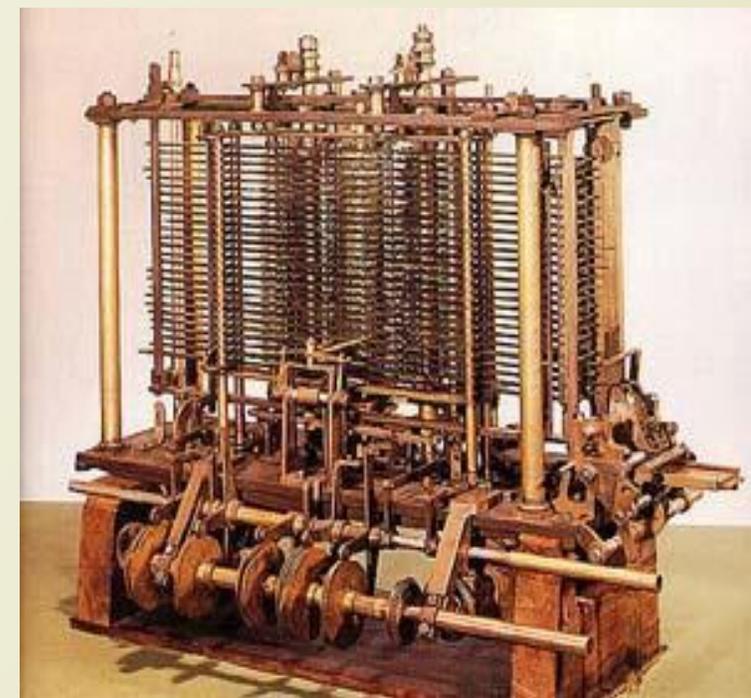


# Робототехника. Системы автоматического управления устройств.



# Актуализация

- В 21 веке робототехника используется во всех видах промышленности, строительства, быта, авиации, особенно в экстремальных сферах деятельности человечества таких, как военная, космическая и подводная.
- Современное образование переходит на новый виток своего развития. Многие педагоги и родители ищут возможность заинтересовать детей наукой, привить любовь к обучению и зарядить желанием творить и мыслить неординарно. Традиционные формы изложения материала уже давно утратили свою актуальность. Новое поколение не похоже на своих прародителей. Они хотят учиться живо, интересно, интерактивно. Это поколение легко ориентируется в современных технологиях. Дети хотят развиваться так, чтобы не только идти в ногу со стремительно развивающимися технологиями, но и непосредственно участвовать в этом процессе. Многие из них интересуются: «Что такое робототехника? Где этому можно учиться?». - Читайте подробнее на FB.ru: <https://fb.ru/article/352762/chto-takoe-robototehnika-dlya-shkolnikov>
- Эта учебная дисциплина включает в себя такие предметы, как конструирование, программирование, алгоритмику, математику, физику и другие дисциплины, связанные с инженерией. Ежегодно проводится World Robotics Olympiad (всемирная олимпиада по робототехнике - WRO). В образовательной сфере - это массовое соревнование, позволяющее лучше узнать, что такое робототехника для тех, кто впервые сталкивается с подобным предметом. Оно дает возможность попробовать свои силы участникам более чем из 50 стран. На соревнования съезжаются порядка 20 тысяч команд, в состав которых входят дети от 7 до 18 лет.
- Сегодня актуальным вопросом Министерства образования стоит введение образовательной робототехники в круг школьных дисциплин. Она считается важным направлением развития. На уроках технологии дети должны получать представления о современной сфере развития техники и конструирования, которые дают им возможность самим придумывать и строить. Не обязательно всем ученикам становиться инженерами, но возможность должна быть у каждого.
- Вообще, уроки робототехники крайне интересны детям. Это важно понимать всем – и учителям, и родителям. Такие занятия дают возможность увидеть другие дисциплины в ином свете, понять смысл их изучения. А ведь именно смысл, понимание того, зачем это нужно, движет умами ребят. Его отсутствие сводит на нет все усилия учителей и родителей.

# Тема, цель и задачи урока

- ▣ **Тема урока:** «Робототехника. Системы автоматического управления. Программируемые устройства»
- ▣ **Цель урока:** организовать самостоятельную деятельность обучающихся по изучению робототехники её автоматического управления и программирования.
- ▣ **Задачи урока:** сформировать основные понятия робототехнических устройств их программирования и автоматического управления;
- ▣ способствовать развитию технического и абстрактного мышления;
- ▣ формировать такие качества личности, как способность преодолевать психологический барьер при изучении сложных тем;
- ▣ ориентировать на выбор профессий, связанных с робототехникой.

# Робототехника

- Робототехника – ( от робот; англ. Robotics робототехника) – прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем и являющаяся важнейшей технической основой развития производства.
- Робототехника опирается на такие дисциплины, как электроника, механика, кибернетика, телемеханика, мехатроника, информатика, информатика, радиотехника и электротехника.
- Выделяют строительную, промышленную, бытовую и экстремальную (военную, космическую, подводную) робототехнику.
- Слово «роботика» ( или «робототехника», «robotics») было впервые использовано в печати Айзеком Азимовым в научно-фантастическом рассказе «Лжец», опубликованном в 1941 году.
- В основу слова «робототехника» легло слово «робот», придуманное чешским писателем Карелом Чапеком и его братом Йозефом для научно-фантастической пьесы Карела Чапека «Р. У. Р.» («Россумские универсальные роботы»), впервые поставленной в 1921 г. и пользовавшейся успехом у зрителей. В ней хозяин завода налаживает выпуск множества андроидов, которые сначала работают без отдыха, но потом восстают и губят своих создателей.

# Робототехника

- Некоторые идеи, положенные позднее в основу робототехники, появились ещё в античную эпоху — задолго до введения перечисленных выше терминов. Найдены остатки движущихся статуй, изготовленных в I веке до нашей эры.
- «Илиаде» Гомера говорится, что бог Гефест сделал из золота говорящих служанок, придав им разум ( то есть – на современном языке – искусственный интеллект) и силу.
- Древнегреческому механику и инженеру Архиту Тарентскому приписывают создание механического голубя, способного летать (ок.400 г. до н.э.). Более двух тысяч лет назад Герон Александрийский создал водяной автомат «Поющая птица» и ряд систем подвижных фигур для античных храмов. В 270 году древнегреческий изобретатель Ктесибий изобрёл особые водяные часы, получившие название клепсидра ( или «крадущие время»), которые своим хитроумным устройством вызвали значительный интерес современников.
- В 1500 году великий Леонардо да Винчи разработал механический аппарат в виде льва, который должен открывать герб Франции при въезде короля в город. В XIII веке швейцарским часовщиком П. Жаке-Дрозом была создана механическая кукла «писец», которая могла быть запрограммирована с помощью кулачковых барабанов на написание текстовых сообщений, содержащих до 40 букв.
- В 1801 году французский коммерсант Жозеф Жаккард представил передовую по тем временам конструкцию ткацкого станка, который можно было «программировать» с помощью специальных карт с отверстиями для воспроизведения на вытканых полотнах повторяющихся декоративных узоров. В начале XIX века эта идея была позаимствована английским математиком Чарльсом Бэббиджем для создания одной из первых автоматических вычислительных машин.
- Примерно к 30 годам XX века появились андрониды, реализующие элементарные движения и способные произносить по команде человека простейшие фразы. Одной из таких разработок стала конструкция американского инженера Д. Уэсли, созданная для всемирной выставки в Нью-Йорке в 1927 году.
- В 50-х годах XX века появились механические манипуляторы для работы с радиоактивными материалами. Они были способны копировать движения рук манипулятором, телекамерой и микрофоном для обследования и сбора проб в зонах повышенной радиоактивности.

- **Робототехника призвана заниматься вопросами построения технических систем, функционально эквивалентным некоторым из важнейших систем человеческого организма.**
- Если определять предметную область робототехники, то её можно представить схемой:

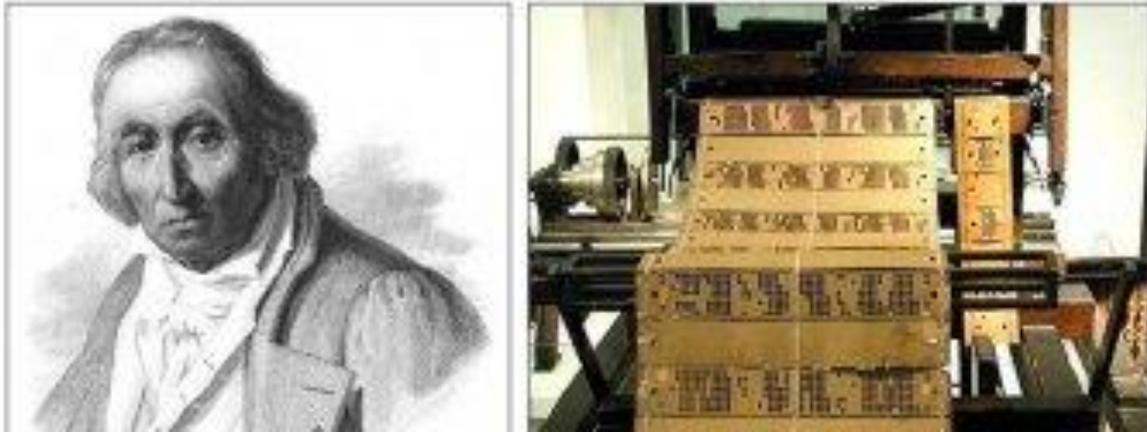


# Робототехника (История отрасли)

- Некоторые идеи, положенные позднее в основу робототехники, появились ещё в античную эпоху — задолго до введения перечисленных выше терминов. Найдены остатки движущихся статуй, изготовленных в I веке до нашей эры. В «Илиаде» Гомера говорится, что бог Гефест сделал из золота говорящих служанок, придав им разум (то есть — на современном языке — искусственный интеллект) и силу. Древнегреческому механику и инженеру Архиту Тарентскому приписывают создание механического голубя, способного летать (ок. 400 г. до н. э.). Более двух тысяч лет назад Герон Александрийский создал водяной автомат «Поющая птица» и ряд систем подвижных фигур для античных храмов. В 270 году древнегреческий изобретатель Ктесибий изобрёл особые водяные часы, получившие название клепсидра (или «крадущие время»), которые своим хитроумным устройством вызвали значительный интерес современников. В 1500 году великий Леонардо да Винчи разработал механический аппарат в виде льва, который должен был открывать герб Франции при въезде короля в город. В XVIII веке швейцарским часовщиком П. Жаке-Дрозом была создана механическая кукла «Писец», которая могла быть запрограммирована с помощью кулачковых барабанов на написание текстовых сообщений, содержащих до 40 букв. В 1801 году французский коммерсант Жозеф Жаккар представил передовую по тем временам конструкцию ткацкого станка, который можно было «программировать» с помощью специальных карт с отверстиями для воспроизведения на вытканых полотнах повторяющихся декоративных узоров. В начале XIX века эта идея была позаимствована английским математиком Чарлзом Бэббиджем для создания одной из первых автоматических вычислительных машин. Примерно к 30-м годам XX века появились андроиды, реализующие элементарные движения и способные произносить по команде человека простейшие фразы. Одной из первых таких разработок стала конструкция американского инженера Д. Уэсли, созданная для Всемирной выставки в Нью-Йорке в 1927 году.
- В 50-х годах XX века появились механические манипуляторы для работы с радиоактивными материалами. Они были способны копировать движения рук оператора, который находился в безопасном месте. К 1960-му году были проведены разработки дистанционно управляемых колёсных платформ с манипулятором, телекамерой и микрофоном для обследования и сбора проб в зонах повышенной радиоактивности.

# История робототехники

Жозеф Мари Жаккард (1752 – 1834)



# История робототехники

Аристотель



Учение о логике  
«Органон»

4 век до н. э.

Архимед



Научный труд по механике

3 век до н. э.

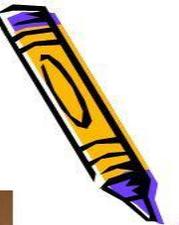
Ктесибийус  
(греческий изобретатель и физик)



Водяные часы  
3 век до н. э.

## Когда появились первые роботы?

- Первых «механических людей» создали отец и сын Дро в своей мастерской. Произошло это в XVIII в. (300 лет назад). «Механические люди» Дро умели писать и играть на музыкальных инструментах.
- В честь одного из изобретателей Анри Дро, роботов, похожих на людей, называют АНДРОИДЫ.



# Робототехника (История отрасли)

- Широкое внедрение промышленных станков с числовым программным управлением стало стимулом для создания программных манипуляторов, используемых для погрузки и разгрузки станочных систем.
- В 1954 году американским инженером Д. Деволом был запатентован метод управления погрузочно-разгрузочным манипулятором с помощью перфокарт, в 1956 году Совместно с Д. Энгельбергером им была создана первая в мире промышленная компания «Юнимейшн» по производству промышленной робототехники. В 1962 году вышли в свет первые в США роботы «Версатран» и «Юнимейт», причём некоторые из них существуют до сих пор, преодолев порог в 100 тысяч часов рабочего ресурса.
- Если в этих ранних системах соотношение затрат на электронику и механику составляло 75 % к 25 %, то в настоящее время оно изменилось на противоположное. При этом, конечная стоимость электроники продолжает неуклонно снижаться. Появление в 1970-х годах недорогих микропроцессорных систем управления, которые заменили специализированные блоки управления роботом на программируемые контроллеры способствовало снижению стоимости роботов примерно в три раза. Это послужило стимулом для их массового распространения по всем отраслям промышленного производства.
- Множество подобных сведений содержится в книге «Робототехника: История и перспективы» И.М. Макарова и Ю.И. Топчиева, представляющий собой популярный и обстоятельный рассказ о роли, которую сыграли (и ещё сыграют) роботы в истории развития цивилизации.

# Классификация роботов

- Классификации роботов — например, по сфере применения, по назначению, по способу передвижения, и пр. По сфере основного применения можно выделить промышленных роботов, исследовательских роботов, роботов, используемых в обучении, специальных роботов.
- Важнейшие классы роботов широкого назначения — **манипуляционные** и **мобильные** роботы.
- **Манипуляционный робот** — автоматическая машина (стационарная или передвижная), состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и устройства программного управления, которая служит для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций. Такие роботы производятся в *напольном, подвесном и порталном* исполнениях. Получили наибольшее распространение в машиностроительных и приборостроительных отраслях.
- **Мобильный робот** — автоматическая машина, в которой имеется движущееся шасси с автоматически управляемыми приводами. Такие роботы могут быть *колёсными, шагающими и гусеничными* (существуют также *ползающие, плавающие и летающие* мобильные робототехнические системы, см. ниже) ↓

# Компоненты роботов

## Приводы

- **Приводы:** это «мышцы» роботов. В настоящее время самыми популярными двигателями в приводах являются электрические, но применяются и другие, использующие химические вещества, жидкости или сжатый воздух.
- **Двигатели постоянного тока:** В настоящий момент большинство роботов используют **электродвигатели**, которые могут быть нескольких видов.
- **Шаговые электродвигатели:** Как можно предположить из названия, шаговые электродвигатели не вращаются свободно, подобно двигателям постоянного тока. Они поворачиваются пошагово на определённый угол под управлением контроллера. Это позволяет обойтись без датчика положения, так как угол, на который был сделан поворот, заведомо известен контроллеру; поэтому такие двигатели часто используются в приводах многих роботов и станках с ЧПУ.
- **Пьезодвигатели:** Современной альтернативой двигателям постоянного тока являются пьезодвигатели, также известные как ультразвуковые двигатели. Принцип их работы весьма оригинален: крошечные пьезоэлектрические ножки, вибрирующие с частотой более 1000 раз в секунду, заставляют мотор двигаться по окружности или прямой. Преимуществами подобных двигателей являются высокое нанометрическое разрешение, скорость и мощность, несоизмеримая с их размерами. Пьезодвигатели уже доступны на коммерческой основе и также применяются на некоторых роботах.
- **Воздушные мышцы:** Воздушные мышцы — простое, но мощное устройство для обеспечения силы тяги. При накачивании сжатым воздухом мышцы способны сокращаться до 40 % от своей длины. Причиной такого поведения является плетение, видимое с внешней стороны, которое заставляет мышцы быть или длинными и тонкими, или короткими и толстыми: Так как способ их работы схож с биологическими мышцами, их можно использовать для производства роботов с мышцами и скелетом, аналогичными мышцам и скелету животных.
- **Электроактивные полимеры:** Электроактивные полимеры — это вид пластмасс, который изменяет форму в ответ на электрическую стимуляцию. Они могут быть сконструированы таким образом, что могут гнуться, растягиваться или сокращаться. Впрочем, в настоящее время нет ЭАП, пригодных для производства коммерческих роботов, так как все ныне существующие их образцы неэффективны или непрочны.
- Это — многообещающая экспериментальная технология, находящаяся на ранней стадии разработки. Отсутствие дефектов в нанотрубках позволяет волокну эластично деформироваться на несколько процентов. Человеческий бицепс может быть заменён проводом из такого материала диаметром 8 мм. Подобные компактные «мышцы» могут помочь роботам в будущем обгонять и перепрыгивать человека.
- **Эластичные нанотрубки:** - Это — многообещающая экспериментальная технология, находящаяся на ранней стадии разработки. Отсутствие дефектов в нанотрубках позволяет волокну эластично деформироваться на несколько процентов. Человеческий бицепс может быть заменён проводом из такого материала диаметром 8 мм. Подобные компактные «мышцы» могут помочь роботам в будущем обгонять и перепрыгивать человека.

## • Датчики

- Датчики касания.
- Датчики освещённости.
- Датчик-гироскоп.
- Датчик расстояния.
- Эхолот и другие датчики, зависящие от предназначения робота.

# Способы перемещения

## □ Колёсные и гусеничные роботы

□ Наиболее распространёнными роботами данного класса являются четырёхколёсные и гусеничные.

## □ Колёсные роботы бывают:

□ одноколёсными ( характерными особенностями шаробота являются: шар, три электромотора, приводящие в движение балансировочные колёса и основной корпус, содержащий микропроцессор, блок инерциальных измерений, блок питания и батареи).

□ двухколёсными (**Гироскоп** — устройство, способное реагировать на изменение углов ориентации тела, на котором оно установлено, относительно инерциальной системы отсчёта. Простейший пример гироскопа — юла (волчок).

□ , четырёхколёсными.

# Колёсные роботы



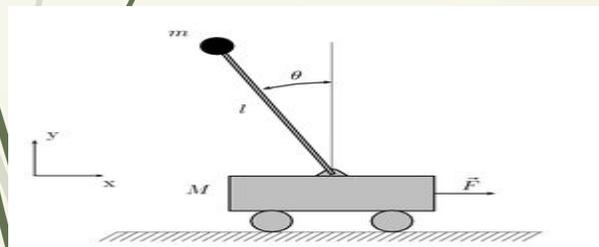
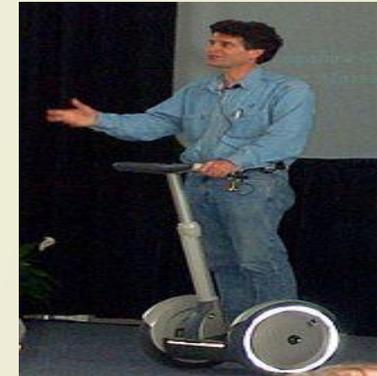
Шаровой



двухколёсный



сегвей



Перевернутый маятник



шаговой

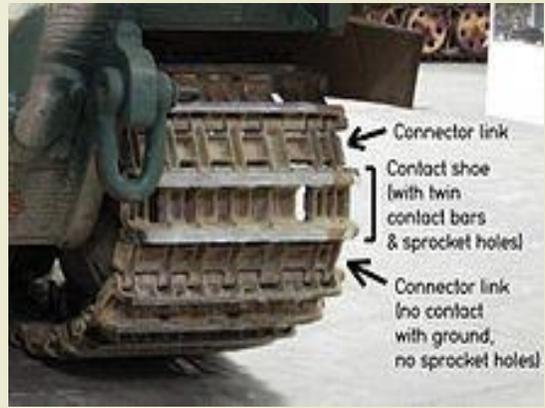


гироскоп

# Шагающие и гусиные



Робот ASIMO Гусеничный движитель



# Летающие роботы



# Системы автоматического управления

□ Под *управлением роботом* понимается решение комплекса задач, связанных с адаптацией робота к кругу решаемых им задач, программированием движений, синтезом системы управления и её программного обеспечения.

□ **По типу управления робототехнические системы подразделяются на:**

1. Биотехнические:

1. командные (кнопочное и рычажное управление отдельными звеньями робота);
2. копирующие (повтор движения человека, возможна реализация обратной связи, передающей прилагаемое усилие, экзоскелеты; полуавтоматические (управление одним командным органом, например, рукояткой всей кинематической схемой робота);

2. Автоматические:

1. программные (функционируют по заранее заданной программе, в основном предназначены для решения однообразных задач в неизменных условиях окружения);
2. адаптивные (решают типовые задачи, но адаптируются под условия функционирования);
3. интеллектуальные (наиболее развитые автоматические системы);

3. Интерактивные:

1. автоматизированные (возможно чередование автоматических и биотехнических режимов);
2. супервизорные (автоматические системы, в которых человек выполняет только целеуказательные функции);
3. диалоговые (робот участвует в диалоге с человеком по выбору стратегии поведения, при этом как правило робот оснащается экспертной системой, способной прогнозировать результаты манипуляций и дающей советы по выбору цели).

□ **Среди основных задач управления роботами выделяют такие:**

- планирование положений;
- планирование движений;
- планирование сил и моментов;
- анализ динамической точности;
- идентификация кинематических и динамических характеристик робота.

□ В развитии методов управления роботами огромное значение имеют достижения технической кибернетики и теории автоматического управления.

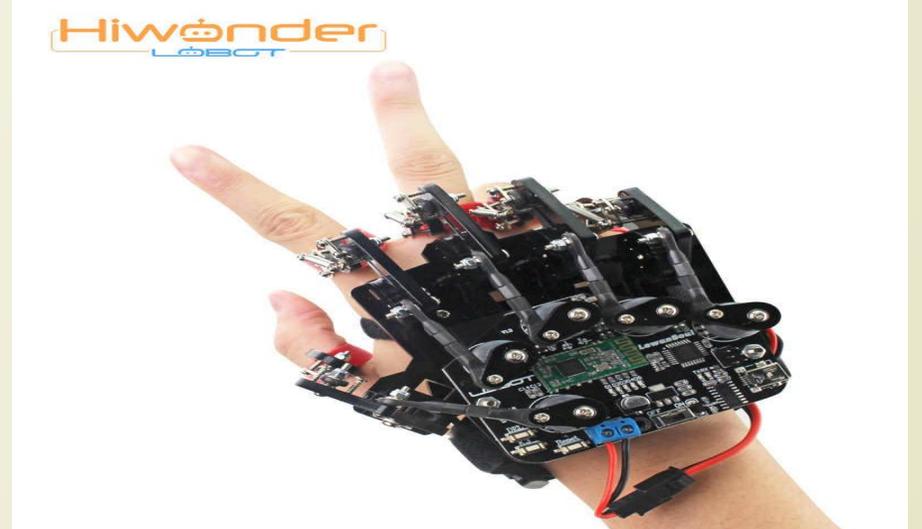
# Системы автоматического управления

По способу управления различают следующие системы управления роботов и соответствующие устройства управления:

- • **программные устройства**, в которых управление осуществляется по заранее составленной и остающейся неизменной в процессе реализации управляющей программе;
- • **адаптивные устройства**, в которых управление осуществляется в функции от информации о текущем состоянии внешней среды и самого робота, получаемой в процессе управления от сенсорных устройств;
- **интеллектуальные устройства**, в которых для адаптации и выполнения других функций робота используются методы искусственного интеллекта.
- По степени участия в процессе управления существуют системы:
  - автоматического;
  - автоматизированного;
  - ручного управления.
- По типу движения:
  - непрерывного (контурные);
  - дискретные позиционные (позиционные), шаговые «от точки к точке»;
  - дискретные цикловые (с одним шагом по каждой координате). Устройства управления могут быть индивидуальными, входящими
- в состав каждого робота, и групповыми, управляющими несколькими роботами. Конструктивно индивидуальные устройства управления выполняют обычно отдельно от механической части робота, значительно реже — в общем корпусе, а у мобильных роботов обычно такое устройство состоит из двух частей — входящей в состав пульта оператора или в дополнение к нему.
- Подавляющее большинство роботов имеет электронные устройства управления, выполненные на микропроцессорной базе. Однако существуют и неэлектрические устройства управления роботов, чаще всего реализуемые на пневматике и предназначенные для применения в особых взрыво- и жароопасных условиях.

# Системы автоматического управления

- **Разомкнутая система управления-** система автоматического управления без обратной связи: управляющие воздействия вырабатываются устройством управления обычно по заданной программе.
- Робот совершает движения, получая данные с пульта управления.
- **Замкнутая система управления-** система управления с замкнутым (посредством обратной связи) контуром передачи воздействия. Является одним из типов систем автоматического управления.



## Замкнутая схема управления



Процесс управления называется **замкнутым**, если в нем не учитывается текущая информация об объекте с помощью обратной связи

# Базовая схема



# Области применения

## ▣ Образование

- ▣ Робототехнические комплексы также популярны в области образования как современные высокотехнологичные исследовательские инструменты в о  
Применение возможностей робототехнических комплексов в инженерном образовании даёт возможность одновременной отработки профессиональных навыков сразу по смежным дисциплинам: **механика, теория управления, схемотехника, программирование, теория информации.**
- ▣ Востребованность комплексных знаний способствует развитию связей между исследовательскими коллективами. Кроме того, студенты уже в процессе профильной подготовки сталкиваются с необходимостью решать реальные практические задачи. Области теории автоматического управления и **мехатроники.**
- ▣ Популярные робототехнические комплексы для учебных лабораторий:
  - **Mechatronics Control Kit**
  - **Festo Didactic**
  - **LEGO Mindstorms**
  - **fischertechnik.**
  - образовательные наборы на основе **Arduino**

# Области применения

## Промышленность

- На производстве роботы успешно используются уже на протяжении десятилетий. Роботы успешно заменяют человека при выполнении рутинных, энергоёмких, опасных операций. Роботы не устают, им не нужны паузы на отдых, вода и пища. Роботы не требуют повышения заработной платы и не являются членами профсоюзов.
- Как правило, промышленные роботы не обладают искусственным интеллектом. Типичным является повторение одних и тех же перемещений манипулятора по жесткой программе.
- Большие успехи достигнуты, например, в применении роботов на конвейерах автомобильных заводов. Уже существуют планы предприятий автомобильной промышленности, где все процессы сборки автомобилей и транспортировки полуфабрикатов будут осуществляться роботами, а люди будут только их контролировать. В атомной и химической промышленности роботы широко используются при работах в радиоактивных и химически опасных для человека средах.
- Создан робот для автоматизированной диагностики состояния **ЛЭП**, состоящий из беспилотного вертолётa и устройства для посадки и движения по грозозащитному тросу.

## Сельское хозяйство

- В сельском хозяйстве находят применение первые роботы, осуществляющие автоматизированный уход за сельскохозяйственными культурами. Испытываются первые роботизированные парники по выращиванию овощей

## Медицина

- В медицине робототехника находит применение в виде различных **экзоскелетов**, помогающих людям с нарушениями функции опорно-двигательного аппарата. Разрабатываются миниатюрные роботы для вживления в организм человека в медицинских целях: кардиостимуляторы, датчики информации и т. д.
- В России разработан первый роботический хирургический комплекс для выполнения операций в урологии

## Космонавтика

- Роботы-манипуляторы применяются в космических летательных аппаратах. Например, в космическом аппарате наблюдения Орелц, присутствовал так называемый капсульный автомат, загружающий малогабаритные спускаемые капсулы отснятой плёнкой. Планетоходы, такие, как **луноход** и **марсоход**, могут рассматриваться как интереснейшие примеры мобильных роботов.

# Промышленный робот

применяется для перемещения объектов в пространстве и для выполнения различных производственных процессов.



# Области применения

- Токарно-фрезерный станок обрабатывающий центр с ЧПУ
- Оборудование с ЧПУ может быть представлено:
  - **станочным парком**, например, станками (станки, оборудованные числовым программным управлением, называются **станками с ЧПУ**) для обработки металлов (например, **фрезерные** или **токарные**), дерева, пластмасс;
  - **приводами** асинхронных электродвигателей, использующих векторное управление;
  - характерной системой управления современными **промышленными роботами**;
- **Периферийные устройства**, например: **3D – принтер, 3D – сканер.**





# Области применения

## □ Спорт

- Первый чемпионат мира по футболу среди роботов прошёл в Японии в 1996 году.

## □ Транспорт

- По прогнозам, выпуск полностью автоматизированных легковых автомобилей с автопилотом в 2025 году составит 600 тыс. шт.

## □ Военное дело

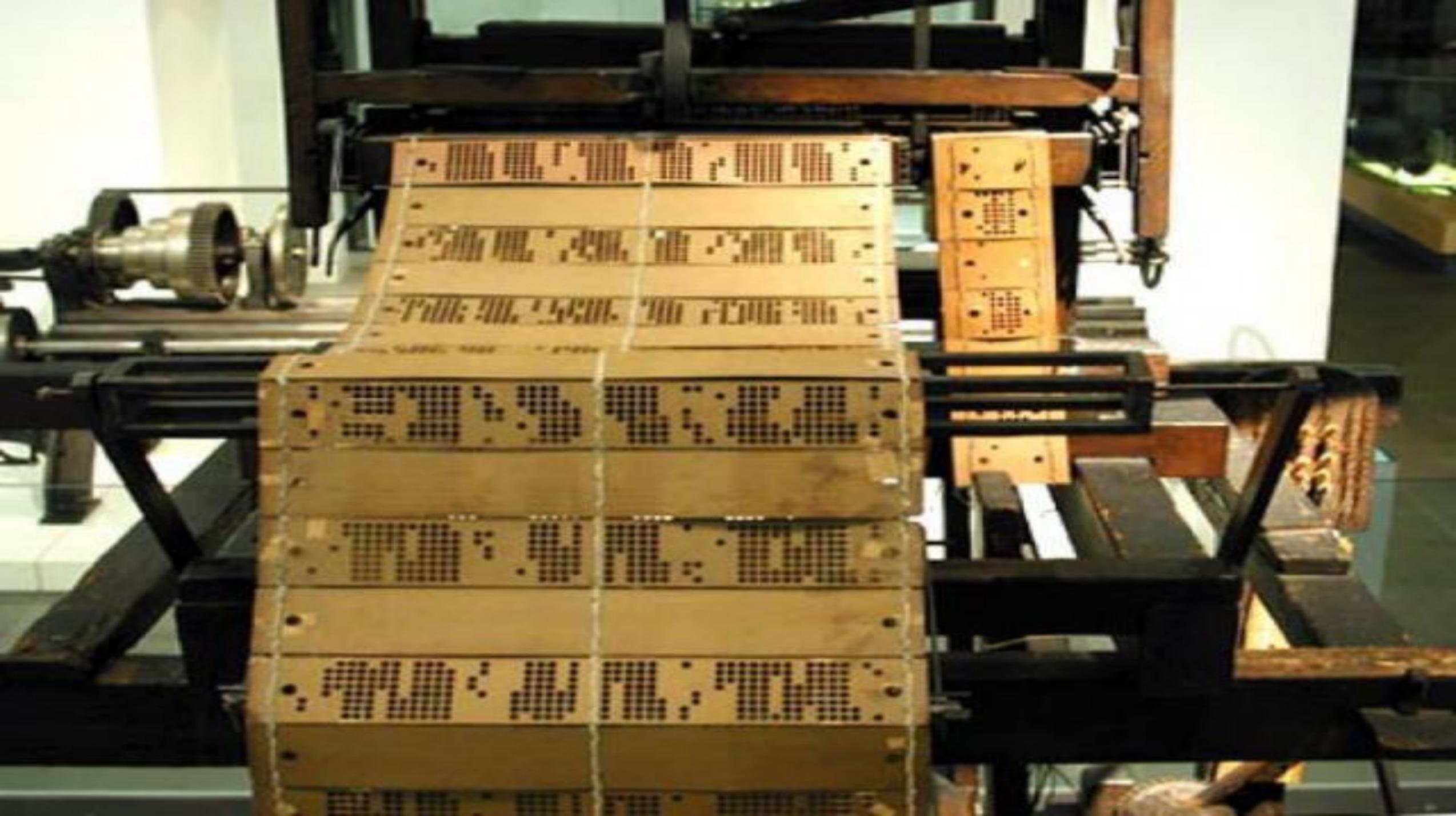
- Уже разработаны первые полностью автономные роботы для военного применения. Начались международные переговоры о их запрещении.

## □ Пожарная безопасность

- Пожарные роботы (роботизированные установки) активно применяются в пожаротушении. Робот способен самостоятельно без помощи человека обнаружить очаг возгорания, рассчитать координаты, направить огнетушащее средство в центр возгорания. Как правило, данные роботы устанавливаются на взрывоопасных объектах.

# Программирование работы устройств

- Основы программирования промышленных роботов были заложены на заре XIX века во Франции. Здесь же и были разработаны первые программы для автоматических текстильных станков (прядильных и ткацких). Стремительно растущая армия Наполеона остро нуждалась в обмундировании и, следовательно, тканях. Изобретатель из Лиона Жозеф Жаккар предложил способ быстрой перенастройки ткацкого станка для производства различных видов продукции. Нередко эта процедура требовала огромного количества времени, колоссальных усилий и внимания целого коллектива. Суть нововведения сводилась к использованию картонных карточек с перфорированными отверстиями. Иглы, попадая в просеченные места, необходимым образом смещали нити. Смена карт быстро проводилась оператором станка: новая перфокарта - новая программа - новый тип ткани или узора. Французская разработка стала прообразом современных автоматизированных комплексов, роботов с возможностью программирования.
- Главная Компьютеры Программирование роботов. Разработка робототехники Обсудить -2 Программист-разработчик андроидов, работающий на стыке кибернетики, психологии и бихевиоризма (науки о поведении), и инженер, составляющий алгоритмы для промышленных роботизированных комплексов, среди основных инструментов которого - высшая математика и мехатроника, работают в самой перспективной отрасли ближайших лет - робототехнике. Роботы, несмотря на сравнительную новизну термина, издавна знакомы человечеству. Вот лишь несколько фактов из истории развития умных механизмов. Железные люди Анри Дро Еще в мифах Древней Греции упоминались механические рабы, созданные Гефестом для выполнения тяжелых и однообразных работ. А первым изобретателем и разработчиком человекоподобного робота стал легендарный Леонардо да Винчи. До наших дней сохранились подробнейшие чертежи итальянского гения, описывающие механического рыцаря, способного имитировать человеческие движения руками, ногами, головой. Созданию первых автоматических механизмов с программным управлением положили начало в конце XVIII века европейские часовые мастера. Наиболее преуспели на этом поприще швейцарские специалисты отец и сын Пьер-Жак и Анри Дро. Ими создана целая серия человекоподобных роботов ("пишущий мальчик", "рисовальщик", "музыкантша") в основе управления которыми лежали часовые механизмы. Именно в честь Анри Дро в дальнейшем все программируемые человекоподобные автоматы стали называть "андроидами". У истоков программирования Основы программирования промышленных роботов были заложены на заре XIX века во Франции. Здесь же и были разработаны первые программы для автоматических текстильных станков (прядильных и ткацких). Стремительно растущая армия Наполеона остро нуждалась в обмундировании и, следовательно, тканях. Изобретатель из Лиона Жозеф Жаккар предложил способ быстрой перенастройки ткацкого станка для производства различных видов продукции. Нередко эта процедура требовала огромного количества времени, колоссальных усилий и внимания целого коллектива. Суть нововведения сводилась к использованию картонных карточек с перфорированными отверстиями. Иглы, попадая в просеченные места, необходимым образом смещали нити. Смена карт быстро проводилась оператором станка: новая перфокарта - новая программа - новый тип ткани или узора. Французская разработка стала прообразом современных автоматизированных комплексов, роботов с возможностью программирования. Идею, предложенную Жаккаром, с восторгом использовали в своих автоматических устройствах многие изобретатели: Начальник статистического управления С. Н. Корсаков (Россия, 1832 г.) - в механизме для сравнения и анализа идей. Математик Чарльз Бэббидж (Англия, 1834 г.) - в аналитической машине для решения широкого круга математических задач. Инженер Герман Холлерит (США, 1890 г.) - в устройстве для хранения и обработки статистических данных (табуляторе). Для заметки: в 1911 году компания Холлерита получила название IBM (International Business Machines). Перфокарты были основными носителями информации вплоть до 60-х годов прошлого века.

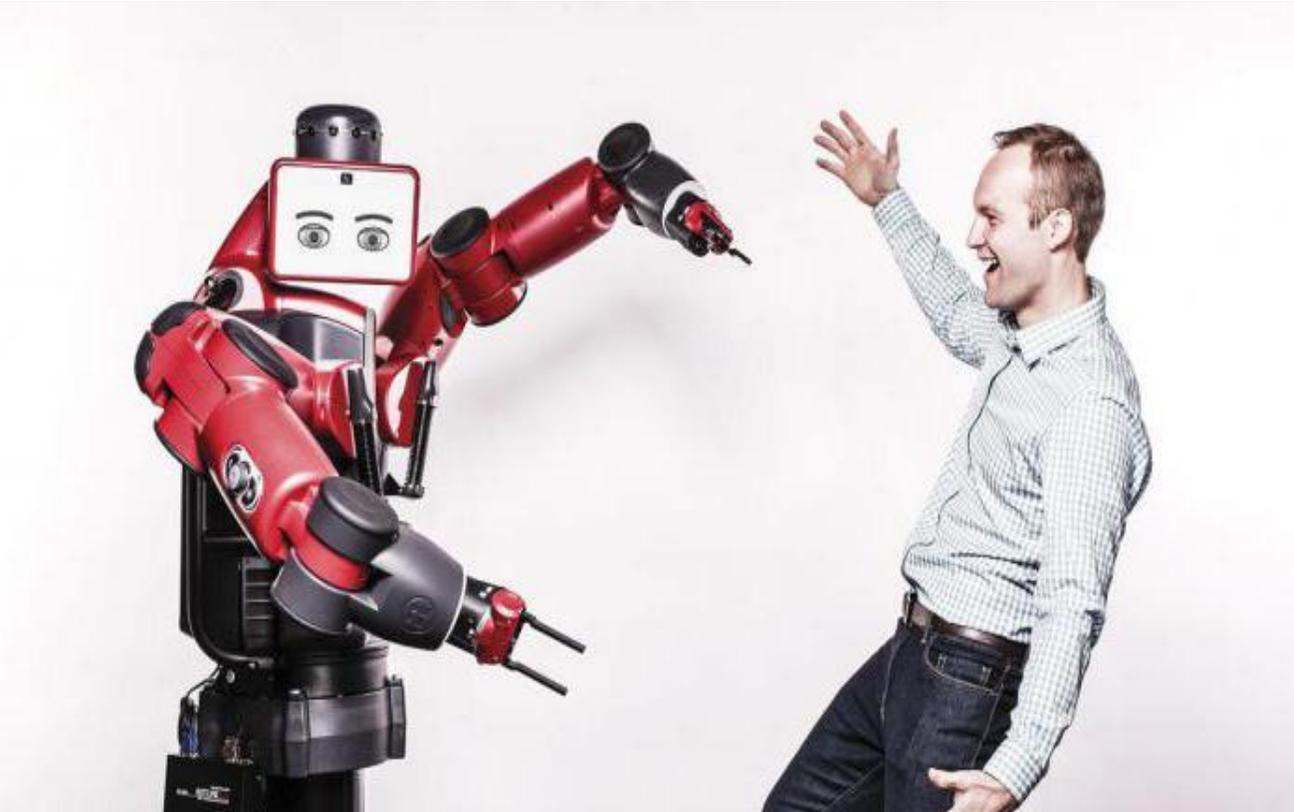


# Программирование работы устройств

- Чтобы кремний микропроцессора смог взять на себя функции мозга робота, необходимо "залить" в кристалл соответствующую программу. Обычный человеческий язык не способен обеспечить четкую формализацию задач, точность и надежность их логической оценки. Поэтому требуемая информация представляется в определенном виде с помощью языков программирования роботов. В соответствии с решаемыми задачами управления выделяют четыре уровня такого специально созданного языка: Низший уровень используется для управления исполнительными приводами в виде точных значений линейного или углового перемещения отдельных звеньев интеллектуальной системы, Уровень манипулятора позволяет осуществлять общее управление всей системой, позиционируя рабочий орган робота в координатном пространстве, Уровень операций служит для формирования рабочей программы, путем указания последовательности необходимых действий для достижения конкретного результата. На высшем уровне - заданий - программа без детализации указывает что надо сделать. Робототехники стремятся свести программирование роботов к общению с ними на языках высшего уровня. В идеале оператор ставит задачу: "Произвести сборку двигателя внутреннего сгорания автомобиля" и ожидает от робота полного выполнения задания.
- В современной робототехнике программирование роботов развивается по двум векторам: роботоориентированное и проблемно ориентированное программирование. Наиболее распространенные роботоориентированные языки - AML и AL. Первый разработан фирмой IBM только для управления интеллектуальными механизмами собственного производства. Второй - продукт специалистов Стэнфордского университета (США) - активно развивается и оказывает существенное влияние на формирование новых языков этого класса. Профессионал легко разглядит в языке характерные черты Паскаля и Алгола. Все языки, ориентированные на роботов, описывают алгоритм, как последовательность действий "умного" механизма. В связи с этим программа зачастую выходит очень громоздкой и неудобной в практической реализации. При программировании роботов на проблемно ориентированных языках, в программе указывается последовательность не действий, а целей или промежуточных позиций объекта. Наиболее популярным в этом сегменте является язык AUTOPASS (IBM), в котором состояние рабочей среды представлено в виде графов (вершины - объекты, дуги - связи).
- Любой современный робот представляет собой обучаемую и адаптивную систему. Вся необходимая информация, включающая знания и умения, передается ей в процессе обучения. Это осуществляется, как непосредственным занесением в память процессора соответствующих данных (детальное программирование - семплинг), так и с использованием сенсоров робота (методом наглядной демонстрации) - все движения и перемещения механизмов робота заносятся в память и затем воспроизводятся в рабочем цикле. Обучаясь, система перестраивает свои параметры и структуру, формирует информационную модель внешнего мира. Это и есть основное отличие роботов от автоматизированных линий, промышленных автоматов с жесткой структурой и других традиционных средств автоматизации. Перечисленные методы обучения обладают существенными недостатками. Например, при семплинге перенастройка требует определенного времени и труда квалифицированного специалиста.
- Весьма перспективной выглядит программа для программирования роботов, представленная разработчиками Лаборатории информационных технологий при Массачусетском технологическом институте (CSAIL MIT) на международной конференции промышленной автоматизации и робототехники ICRA-2017 (Сингапур). Созданная ими платформа C-LEARN обладает достоинствами обоих методов. Она предоставляет роботу библиотеку элементарных движений с заданными ограничениями (например, усилие хвата для манипулятора в соответствии с формой и жесткостью детали). В то же время, оператор демонстрирует роботу ключевые движения в трехмерном интерфейсе. Система, исходя из поставленной задачи, формирует последовательность операций для выполнения рабочего цикла. C-LEARN позволяет переписать существующую программу для робота другой конструкции. Оператору при этом не требуются углубленные знания в области программирования.

# Робототехника и искусственный интеллект

- Специалисты Оксфордского университета предупреждают, что в ближайшие два десятилетия машинные технологии заменят более половины сегодняшних рабочих мест. Действительно, роботы давно уже трудятся не только на опасных и трудных участках. Например, программирование торговых роботов значительно потеснило брокеров-людей на мировых биржах. Несколько слов об искусственном интеллекте. В представлении обывателя это антропоморфный робот, способный заменить человека во многих сферах жизни. Отчасти так и есть, но в большей степени искусственный интеллект - это самостоятельная отрасль науки и технологии, с помощью компьютерных программ, моделирующая мышление "Homo sapiens", работу его мозга. На сегодняшнем этапе развития ИИ больше помогает людям, развлекает их. Но, по прогнозам экспертов, дальнейший прогресс в области робототехники и искусственного интеллекта может поставить перед человечеством целый ряд морально-этических и юридических вопросов. В этом году на выставке роботов в Женеве самый совершенный андроид София заявила, что учится быть человеком. В октябре София впервые в истории искусственного интеллекта была признана гражданкой Саудовской Аравии с полноценными правами. Первая ласточка?
- Очень перспективным выглядит направление совершенствующее управление сложным роботомеханизмом через виртуальный шлем (VR). Эксперты пророчат востребованность такой технологии в бизнесе и промышленности. Вероятные сценарии использования: Управление беспилотной техникой (складскими погрузчиками и манипуляторами, дронами, трейлерами), Проведение медицинских исследований и хирургических операций, Освоение труднодоступных объектов и областей (дно океана, полярные области). Кроме того, программирование роботов позволяет им осуществлять и автономную работу. Еще один популярный тренд - connected car. Совсем недавно представители гиганта Apple заявили о старте разработок собственного "беспилотника". Все больше фирм выражают свою заинтересованность в создании машин, способных самостоятельно перемещаться по пересеченным трассам, сохраняя грузы и оборудование. Возрастающая сложность алгоритмов программирования роботов и машинного обучения предъявляет повышенные требования к вычислительным ресурсам и, следовательно, к "железу". По-видимому, оптимальным выходом в этом случае будет подключение устройств к облачной инфраструктуре. Важное направление - когнитивная робототехника. Стремительный рост количества "умных" машин заставляет разработчиков все чаще задумываться о том, как научить роботов слаженно взаимодействовать.



# Домашнее задание

- Какие современные роботы вам известны?
- Почему в наше время уделяют важное внимание развитию робототехники?
- Как вы считаете, робот вытеснит труд человека на рынке труда?
- Какова область применения роботов?
- Как происходит управление робототехникой?
- Чем отличается замкнутая система автоматического управления от разомкнутой системы управления робототехникой?
- По каким признакам классифицируют роботов?