**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение**

**«Зубово-Полянская гимназия»**

РАССМОТРЕНО СОГЛАСОВАНО УТВЕРЖДЕНО

Кафедра начального Научно-методический совет Директор гимназии

образования \_\_\_\_\_\_\_\_\_/Левина Л. Н./ \_\_\_\_\_\_\_\_\_/Балашкина Н. В/

Протокол №1 Протокол №1 Приказ № 156

От «27» августа 2024 г. «27» августа 2024 г. от «27» августа 2024 г.

\_\_\_\_\_\_/Автаева Т.И./

**Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая)**

 **программа научно-технической направленности**

**для мотивированных школьников творческого объединения**

«Робототехника»

«ТОЧКА РОСТА»

для 2-4 классов

# срок реализации программы: 1 год

Зубова Поляна, 2024 г.

# ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа направлена на привлечение учащихся к современным технологиям конструирования, программирования и использования роботизированных устройств.

**Актуальность Программы**

Воспитать поколение свободных, образованных, творчески мыслящих граждан возможно только в современной образовательной среде. Программа представляет учащимся технологии 21 века. Сегодняшним школьникам предстоит работать по профессиям, которых пока нет, использовать технологии, которые еще не созданы, решать задачи, о которых мы можем лишь догадываться. Школьное образование должно соответствовать целям опережающего развития. Для этого в школе должно быть обеспечено изучение не только достижений прошлого, но и технологий, которые пригодятся в будущем, обучение, ориентированное как на знаниевый, так и деятельностный аспекты содержания образования. Таким требованиям отвечает робототехника.

Одним из динамично развивающихся направлений программирования является программное управление робототехническими системами. В период развития техники и технологий, когда роботы начинают применяться не только в науке, но и на производстве, и быту, актуальной задачей для занятий по «Робототехнике» является ознакомление учащихся с данными инновационными технологиями.

Робототехника - сравнительно новая технология обучения, позволяющая вовлечь в процесс инженерного творчества детей, начиная с младшего школьного возраста, что позволит обнаружить и развить навыки учащихся в таких направлениях как мехатроника, искусственный интеллект, программирование и т.д. Использование методик этой технологии обучения позволит существенно улучшить навыки учащихся в таких дисциплинах как математика, физика, информатика.

Возможность прикоснуться к неизведанному миру роботов для современного 3 ребенка является очень мощным стимулом к познанию нового, преодолению инстинкта потребителя и формированию стремления к самостоятельному созиданию.

Новые принципы решения актуальных задач человечества с помощью роботов, усвоенные в школьном возрасте (пусть и в игровой форме), ко времени окончания вуза и начала работы по специальности отзовутся в принципиально новом подходе к реальным задачам.

# Нормативно правовое обеспечение дополнительной общеразвивающей программы

Программа основывается на положениях основных законодательных и нормативных актов Российской Федерации и Республики Мордовия:

1. Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (с изменениями).
2. Федеральный Закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся» от 31.07.2020 № 403-ФЗ.
3. Проект Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г.
4. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 25 мая 2015 г. № 996-р).
5. План мероприятий по реализации Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждён распоряжением Правительства РФ от 12 ноября 2020 г. № 2945-р)
6. Концепция развития дополнительного образования детей, утвержденная Правительством Российской Федерации от 04.09.2014 г. 1726-р.
7. Федеральный проект Патриотического воспитания граждан Российской Федерации от 01.01.2021 г.
8. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден приказом Минпросвещения России от 09.11.2018 г. № 196).
9. 06 Приказ Министерства просвещения Российской Федерации «Об Целевой модели развития региональных систем утверждении дополнительного образования детей» от 03.09.2019 г. № 467.
10. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи (утверждено постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 г. № 28).

11, Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) (Приложение к письму Департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 № 09-3242).

1. Устав МБОУ «Зубово-Полянская гимназия»

**Цель**: создание условий развития конструктивного мышления ребёнка средствами робототехники, формирование интереса к техническим видам творчества, популяризация инженерных специальностей

# Задачи:

**Личностные**

воспитание коммуникативных качеств посредством творческого общения учащихся в группе, готовности к сотрудничеству, взаимопомощи и дружбе;

* воспитание трудолюбия, аккуратности, ответственного отношения к осуществляемой деятельности;
* формирование уважительного отношения к труду;
* развитие целеустремленности и настойчивости в достижении целей.

# метапредметные

* умение организовать рабочее место и соблюдать технику безопасности;
* умение сопоставлять и подбирать информацию из различных источников (словари, энциклопедии, электронные диски, Интернет источники);
* умение самостоятельно определять цель и планировать алгоритм выполнения задания; умение проявлять рационализаторский подход при выполнении работы, аккуратность; умение анализировать причины успеха и неудач, воспитание самоконтроля.
* умение излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою
* точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений;
* понимание основ физики и физических процессов взаимодействия элементов конструктора.

# предметные

* познакомить с конструктивными особенностями и основными приемами конструирования различных моделей роботов, компьютерной средой, включающей в себя графический язык программирования LEGO Education SPIKE Prime;
* научить самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования роботов (планирование предстоящих действий, самоконтроль, применять полученные
* знания, приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов, и других объектов и т.д.);
* научить создавать реально действующие модели роботов при помощи специальных элементов по разработанной схеме, по собственному замыслу,
* научить разрабатывать и корректировать программы на компьютере для различных роботов; уметь демонстрировать технические

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе реализации образовательной программы, обучающиеся получают определенный объем знаний, приобретают специальные умения и навыки, происходит воспитание и развитие личности.

# личностные результаты:

* проявляет такие коммуникативными качествами как готовность к сотрудничеству и взаимопомощи и умение к созидательной коллективной деятельности;
* проявляет трудолюбие, ответственность по отношению к осуществляемой деятельности;
* проявляет целеустремленность и настойчивость в достижении целей.

# метапредметные результаты:

* + умеет организовать рабочее место и содержит конструктор в порядке, соблюдает технику безопасности; умеет работать с различными источниками информации;
	+ умеет самостоятельно определять цель и планировать пути ее достижения;
	+ проявляет гибкость мышления, способность осмысливать и оценивать выполненную работу, анализировать причины успехов и неудач, обобщать;
	+ умеет проявлять рационализаторский подход и нестандартное мышление при выполнении работы, аккуратность;
	+ умеет с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
	+ проявляет настойчивость, целеустремленность, умение преодолевать трудности.

# предметные результаты:

* + знает основную элементную базу (светодиоды, кнопки и переключатели, потенциометры, резисторы, конденсаторы, соленоиды, пьезодинамики)
	+ знает виды подвижных и неподвижных соединений в конструкторе, принципы работы простейших механизмов, видов механических передач;
	+ умеет использовать простейшие регуляторы для управления роботом;
	+ владеет основами программирования в компьютерной среде моделирования LEGO Education SPIKE Prime;
	+ понимает принципы устройства робота как кибернетической системы;
	+ умеет собрать базовые модели роботов и усовершенствовать их для выполнения конкретного задания;
	+ умеет демонстрировать технические возможности роботов.

# Отличительные особенности Программы

Программа имеет ряд отличий от уже существующих аналогов, которые предполагают поверхностное освоение элементов робототехники с преимущественно демонстрационным подходом к интеграции с другими предметами. Особенностью данной программы является нацеленность на конечный результат, т.е. обучающийся создает не просто внешнюю модель робота, дорисовывая в своем воображении его возможности, он создает действующее устройство, которое решает поставленную задачу.

Программа построена на обучении в процессе практики и позволяет применять знания из разных предметных областей, которые воплощают идею развития системного мышления у каждого учащегося, так как системный анализ — это целенаправленная творческая деятельность человека, на основе которой обеспечивается представление объекта в виде системы. Творческое

мышление - сложный многогранный процесс, но общество всегда испытывает потребность в людях, обладающих нестандартным мышлением.

Учебный план Программы связан с мероприятиями в научно-технической сфере для детей (турнирами, соревнованиями), что позволяет, не выходя за рамки учебного процесса, принимать активное участие в конкурсах различного уровня.

# Адресат программы

Возраст детей, участвующих в реализации данной программы 7-10 лет. Основным видом деятельности детей этого возраста является обучение, содержание и характер которого существенно изменяется. Ребёнок приступает к систематическому овладению основами разных наук и особенно ярко проявляет себя во внеучебной деятельности, стремится к самостоятельности. Он может быть настойчивым, невыдержанным, но, если деятельность вызывает у ребёнка положительные чувства появляется заинтересованность, и он более осознанно начинает относиться к обучению.

Учащиеся начинает руководствоваться сознательно поставленной целью, появляется стремление углубить знания в определенной области, возникает стремление к самообразованию. Учащиеся начинают систематически работать с дополнительной литературой.

В объединение принимаются мальчики и девочки 7-10 лет, проявившие интерес к изучению робототехники, специальных способностей в данной предметной области не требуется.

**Срок реализации** программы 1 год

На обучение отводится 34 часа - 1 занятие в неделю по 1 часу (45 мин).

В первый год учащиеся проходят курс конструирования, построения механизмов с электроприводом, а также знакомятся с основами программирования контроллеров базового набора, основами теории автоматического управления. Изучают интеллектуальные и командные игры роботов.

# Форма обучения очная.

Форма проведения занятий планируется как для всей группы (групповая) - для освещения общих теоретических и других вопросов, передача фронтальных знаний, так и мелкогрупповые по 2-3 человека для индивидуального усвоения полученных знаний и приобретения практических навыков. Это позволяет дифференцировать процесс обучения, объединить такие противоположности, как массовость обучения и его индивидуализацию

# Материально-техническое оснащение Программы

* + - учебная аудитория
		- столы учебные
		- стулья ученические
		- доска учебная
		- компьютеры (ноутбуки)
		- набор конструктор **LEGO Education SPIKE Prime**
		- Стем мастерская Applied Pobotics
		- Часть 1 Прикладная робототехника
		- Часть 2 Техническое зрение роботов с использованием Trackingcam
		- Комплект учебный робот SD1-4-320
		- Конструктор программируемых моделей инженерных систем

# Информационное обеспечение:

* + - -Аудио-, видео, фотоматериалы, интернет источники.
		- Организационно-педагогические средства (учебно-программная документация: образовательная программа, дидактические материалы).

Материалы сайта [https://education.lego.com/ru-ru/lessons](http://www.prorobot.ru/lego.php)

# СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

* 1. **Вводное занятие:**

Информатика, кибернетика, робототехника. Инструктаж по ТБ.

# Основы конструирования

***Теория:*** Простейшие механизмы. Хватательный механизм. Принципы крепления деталей. Рычаг. Виды механической передачи: зубчатая передача: прямая, коническая, червячная**.** Передаточное отношение. Ременная передача, блок. Повышающая передача. Волчок. Понижающая передача. Силовая «крутилка». Редуктор. Осевой редуктор с заданным передаточным отношением. Колесо, ось. Центр тяжести.

***Практика:*** Решение практических задач. Строительство высокой башни. Измерения.

# Введение в робототехнику

***Теория:*** Знакомство с контроллером **Smart hub**. Встроенные программы. Датчики. Среда программирования Scratch. Стандартные конструкции роботов. Колесные, гусеничные и шагающие роботы. Следование по линии. Путешествие по комнате. Поиск выхода из лабиринта. ***Практика*:** Решение простейших задач. Цикл, Ветвление, параллельные задачи. Кегельринг

# Основы управления роботом

***Теория:*** Релейный и пропорциональный регуляторы. Эффективные конструкторские и программные решения классических задач. Эффективные методы программирования: регуляторы, защита от застреваний, траектория с перекрестками, события, пересеченная местность. Обход лабиринта по правилу правой руки. Синхронное управление двигателями.

***Практика:*** параллельные задачи, подпрограммы, контейнеры и пр. Анализ показаний разнородных датчиков. Робот-барабанщик

# Состязания роботов. Игры роботов.

***Теория:*** Футбол с инфракрасным мячом (основы).

***Практика:*** Боулинг, футбол, баскетбол, командные игры с использованием инфракрасного мяча и других вспомогательных устройств. Использование удаленного управления. Проведение состязаний, популяризация новых видов робото-спорта. «Царь горы». Управляемый футбол роботов. Теннис роботов

***Теория:*** Использование микроконтроллера **Smart hub**.

***Практика:*** Подготовка команд для участия в состязаниях (Сумо. Перетягивание каната. Кегельринг. Следование по линии. Слалом. Лабиринт) Регулярные поездки.

# Творческие проекты

***Теория:*** Одиночные и групповые проекты.

***Практика:*** Разработка творческих проектов на свободную тему. Роботы помощники человека. Роботы-артисты

# Безопасное поведение на дорогах.

***Теория*:** Беседа о ситуации на дорогах, виде транспортных средств.

***Практика:*** Викторины, настольные игры по безопасному поведению на дорогах («Мы спешим в школу», «Веселый пешеход»).

# ОБЖ. Темы бесед.

1. Вредные привычки и их влияние на здоровье.
2. Профилактика ДДТП
3. Поведение во время пожара.
4. О терроризме
5. Поведение на водоеме.

# Инструктаж по ТБ.

***Теория****:* Цикл бесед о правилах поведения на занятии и работы на компьютере.

***Практика****:* Зачёт по прослушанному материалу.

Итоговое занятие Обсуждение работы объединения за учебный год. Демонстрация изготовленных конструкций.

**Итоговая аттестация:** Обсуждение работ за учебный год. Демонстрация изготовленных конструкций.

# Календарный учебный график

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Дата | Время | Форма занятия | Кол-во часов | Тема | Место проведения | Форма контроля\ аттестации |
| **Вводное занятие** |
| 1 |  |  | Беседа, видеоролики, демонстрация конструктора | 1 | Что такое "Робот". Виды, значение в современном мире, основные направления применения. Состав конструктора, правила работы. |  | Ответы на вопросы во время беседы.Зачет по ТБ |
|  |  |
| 2 |  |  | Беседа, видеоролики, демонстрация проекта | 1 | Проект. Этапы создания проекта. Оформление проекта. |  | Индивидуальный, фронтальный опрос |
| 3 |  |  | Беседа, демонстрация СП | 1 | Ознакомление с визуальной средой программирования Scratch. Интерфейс.Основные блоки. |  | Индивидуальный, фронтальный опрос |
| **Введение в робототехнику. Знакомство с роботами LEGO Education SPIKE Prime** |
| 4 |  |  | Беседа, демонстрация модуля EV3 | 1 | Обзор модуля Smart hub. Экран, кнопки управления, индикатор состояния, порты. |  | Практическая работа |
| 5 |  |  | Беседа, демонстрация сервомоторов EV3 | 1 | Обзор сервомоторов EV3, их характеристика. Сравнение основных показателей (обороты в минуту, крутящий момент, точность).Устройство, режимы работы. |  | Индивидуальный, фронтальный опрос |
| 6 |  |  | Беседа, Демонстрация конструктора | 1 | Сборка модели робота по инструкции. |  | Практическая работа |
| 7 |  |  | Беседа, Демонстрация датчика | 1 | Обзор датчика касания.Устройство, режимы работы. |  | Практическая работа |
| **Основы управления роботом** |
| 8 |  |  | Беседа, Демонстрация датчика | 1 | Обзор гироскопического датчика. Устройство, режимы работы. |  | Практическая работа |
| 9 |  |  | Беседа, Демонстрация датчика | 1 | Обзор датчика света.Устройство, режимы работы |  | Практическая работа |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 10 |  |  | Беседа, Демонстрация датчика | 1 | Обзор ультразвукового датчика. Устройство, режимы работы.Проверочная работа на тему: "Характеристики и режимы работы активных компонентов" |  | Проверочная работа |
| 11 |  |  | Беседа, демонстрация робота | 1 | Движения по прямой траектории. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 12 |  |  | Беседа, демонстрация робота | 1 | Точные повороты. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаем ые действия |
| **Состязания роботов. Игры роботов.** |
| 13 |  |  | Беседа, демонстрация робота | 1 | Движения по кривой траектории. Расчёт длинны пути для каждого колеса приповороте с заданным радиусом и углом. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 14 |  |  | Беседа, демонстрация робота | 1 | Игра "Весёлые старты".Зачет времени и количества ошибок |  | Соревнование роботов |
| 15 |  |  | Беседа, демонстрация робота | 1 | Захват и освобождение "Кубойда". Механикамеханизмов и машин. Виды соединений и передач и их свойства. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 16 |  |  | Беседа, демонстрация робота | 1 | Решение задач на движение с использованием датчикакасания. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 17 |  |  | Беседа, демонстрация робота | 1 | Решение задач на движение с использованием датчика света. Изучение влиянияцвета на освещенность |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 18 |  |  | Беседа, демонстрация робота | 1 | Решение задач на движение с использованиемгироскопического датчика. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 19 |  |  | Беседа, демонстрация робота | 1 | Решение задач на движение с использованиемультразвукового датчика расстояния. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 20 |  |  | Беседа, демонстрация робота | 1 | Программирование с помощью интерфейсамодуля. Контрольный проект на тему: "Разработка сценария движения с использованием нескольких датчиков". |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 21 |  |  | Беседа, демонстрация | 1 | Битва роботов |  | Соревнования роботов |
| 22 |  |  | Беседа, демонстрация СП, робота | 1 | Многозадачность. Понятие параллельного программирования. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 23 |  |  | Беседа, демонстрация СП, робота | 1 | Оператор цикла.Условия выхода их цикла.Прерывание цикла. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| Творческие проекты |
| 24 |  |  | Беседа, демонстрация СП, робота | 1 | Оператор выбора (переключатель). Условиявыбора. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 25 |  |  | Беседа, демонстрация СП, робота | 1 | Многопозиционный переключатель. Условиявыбора. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 26 |  |  | Беседа, демонстрация СП, робота | 1 | Многопозиционный переключатель. Условиявыбора. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 27 |  |  | Беседа, демонстрация СП, робота | 1 | Многопозиционный переключатель. Условиявыбора. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 28 |  |  | Беседа, демонстрация СП, робота | 1 | Динамическое управление |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 29 |  |  | Беседа | 1 | Битва роботов |  | Соревнование роботов |
| 30 |  |  | Беседа, видеоролики | 1 | Правила соревнований. Работа над проектами«Движение по заданной траектории», «Кегельринг». Соревнование роботов на тестовом поле. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 31 |  |  | Беседа, видеоролики | 1 | Измерение освещенности. Определение цветов.Распознавание цветов.Использование конструктора Lego в качестве цифровой лаборатории. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| **Безопасное поведение на дорогах ОБЖ. Инструктаж по ТБ. Творческие задания** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 32 |  |  | Беседа, видеоролики | 1 | Измерение расстояний до объектов. Сканированиеместности. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 33 |  |  | Беседа, видеоролики | 1 | Реакция робота на звук, цвет, касание. Таймер. |  | Практическая работа, собранная модель, выполняющая предполагаемые действия |
| 34 |  |  | Конференция | 1 | Защита проекта «Мой собственный уникальныйробот» |  | Выступление с защитой собственного проекта |

**Список использованной литературы.**

# Литература для педагога.

* 1. Немов Р.С. Психология. Т. 2, М: Владос, 2018.
	2. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий: В 2 т - М.: НИИ школьных технологий, 2017г.
	3. Столяров Ю.С. Развитие технического творчества школьников. -М.: Просвещение, 2016.
	4. Филиппов С. А. программа «Робототехника: конструирование и программирование» (Сборник программ дополнительного образования детей Санкт-Петербургского института). 2019г.
	5. Шиховцев В.Г. Программа «Радиотехника» (Сборник программ дополнительного образования детей Московского института открытого образования). 2018г.

# Специальная литература.

1. Копосов Д. Г. Первый шаг в робототехнику. Практикум для 5-6 классов Д. Г. Копосов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017- 292 с.
2. Овсяницкая Л.Ю. Курс программирования робота EV3 в среде Lego Mindstorms EV3, Д.Н. Овсяницкий, А.Д. Овсяницкий. 2-е изд., перераб. И доп - М.: Издательство «Перо», 2016. - 300с.
3. Лабораторные практикумы по программированию [Электронный ресурс].
4. Образовательная программа «Введение в конструирование роботов» и графический язык программирования роботов [Электронный ресурс] [http://learning.9151394.ru/course/](http://learning.9151394.ru/course/%20view.php?id=280&program_blocks) [view.php?id=280#program\_blocks](http://learning.9151394.ru/course/%20view.php?id=280&program_blocks)
5. Программы для робота [Электронный ресурс] [http://service.lego.com/](http://service.lego.com/%20enus/helptopics/?questionid=2) [enus/helptopics/?questionid=2](http://service.lego.com/%20enus/helptopics/?questionid=2)

Интернет-ресурс:

* 1. [http://www.mindstorms.su](http://www.mindstorms.su/)
	2. <https://education.lego.com/ru-ru>
	3. [http://robototechnika.ucoz.ru](http://robototechnika.ucoz.ru/)
	4. <http://www.nxtprograms.com/projects1.html>
	5. <http://www.prorobot.ru/lego.php>
	6. <https://education.lego.com/ru-ru/lessons?pagesize=24>
	7. <https://robot-help.ru/lessons/lesson-1.html>
	8. [http://www.prorobot.ru](http://www.prorobot.ru/)

# Литература для родителей, детей

* + 1. Клаузен Петер. Компьютеры и роботы. – М.: Мир книги, 2017.
		2. Филиппов С. А. Робототехника для детей и родителей. – СПб.: Наука, 2018
		3. Макаров И. М., Топчеев Ю. И. Робототехника. История и перспективы. – М.: Наука, Изд- во МАИ, 2017.