 0	2-3	Среда конструирования, знакомство с деталями конструктора.	2	1	1
	4-5	Способы передачи движения. Понятия о редукторах.	2	1	1
	6-7	Программа mBlock, ArduinoIDE	2	1	1
Раздел 3. Робототехника (3 часа)	8-10	Понятие команды, программа и программирование Дисплей. Использование дисплея ArduinoIDE. Создание анимации.	3	1	2
	11-13	Знакомство с моторами и датчиками. Тестирование моторов и датчиков.	3	1	2
Раздел 4. Программирование роботов (4 часа)	14-16	Сборка простейшего робота, по инструкции. Программное обеспечение ArduinoIDE.	3	1	2
	17-19	Использование команды «Жди» Загрузка программ в ArduinoIDE	3	1	2
Раздел 5. Прикладная робототехника (9 часов)	20-21	Ветвление в среде mBlock. Изучение подъемных механизмов и перемещение объектов.	2	1	1

	22-23	Датчик расстояния и освещённости. Изготовление робота исследователя.	2	1	1
	24-26	Составление программ для «Движение по линии». Разработка конструкций для соревнований. Испытание робота.	3	1	2
	27-29	Прочность конструкции и способы повышения прочности. Составление программ для «Кегельринг». Испытание робота.	3	1	2
Раздел 6. Проектная деятельность (2 часа)	30-33	Разработка конструкции для соревнований «Сумо». Подготовка к соревнованиям	3	1	2
Раздел 7. Итоговое занятие. (1 час)	34	Подведение итогов	1	1	1
Итого			34	13	21

Занятие 1. Вводное занятие.

Теория: правила поведения на занятиях и во время перерыва.
Инструктаж по технике безопасности при конструировании и моделировании. Обзор образовательного комплекса СТЕМ Мастерская.
Демонстрация готовых изделий.

Практика: не предусмотрена.

Занятие 34. Подведение итогов

Теория: подведение итогов года.

Практика: выставка творческих работ. Защита проектов.

Презентация группового проекта

Процесс выполнения итоговой работы завершается процедурой презентации действующего робота.

Тематическое планирование (1 час в неделю) 7 – 10 лет

Раздел	Тема	Кол-во часов			Формы контроля
		теория	практика	всего	
Знакомство с роботом КЛИК	1. Вводное занятие: Материалы и инструменты, используемые для работы, правила техники безопасности.	2	0	2	Опрос
	2. Физические принципы построения роботов.	1	0	1	Опрос
	3. Разновидности роботов.	2	0	2	Тестирование
Программирование: mBlock, Arduino	1. Знакомство со средой программирования mBlock	1	0	1	Опрос
	2. Знакомство со средой программирования ArduinoIDE	1	1	3	Опрос
	3. Знакомство со средой программирования mBlock	1	2	3	Практическая работа.
	4. Знакомство со средой программирования ArduinoIDE	1	2	3	Практическая работа.
Программирование по инструкции.	1. Изучение видов моделей по инструкции	1	2	3	Опрос
	2. Варианты построения роботов	1	2	3	Опрос
	3. Построение робота по схеме	0	2	2	Практическая работа
	4. Перемещение робота в пространстве	0	2	2	Практическая работа
Проектная работа	1. Тематика проекта. Соревновательный робот. Проектная робототехника. Различие роботов.	1	2	3	Тестирование
	2. Построение 3d-модели.	0	2	2	Практическая работа

Конструирование модели.				
3. Программирование.	1	2	3	Опрос
4. Подготовка и защита проекта.	0	1	1	Зачёт
Всего	13	21	34	

Тематическое планирование (1 час в неделю) 11 – 15 лет

Раздел	Тема	Кол-во часов			Формы контроля
		теория	практика	всего	
занятие, знакомство с программой APPLIED	1. Вводное занятие: Материалы и инструменты, используемые для работы, правила техники	2	0	2	Опрос

	безопасности.				
	2. Физические принципы построения роботов.	1	0	1	Опрос
	3.Разновидности роботов.	2	0	2	Тестир
о с датчиками	1. Датчик касания	1	0	1	Опрос
	2. Ультразвуковой датчик и датчик цвета	1	2	3	Практи работа.
	3. Гироскопический датчик и инфракрасный датчик.	1	2	3	Практи работа.
	4. Подключение датчиков и моторов.	1	2	3	Опрос
ограммирования	1. Программное обеспечение EV3.	1	2	3	Тестир
	2. Решение задач на движение вдоль линии.	1	2	3	Практи работа.
	3. Решение задач на движение по кривой.	0	2	2	Практи работа
	4. Соревнование роботов на текстовом поле.	0	2	2	Практи работа
	1. Тематика проекта. Соревновательный робот. Проектная робототехника.	1	2	3	Тестир
	2. Построение 3d-модели. Конструирование модели.	0	2	2	Практи работа
	3. Программирование.	1	2	3	Опрос
	4. Подготовка и защита проекта.	0	1	1	Зачёт
	Всего	13	21	34	

Методическое и материально-техническое обеспечение

Методы обучения

- Познавательный (восприятие, осмысление и запоминание учащимися нового материала с привлечением наблюдения готовых примеров, моделирования, изучения иллюстраций, восприятия, анализа и обобщения материалов);
- Метод проектов (при усвоении и творческом применении навыков и умений в процессе разработки собственных моделей)
- Контрольный метод (при выявлении качества усвоения знаний, навыков и умений их коррекция в процессе выполнения практических заданий)
- Групповая работа (используется при совместной сборке моделей, а также при разработке проектов).

Материально-техническое обеспечение

1. Ноутбуки
2. Развивающая образовательная среда TECHNOLOG DOBOT
3. Экспертный набор СТЕМ МАСТЕРСКАЯ — APPLIED ROBOTICS PRO
4. Конструктор программируемых моделей инженерных систем — APPLIED ROBOTICS PRO
5. Робототехнический образовательный набор КЛИК.

Список информационных ресурсов

1. Платформа программирования роботов VEXCode VR
[Электронный ресурс] // URL: <https://vr.vex.com> (Датаобращения: 15.08.2023).
2. Информатика. Уровень1-Блоки [Электронный ресурс] //URL: <https://education.vex.com/stemlabs/cs/computer-science-level-1-blocks> (Дата обращения: 15.08.2023).
3. Официальный сайт среды программирования Scratch
[Электронный ресурс] // URL: <https://scratch.mit.edu/> (Датаобращения: 15.08.2023).
4. STEM Education channel by Mark Johnston // URL: <https://www.mjstem.com/> (Дата обращения: 15.08.2023).