

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, КАК ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

1.1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

1.2 ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

1.3 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

ГЛАВА 2. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

2.1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РОБОТИЗАЦИИ

2.2 ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Развитие отечественной робототехники переживает большие трудности, отрасль фактически поставлена на грань выживания. Есть несколько причин такого положения. Во-первых, вся научно-техническая и исследовательская база робототехники долгие годы поддерживалась и финансировалась государством, основные приоритеты развития данной отрасли определялись на правительственном уровне. Во-вторых, развитие робототехники в Советском союзе стимулировалось и экономическим соперничеством между странами социалистического и капиталистического лагеря.

Развитие робототехники в России зависит от многих причин. Робототехника - важная и перспективная отрасль промышленности, поскольку при помощи роботов и их комплексов руководители предприятий могут создавать высокоэффективное производство с минимальными издержками и высоким качеством продукции. Для достижения этой задачи они готовы привлекать инвестиционный капитал и вкладывать в их развитие собственные средства предприятия с целью значительно увеличить чистую прибыль от продаж продукции в будущем. Таким образом, для многих развитых предприятий подобный подход стал основой стратегии работы на долгие годы.

Мировые лидеры в производстве робототехники уже конкурируют между собой на российском рынке, используя знания и опыт отечественных инженеров по робототехнике. Положение дел необходимо срочно менять: развивать отечественную робототехнику при помощи национальных проектов, которые должны приниматься и курироваться на федеральном уровне.

Цель: определить роль робототехники в современном мире.

Объект: искусственный интеллект.

Предмет: развитие робототехники в современном мире.

Для достижения поставленной в курсовой работе цели решались следующие **задачи**:

- . определить роль искусственного интеллекта в научно-техническом прогрессе;
2. рассмотреть использование интеллектуальных информационных систем в различных прикладных областях;
- . рассмотреть историю развития роботов;
4. определить современное состояние роботизации;
- . проанализировать роль робототехники в геолого-разведывательной и космической промышленности.

Изученность. Методологической и теоретической основой курсовой работы послужили труды А.Ф. Тихонова [17] "Автоматизация и роботизация технологических процессов и машин в строительстве", Е.П. Попова [12] "Робототехника", В.Д. Цыганкова [18] "Нейрокомпьютер и мозг".

Вопросы, связанные с формированием и развитием робототехники, её определения и применения рассмотрены в работах В.Л. Афонин [1], Е.П. Попова [12], В.Д. Цыганкова [18], В.Л. Конюх [7] и др.

В составе авторов, рассматривающих современные возможности применения роботов, И.А. Каляев [5], Л.С. Ямпольский [20], В.В. Мацкевич [9], Е.П. Попов [11], которые имеют основополагающее значение для данного исследования.

Методы исследования. В курсовой работе были использованы такие методы исследования как: анализ, обобщение, сравнение, классификация.

Апробация. Результаты по теме исследования были представлены в докладе на межвузовской научно-практической конференции "Развитие социально-культурной деятельности и художественного образования в Западно-Сибирском регионе: теория и практика"

Структура работы. Логика исследования обусловила структуру курсовой

работы, состоящей из введения, двух глав, заключения и библиографии. Первая глава посвящена обзору экспертных систем и рассмотрению инструментальных средств проектирования интеллектуальных систем. Во второй главе рассматриваются области применения экспертных систем в геолого-разведывательной и космической промышленности. В заключении подводятся итоги проведения исследования робототехники и определения его роли в современном мире.

ГЛАВА 1. СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, КАК ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

1.1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В течение тысяч лет человек пытается понять, как он думает. В области искусственного интеллекта (ИИ) решается еще более ответственная задача: специалисты в этой области пытаются не только понять природу интеллекта, но и создать интеллектуальные сущности.

Вернувшись в прошлый век, окунемся в ту атмосферу созидания и открытия Норбертом Винером новой науки "Кибернетики", положившей начало созданию "умных машин" [30].

Кибернетика - в большей степени наука о живых организмах, человеке и обществе, чем о машинах. Машина - скорее инструмент и модель в общей кибернетике, а не предмет изучения. Так считал сам Винер.

Винер сравнивал машины создаваемые человеком, и машины, создаваемые природой и делал вывод, что машины созданные природой (люди) более эффективны и приспособляемы, но машины, созданные человеком, дали человеку в руки орудие для естественного эксперимента и эксперимента мысленного.

Искусственный интеллект это одна из новейших областей науки. Первые работы в этой области начались вскоре после Второй мировой войны, а само ее название было предложено в 1956 году. Ученые других специальностей чаще всего указывают искусственный интеллект, наряду с молекулярной биологией. Студенты-физики вполне обоснованно считают, что все великие открытия в их области уже были сделаны Галилеем, Ньютоном, Эйнштейном и другими учеными [1].

В настоящее время тематика искусственного интеллекта охватывает

огромный перечень научных направлений, начиная с таких задач общего характера, как обучение и восприятие, и заканчивая такими специальными задачами, как игра в шахматы, доказательство математических теорем, сочинение поэтических произведений и диагностика заболеваний. В искусственном интеллекте систематизируются и автоматизируются интеллектуальные задачи, и поэтому эта область касается любой сферы интеллектуальной деятельности человека. В этом смысле искусственный интеллект является поистине универсальной научной областью.

Свойства искусственного интеллекта

Характеристика искусственного интеллекта была предложена Л.Т. Кузиным [1]:

- наличие в них собственной внутренней модели внешнего мира; эта модель обеспечивает индивидуальность, относительную самостоятельность системы в оценке ситуации, возможность семантической и прагматической интерпретации запросов к системе;
- способность пополнения имеющихся знаний;
- способность к дедуктивному выводу, т.е. к генерации информации, которая в явном виде не содержится в системе; это качество позволяет системе конструировать информационную структуру с новой семантикой и практической направленностью;
- умение оперировать в ситуациях, связанных с различными аспектами нечеткости, включая "понимание" естественного языка;
- способность к диалоговому взаимодействию с человеком;
- способность к адаптации.

Можно сказать, что эти характеристики достаточно точно соответствуют характеристикам нашего интеллекта.

Предпосылки развития науки искусственного интеллекта

История искусственного интеллекта как нового научного направления

начинается в середине 20 века

<http://ru.wikipedia.org/wiki/XX_%D0%B2%D0%B5%D0%BA>. К этому времени уже было сформировано множество предпосылок его зарождения: среди философов давно шли споры о природе человека и процессе познания мира, нейрофизиологи и психологи разработали ряд теорий относительно работы человеческого мозга и мышления. Экономисты и математики задавались вопросами оптимальных расчётов и представления знаний о мире в формализованном виде; наконец, зародился фундамент математической теории вычислений - теории алгоритмов и были созданы первые компьютеры.

История развития искусственного интеллекта показывает, что интенсивные исследования проводились по всем четырем направлениям. Вполне можно предположить, что между теми учеными, которые в основном исходят из способностей людей, и теми, кто занимается главным образом решением проблемы рациональности, существуют определенные разногласия.

Подход, ориентированный на изучение человека, должен представлять собой эмпирическую научную область, развитие которой происходит по принципу выдвижения гипотез и их экспериментального подтверждения. С другой стороны, подход, основанный на понятии рациональности, представляет собой сочетание математики и техники. Каждая из этих групп ученых действуют разрозненно, но вместе с тем помогают друг другу.

Проверка того, способен ли компьютер действовать подобно человеку: подход, основанный на использовании теста Тьюринга.

Тест Тьюринга, предложенный Аланом Тьюрингом, был разработан в качестве удовлетворительного функционального определения интеллекта. Тьюринг решил, что нет смысла разрабатывать обширный список требований, необходимых для создания искусственного интеллекта, который к тому же может оказаться противоречивым, и предложил тест, основанный на том, что поведение объекта, обладающего искусственным интеллектом, в конечном итоге нельзя будет отличить от поведения таких бесспорно интеллектуальных существ, как человеческие существа [4].

Компьютер успешно пройдет этот тест, если человек-экспериментатор, задавший ему в письменном виде определенные вопросы, не сможет определить, получены ли письменные ответы от другого человека или от некоторого устройства. Отметим, что решение задачи по составлению программы для компьютера для того, чтобы он прошел этот тест, требует большого объема работы. Запрограммированный таким образом компьютер должен обладать перечисленными ниже возможностями.

- Средства *обработки текстов на естественных языках* (Natural Language Processing-NLP), позволяющие успешно общаться с компьютером, скажем на английском языке.

- Средства *представления знаний*, с помощью которых компьютер может записать в память то, что он узнает или прочитает.
- Средства *автоматического формирования логических выводов*, обеспечивающие возможность использовать хранимую информацию для поиска ответов на вопросы и вывода новых заключений.
- Средства *машинного обучения*, которые позволяют приспосабливаться к новым обстоятельствам, а также обнаруживать и экстраполировать признаки стандартных ситуаций.

В тесте Тьюринга сознательно исключено непосредственное физическое взаимодействие экспериментатора и компьютера, поскольку для создания искусственного интеллекта не требуется физическая имитация человека. Но в так называемом полном тесте Тьюринга предусмотрено использование видеосигнала для того, чтобы экспериментатор мог проверить способности испытуемого объекта к восприятию, а также имел возможность представить физические объекты "в неполном виде"

Чтобы пройти полный тест Тьюринга, компьютер должен обладать перечисленными ниже способностями:

- Машинное зрение для восприятия объектов.
- Средства робототехники для манипулирования объектами и перемещения в пространстве.

Шесть направлений исследований, перечисленных выше, составляют основную часть искусственного интеллекта, а Тьюринг заслуживает нашей благодарности за то, что предложил такой тест, который не потерял своей значимости и через 50 лет. Тем не менее, исследователи искусственного интеллекта практически не занимаются решением задачи прохождения теста Тьюринга, считая, что гораздо важнее изучить принципы интеллекта, чем продублировать одного из носителей естественного интеллекта.

1.2 ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В начале восьмидесятых годов в исследованиях по искусственному интеллекту сформировалось самостоятельное направление, получившее название "экспертные системы" (ЭС). Цель исследований по ЭС состоит в разработке программ, которые при решении задач, трудных для эксперта-человека, получают результаты, не уступающие по качеству и эффективности решениям, получаемым экспертом. Исследователи в области ЭС для названия своей дисциплины часто используют также термин "инженерия знаний", введенный Е. Фейгенбаумом как "привнесение принципов и инструментария исследований из области искусственного интеллекта в решение трудных прикладных проблем, требующих знаний экспертов".

Программные средства (ПС), базирующиеся на технологии экспертных систем, или инженерии знаний (в дальнейшем будем использовать их как синонимы), получили значительное распространение в мире. Важность экспертных систем состоит в следующем:

- технология экспертных систем существенно расширяет круг практически значимых задач, решаемых на компьютерах, решение которых приносит значительный экономический эффект;
- технология ЭС является важнейшим средством в решении глобальных проблем традиционного программирования: длительность и, следовательно, высокая стоимость разработки сложных приложений;
- высокая стоимость сопровождения сложных систем, которая часто в несколько раз превосходит стоимость их разработки; низкий уровень повторной используемости программ и т.п.;
- объединение технологии ЭС с технологией традиционного программирования добавляет новые качества к программным продуктам за счет: обеспечения динамичной модификации приложений пользователем, а не

программистом; большей "прозрачности" приложения (например, знания хранятся на ограниченном ЕЯ, что не требует комментариев к знаниям, упрощает обучение и сопровождение); лучшей графики; интерфейса и взаимодействия.

По мнению ведущих специалистов, в недалекой перспективе ЭС найдут следующее применение:

- ЭС будут играть ведущую роль во всех фазах проектирования, разработки, производства, распределения, продажи, поддержки и оказания услуг;
- технология ЭС, получившая коммерческое распространение, обеспечит революционный прорыв в интеграции приложений из готовых интеллектуально-взаимодействующих модулей.

ЭС предназначены для так называемых неформализованных задач, т.е. ЭС не отвергают и не заменяют традиционного подхода к разработке программ, ориентированного на решение формализованных задач.

Неформализованные задачи обычно обладают следующими особенностями:

- ошибочностью, неоднозначностью, неполнотой и противоречивостью исходных данных;
- ошибочностью, неоднозначностью, неполнотой и противоречивостью знаний о проблемной области и решаемой задаче;
- большой размерностью пространства решения, т.е. перебор при поиске решения весьма велик;
- динамически изменяющимися данными и знаниями.

Следует подчеркнуть, что неформализованные задачи представляют большой и очень важный класс задач. Многие специалисты считают, что эти задачи являются наиболее массовым классом задач, решаемых ЭВМ.

Экспертные системы и системы искусственного интеллекта отличаются от

систем обработки данных тем, что в них в основном используются символичный (а не числовой) способ представления, символичный вывод и эвристический поиск решения (а не исполнение известного алгоритма).

Экспертные системы применяются для решения только трудных практических (не игрушечных) задач. По качеству и эффективности решения экспертные системы не уступают решениям эксперта-человека. Решения экспертных систем обладают "*прозрачностью*", т.е. могут быть объяснены пользователю на качественном уровне. Это качество экспертных систем обеспечивается их способностью рассуждать о своих знаниях и умозаключениях. Экспертные системы способны пополнять свои знания в ходе взаимодействия с экспертом. Необходимо отметить, что в настоящее время технология экспертных систем используется для решения различных типов задач (интерпретация, предсказание, диагностика, планирование, конструирование, контроль, отладка, инструктаж, управление) в самых разнообразных проблемных областях, таких, как финансы, нефтяная и газовая промышленность, энергетика, транспорт, фармацевтическое производство, космос, металлургия, горное дело, химия, образование, целлюлозно-бумажная промышленность, телекоммуникации и связь и др. [6].

Структура экспертных систем

Типичная статическая ЭС состоит из следующих основных компонентов:

- решателя (интерпретатора);
- рабочей памяти (РП), называемой также базой данных (БД);
- базы знаний (БЗ);
- компонентов приобретения знаний;
- объяснительного компонента;
- диалогового компонента.

База данных (рабочая память) предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи. Этот термин

совпадает по названию, но не по смыслу с термином, используемым в информационно-поисковых системах (ИПС) и системах управления базами данных (СУБД) для обозначения всех данных (в первую очередь долгосрочных), хранимых в системе.

База знаний (БЗ) в ЭС предназначена для хранения долгосрочных данных, описывающих рассматриваемую область (а не текущих данных), и правил, описывающих целесообразные преобразования данных этой области.

Решатель, используя исходные данные из рабочей памяти и знания из БЗ, формирует такую последовательность правил, которые, будучи примененными к исходным данным, приводят к решению задачи.

Компонент приобретения знаний автоматизирует процесс наполнения ЭС знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом.

Объяснительный компонент объясняет, как система получила решение задачи (или почему она не получила решение) и какие знания она при этом использовала, что облегчает эксперту тестирование системы и повышает доверие пользователя к полученному результату.

Диалоговый компонент ориентирован на организацию дружественного общения с пользователем как в ходе решения задач, так и в процессе приобретения знаний и объяснения результатов работы.

В разработке ЭС участвуют представители следующих специальностей:
эксперт в проблемной области, задачи которой будет решать ЭС;
инженер по знаниям - специалист по разработке ЭС (используемые им технологию, методы называют технологией (методами) инженерии знаний);
программист по разработке инструментальных средств (ИС), предназначенных для ускорения разработки ЭС.

Необходимо отметить, что отсутствие среди участников разработки инженеров по знаниям (т.е. их замена программистами) либо приводит к неудаче процесс создания ЭС, либо значительно удлиняет его.

Эксперт определяет знания (данные и правила), характеризующие проблемную область, обеспечивает полноту и правильность введенных в ЭС знаний.

Инженер по знаниям помогает эксперту выявить и структурировать знания, необходимые для работы ЭС; осуществляет выбор того ИС, которое наиболее подходит для данной проблемной области, и определяет способ представления знаний в этом ИС; выделяет и программирует (традиционными средствами) стандартные функции (типичные для данной проблемной области), которые будут использоваться в правилах, вводимых экспертом.

Программист разрабатывает ИС (если ИС разрабатывается заново), содержащее в пределе все основные компоненты ЭС, и осуществляет его сопряжение с той средой, в которой оно будет использовано.

Экспертная система работает в двух режимах: режиме приобретения знаний и в режиме решения задачи (называемом также режимом консультации или режимом использования ЭС).

В режиме приобретения знаний общение с ЭС осуществляет (через посредничество инженера по знаниям) эксперт. В этом режиме эксперт, используя компонент приобретения знаний, наполняет систему знаниями, которые позволяют ЭС в режиме решения самостоятельно (без эксперта) решать задачи из проблемной области. Эксперт описывает проблемную область в виде совокупности данных и правил. Данные определяют объекты, их характеристики и значения, существующие в области экспертизы. Правила определяют способы манипулирования с данными, характерные для рассматриваемой области.

Отметим, что режиму приобретения знаний в традиционном подходе к разработке программ соответствуют этапы алгоритмизации, программирования и отладки, выполняемые программистом. Таким образом, в отличие от

традиционного подхода в случае ЭС разработку программ осуществляет не программист, а эксперт (с помощью ЭС), не владеющий программированием [6].

В режиме консультации общение с ЭС осуществляет конечный пользователь, которого интересует результат и (или) способ его получения. Необходимо отметить, что в зависимости от назначения ЭС пользователь может не быть специалистом в данной проблемной области (в этом случае он обращается к ЭС за результатом, не умея получить его сам), или быть специалистом (в этом случае пользователь может сам получить результат, но он обращается к ЭС с целью либо ускорить процесс получения результата, либо возложить на ЭС рутинную работу). В режиме консультации данные о задаче пользователя после обработки их диалоговым компонентом поступают в рабочую память. Решатель на основе входных данных из рабочей памяти, общих данных о проблемной области и правил из БЗ формирует решение задачи. ЭС при решении задачи не только исполняет предписанную последовательность операции, но и предварительно формирует ее. Если реакция системы не понятна пользователю, то он может потребовать объяснения.

1.3 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

Робототехника наука о процессе разработки автоматизированных технических систем на базе электроники, механики и программирования. Роботостроение развитая отрасль промышленности: несколько тысяч роботов работают на различных предприятиях, робототехнические манипуляторы превратились в неотъемлемую часть подводных исследовательских аппаратов, изучение космического пространства уже не обходиться без использования роботов с высоким уровнем интеллекта.

Первый чертёж человекоподобного робота был сделан Леонардо да Винчи

около 1495 года. Записи Леонардо, найденные в 1950-х, содержали детальные чертежи механического рыцаря, способного сидеть, раздвигать руки, двигать головой и открывать забрало. Дизайн скорее всего основан на анатомических исследованиях, записанных в Витрувианском человеке. Неизвестно, пытался ли Леонардо построить робота [12].

Первого работающего робота андроида, играющего на флейте, создал в 1738 году французский механик и изобретатель Жак де Вокансон. Он также изготовил механических уток, которые, как говорят, умели клевать корм и испражняться [12].

Большим достижением в деле строительства машин и механизмов стало открытие основных законов динамики. Еще в 1743 году Жан Лерон Д'Аламбер сформулировал принцип, позволивший распространить на динамику идею равновесия сил, с успехом используемую в статике. Чтобы привести систему в статическое равновесие (допустим, установить бутылку на горлышко так, чтобы она не падала), необходимо найти правильные положения всех объектов. Для динамического равновесия (когда некоторые части системы могут, к примеру, крутиться, создавая движение, уравновешивающее приложенные силы) нужно найти уже не просто 2-3 положения или скорости, а сразу целую функцию всех положений от времени. Для этого к активным силам Д'Аламбер добавил силы инерции и поставил следующую задачу вариационного исчисления:

$$\sum_i (F_i + J_i) \delta x_i = \sum_i (F_i - m_i w_i) \delta x_i = 0.$$

Ее решением будет вектор функций $x_i(t)$.

А в 1829 году Карл Фридрих Гаусс предложил еще один принцип механики, более общий и удобный в использовании, который он назвал *принципом наименьшего принуждения* [8]

<<http://www.cleverence.ru/site.aspx?page=Robotics>>:

$$\sum_i (F_i - m_i w_i) \delta w_i = 0.$$

Здесь dw_i - вектор возможных ускорений.

Принцип, указанный Гауссом, позволяет нам отличить действительные движения системы от всех других движений, возможных в определенной ситуации. В словесном изложении он звучит примерно так:

"Движение системы связанных точек в действительности происходит в направлении наименьшего принуждения, т.е. как можно меньше отклоняясь от свободного движения, как если бы не существовало наложенных связей".

А под принуждением понимается величина:

$$G = \sum_{v=1}^N m_v s_v^2,$$

Где s_v - вектор между двумя разными точками, в которых система окажется через время dt в случае свободного и связанного движений соответственно [9] <<http://www.cleverence.ru/site.aspx?page=Robotics>>.

Направления сил инерции каждой из частей механизма как раз и отражают те направления, в которых свободно продолжали бы двигаться части, если их внезапно отцепить друг от друга.

Указанный принцип наименьшего принуждения очень широко используется при создании систем управления манипуляторами. Это - основа. Без него невозможно оценить, какой кинематический эффект вызовет то или иное действие. [10] <<http://www.cleverence.ru/site.aspx?page=Robotics>>.

Первые *программируемые* механизмы с манипуляторами появляются в 1930х годах в США. Толчком к их созданию послужили работы Генри Форда (1863-1947) по созданию автоматизированной производственной линии или конвейера (1913). Разбив весь процесс производства изделия на большое количество маленьких этапов, Форд добился снижения требований к квалификации рядового работника. До него автомобиль могла собрать только команда высоких профессионалов. Теперь же профессионалы требовались только для выработки четкого плана производственного процесса. Однако у конвейера была и обратная сторона - длительная однообразная работа быстро утомляет человека, снижает производительность и является причиной профессиональных болезней, не известных ранее. Кроме того, имеющаяся теперь свобода в выборе места за конвейером вынуждает платить больше за самую наименее квалифицированную и вредную работу. И первая из них - покраска, ведь слой должен ложиться очень ровно, заданной толщиной, чтобы успеть быстро высохнуть, быть прочным, и не израсходовать на себя много краски.

В огромном количестве источников, например в Business Week's Robot Milestones [11], указывается, что первый в мире индустриальный робот был построен в 1938 году, двумя американцами Уиллардом Поллардом и Гарольдом Роузландом для компании DeVilbiss Company, Великобритания, - на тот момент крупнейшего производителя компрессоров и распылителей для промышленного производства. В действительности, история выглядит иначе.

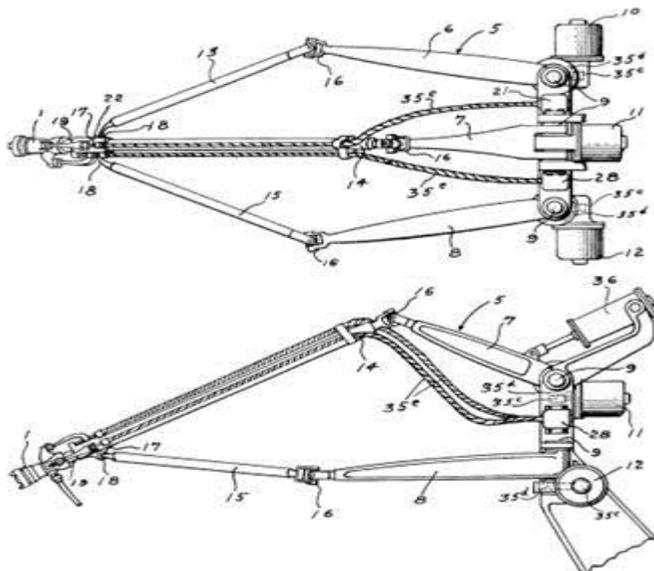


Рис. 1. Манипулятор Уилларда Л.В. Полларда

Манипулятор Уилларда Л.В. Полларда от 1938 года, ошибочно принимаемый за первый в истории управляемый манипулятор Уилларда Л.Г. Полларда от 1934 года (патент США №2286571, 1942)

В 1938 году американец Уиллард Л.В. Поллард (Willard L. V. Pollard) действительно изобретает управляемый манипулятор. И не просто, а *параллельный* манипулятор (12). Три проксимальных (13) [звена управлялись двумя приводами на базе](http://www.cleverence.ru/site.aspx?page=Robotics) (на рисунке это электрический привод 11 и пневматический привод 36). Три дистальных (14) [звена](http://www.cleverence.ru/site.aspx?page=Robotics) (13, 14 и 15) крепились к проксимальным звеньям карданной передачей (16). Два из них (13 и 15) крепились к третьему на шарнире (18). Головка распылителя (1) крепится к третьему дистальному звену опять карданной передачей (17), обеспечивающей ей горизонтальный ход. Вертикальный и горизонтальный углы поворота головки управляются еще двумя приводами (10 и 12) при помощи троса (35). Итого 5 степеней свободы.

Однако же, это был не первый робот-манипулятор и не тот, что достался компании DeVilbiss. Робот Уилларда Л.В. Полларда от 1938 года так и не был никогда построен.

Первый действительно существовавший в мире индустриальный робот принадлежит немного другому Полларду. Четырьмя годами ранее, 29 октября 1934 года, Уиллард Л.Г. Поллард (Willard L. G. Pollard Jr., сын Уилларда Л.В. Полларда) подал в бюро патентов заявку об изобретении нового полностью автоматического устройства для окраски поверхностей. Патент состоял из двух частей: электрической управляющей системы и механического манипулятора. Программа задавала скорость вращения приводов глубиной ямок на плотной перфоленте, а механическая часть робота представляла собой параллельный манипулятор по типу пантографа [15] <<http://www.cleverence.ru/site.aspx?page=Robotics>> всего с двумя приводами. И хотя Уиллард подал заявку в 1934, с выдачей патента не спешили. Патент оказался у него на руках только в 1942 году, а между делом в 1937 году лицензия на производство этого манипулятора каким-то образом досталась компании DeVilbiss. Именно DeVilbiss в 1941 году при помощи Гарольда Роузланда построила первые прототипы этого устройства. Однако окончательная Роузландовская версия, запатентованная и выпущенная на рынок в 1944 году, была совсем другим механизмом, заимствовав у Полларда младшего только идею системы управления.

История серьезной робототехники начинается с появлением атомной промышленности почти сразу по окончании второй мировой войны. Индустрия тех лет еще не способна произвести высокоточные программируемые манипуляторы; роботы пока не могут выполнять работу за конвейером. Однако время диктует свое. Поставленная задача обезопасить работу персонала с радиоактивными препаратами успешно решается при помощи манипуляторов, копирующих движения человека-оператора. Это еще не совсем "честные" роботы, поскольку они по-прежнему состоят только из механических деталей: используются ременные и шевронные передачи. Современное название таких устройств - копирующие манипуляторы или MSM (master-slave manipulators).

Одна из первых компаний по производству MSM "CRL" (Central Research Laboratories) была основана в 1945 году, а первый ее MSM - "Model 1" был представлен комиссии по атомной энергетике США уже в 1949 году.

Часто в литературе выделяют несколько поколений роботов. Однако, это имеет не прямое отношение к развитию технологий. К *роботам первого поколения* обычно причисляют все копирующие и программируемые манипуляторы. Такие машины выполняют жесткую программу и чаще называются *промышленными роботами*. Роботы второго поколения оснащены датчиками для выполнения более интеллектуальных функций. Наконец, к роботам третьего поколения относятся автономные мобильные роботы с самостоятельной адаптивной программой [4]. Примерами роботов I, II и III-го поколений будут, соответственно:

- линия для автоматической сварки и покраски кузовов;

- автоматическая линия по сортировке яблок по спелости и
- научно-исследовательские проекты для космоса и поиска новых решений.

Таким образом, это несколько отличается от поколений ЭВМ, поскольку ЭВМ разного поколения отличаются элементной базой, а роботы - возможностями. Сам термин *промышленный робот* впервые появился на страницах американского журнала "American metal & market" в 1960 году [5].

Датой рождения первого по-настоящему серьезного робота, о котором слышал весь мир, можно считать 18 мая 1966 года. В этот день Григорий Николаевич Бабакин, главный конструктор машиностроительного завода имени С.А. Лавочкина в подмосковных Химках подписал головной том аванпроекта Е8. Это был "Луноход-1", луноход 8ЕЛ в составе автоматической станции Е8 №203, первый в истории аппарат, успешно покоривший лунную поверхность 17 ноября 1970.

Общая масса первого лунохода составляла 756 кг, его длина с открытой крышкой солнечной батареи 4,42 метра, ширина 2,15 метра, высота 1,92 метра. Он был рассчитан на 3 месяца работы на поверхности Луны.

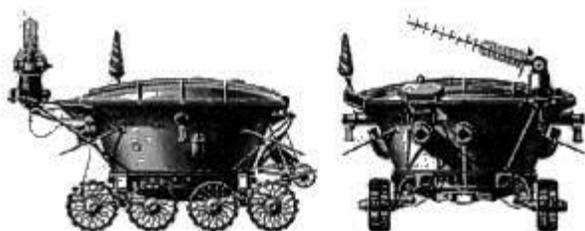


Рис.2. Аппарат "Луноход-1", производство СССР, индекс объекта - 8ЕЛ

В действительности же "Луноход-1" проработал в три раза дольше, проехал 10 540 м и передал на Землю 211 лунных панорам и 25 тысяч фотографий. Это была настоящая победа! Правда, первый человек на Луне оказался все-таки немного раньше 20 июля 1969 [16]
<<http://www.cleverence.ru/site.aspx?page=Robotics>>.

В 1968 году в Станфордском Исследовательском Институте (SRI, Stanford Research Institute) создают "Shakey" первого мобильного робота с

искусственным зрением и зачатками интеллекта. Устройство на колесиках решает задачу объезда возможных препятствий различных кубиков. Исключительно на ровной поверхности, т.к. робот очень неустойчив. Самое примечательное, что "мозг" робота занимает целую комнату по соседству, общаясь с "телом" по радиосвязи.

Исследования устойчивости приводят к работам над динамическим равновесием роботов, в результате чего получают роботы-лошади и даже несколько роботов на одной ноге, - чтобы не упасть, им приходится постоянно бегать и подпрыгивать [17]

<<http://www.cleverence.ru/site.aspx?page=Robotics>>.

Начинается эра исследования устойчивости и проходимости. В это время появляется множество роботов для исследования других планет и, конечно, ведения боевых действий в пустыне. Вся робототехника в Соединенных Штатах по сей день очень часто спонсируется агентством DARPA [18].

Роботостроение в Японии начинается в 1928 году, когда под руководством доктора Нисимура Макото был создан робот, названный "Естествоиспытатель" [14]. Оснащенный моторчиками, он мог менять положение головы и рук. А 21 ноября 2000 года на первой в истории выставке ROBODEX в городе Йокохама, Япония, Tokyo Sony Corporation представляет своего первого человекоподобного робота "SDR-3X" [19]

<<http://www.cleverence.ru/site.aspx?page=Robotics>>:

С развитием технологии люди всё чаще видели в механических созданиях что-то больше, чем просто игрушки. Литература отразила страхи человечества, что люди могут быть заменены своими собственными творениями. Роман "Франкенштейн, или Современный Прометей" (1818) иногда называют первым научно-фантастическим произведением, олицетворяющим эту проблему. Позже Карел Чапек пишет знаменитую пьесу "R. U. R.", в которой представлена идея сборочной линии, на которой роботы собирают самих себя, произведение имело экономический и философский подтексты. В дальнейшем эти идеи развиваются в фильмах "Метрополис" (1927), "Бегущий по лезвию бритвы" (1982) и "Терминатор" (1984). Как роботы с искусственным интеллектом становятся реальностью и взаимодействуют с человеком, показано в фильмах "Искусственный разум" (2001) режиссёра Стивена Спилберга и "Я, робот" (2004) режиссёра Алекса Пройяса. В фантастических рассказах Айзека Азимова сформулированы три "Закона робототехники" [7]:

1. Робот не может причинить вред человеку, или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред.

2. Робот подчиняется приказам человека, если это не противоречит 1-му закону.

3. Робот заботится о собственной безопасности, если это не

противоречит 1 и 2 законам.

Азимов в своих произведениях убедительно показывает, что эти законы, будучи заложены в программу-мозг робота в виде обязательных (безусловно исполняемых роботом) законов исключают возможность проявления любых недружественных действий робота по отношению к человеку. Приводятся также примеры негативных последствий, возникающих в случае, когда люди пренебрегая требованиям обязательности трех законов, блокируют на этапе программирования робота один из законов (например, вторую часть первого закона). В этом случае робот может найти логически не противоречивое решение, позволяющее ему нарушить 1-й закон и стать опасным для человека.

В 1981 году Кензи Урада, рабочий завода Kawasaki стал первой официальной жертвой, погибшей от руки робота. С этого времени число жертв роботов растет, несмотря на внедрение усовершенствованных механизмов безопасности.

Конечно же невозможно отрицать и пользу, которую приносят роботы. Сейчас в мире уже существуют роботы хирурги, повара, няньки, уборщики и т.п. Так же есть роботы пылесосы и просто забавные игрушки вроде роботопёса. Также промышленные роботы, которые не только очень качественно выполняют поставленную задачу, но и выполняют её с немыслимой для человека скоростью.

ГЛАВА 2. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

.1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РОБОТИЗАЦИИ

Научно-техническое развитие России в последние десятилетия характеризуется:

) отсутствием обоснованного долгосрочного прогнозирования и планирования,

) отсутствием привязки к геополитическим целям страны. Последнее на самом деле важно. Отмечу, что долгосрочное планирование требует наличия в стране соответствующих институтов, типа DARPA и RAND Corporation, а длительное отсутствие публично сформулированных геополитических целей может быть мотивировано как политической конъюнктурой, так и другими причинами. Нельзя сказать, что попыток долгосрочного прогнозирования нет. В последние лет пять рядом министерств практикуется использование методик типа Форсайт. Однако они не дают более-менее значимых результатов прогнозирования на горизонте свыше 5 лет. Кроме того, Форсайт требует также наличия постоянной группы аналитиков, специализирующихся на применении этой методики, отслеживающих результаты предсказаний и выявляющих причины несоответствия прогноза реальности, как это делается, например, в Англии и Японии [8].

Робототехникой на Западе, в первую очередь в США, серьезно начали заниматься с конца 1990-х, когда был взят курс на цифровизацию вооружённых сил и была принята программа "Армия будущего". На разработку военной робототехники в рамках этой программы была выделена громадная сумма 22,5 млрд. долл. Япония обозначила робототехнику в качестве одного из семи национальных приоритетов, поставив целью стать мировым лидером в области домашней робототехники. Последним несколько лет назад в эту гонку вступил

Евросоюз, принявший многомиллиардную программу по военной робототехнике [8].

Китай не объявлял официально своих планов в этой области, однако, судя по отдельным сообщениям о конкретных проектах, ведёт работы в области военной, планетарной и других видов робототехники. Южная Корея осуществляет план развития робототехники, одной из главных задач которого является стратегическое фокусирование на потребностях отдельных рынков, например, роботизированные системы наблюдения для Ближнего Востока, медицинские роботы для США и ЕС, а также роботы-уборщики, предназначенные для Китая и Юго-Восточной Азии.

Здесь уместно сказать о том, какие направления в робототехнике существуют. Сама по себе робототехника (robotics) является междисциплинарной наукой, объединяющей следующие направления:

бытовая (домашняя) робототехника (home robotics), цель создание домашних роботов. Объём рынка в 2010 г. составил около 25 млрд. долл.;

медицинская робототехника (medical robotics), цель создание медицинских роботов. Оптимисты считают, что к 2020-2025 гг. большую часть проводимых медицинских операций будут выполнять роботы. Их внедрение позволит, в частности, решить проблему распространения вирусов и инфекций самими врачами и предохранения медработников от заражения;

персональная робототехника (personal robotics), цель разработка персональных роботов небольших, недорогих, простых и удобных в использовании. Это может быть, например, специальный вибротактильный костюм, с помощью которого можно обучить человека любым двигательным навыкам или ускорить выздоровление пациентов, которые проходят реабилитацию после различных неврологических травм, либо универсальный личный слуга-гуманоид (humanoid robot, personal robot).

планетарная робототехника (planet exploration robotics), цель

проектирование роботов для исследования планет;

военная робототехника (military robotics), занимается созданием следующих видов:

БПЛА беспилотный летательный аппарат (UAV, Unmanned Aerial Vehicle). Среди военных БПЛА могут быть выделены: тактические (tactical unmanned aerial vehicle, TUAV), малые (small unmanned aircraft system, SUAS), малые тактические (small tactical unmanned aircraft system, STUAS) и сверхмалые (MAV);

НМР наземный мобильный робот (Unmanned Ground Vehicle, UGV) автоматически управляемое (роботизированное) наземное транспортное средство; среди военных НМР различают: тактические (tactical unmanned ground vehicle, TUGV) и малые (small unmanned ground vehicle, SUGV), а также роботизированные транспортные средства для эвакуации раненых (robotic evacuation vehicle, REV);

морские роботы (unmanned maritime system, UMS) автоматически управляемое (роботизированное) морское транспортное средство; роботы этого класса (в основном военного назначения) делятся на надводные и подводные (UUV).

телеробототехника (telerobotics), цель создание телероботов (роботов, дистанционно управляемых телеоператором). Роботы для МЧС, МО и т.п.;

промышленная робототехника (industry robotics), цель разработка промышленных роботов (industrial robot), число видов которых превышает три десятка. Лидером здесь является Япония она обладает парком, насчитывающим более 350 тыс. индустриальных роботов. Всего в мире в 2011 г. насчитывается 1,1 млн. индустриальных роботов и около 17 млн. роботов других видов;

эволюционная робототехника (evolutionary robotics), цель изучение методов эволюционных вычислений (evolutionary computation) для разработки искусственных нервных систем роботов;

полевая робототехника (field robotics), цель исследование и создание автономных подвижных роботов для выполнения тех или иных работ в естественных, иногда (часто) экстремальных, условиях;

биометрическая робототехника (biometric robotics), цель исследования и создание роботов с биометрическими возможностями, например с реакцией на прикосновения;

биологическая робототехника (biological robotics), цель исследования и проектирование биологических роботов (биороботов, или биоботов); полностью биологические роботы не имеют в своей основе кремниевых компонентов, представляют собой искусственный интеллект на базе органической субстанции, способны расти за счет появления новых микроорганизмов, размножающихся под влиянием света, тепла и питательных веществ, могут решать некоторые вычислительные и логические задачи. В перспективе возможно создание более сложных биороботов, способных самоорганизовываться, работать в военной, производственной и медицинской сферах;

микроробототехника (microrobotics), цель разработка сверхминиатюрных робототехнических устройств;

наноробототехника (nanorobotics), цель создание нанороботов устройств размером в единицы и десятки нанометров, которые смогут самостоятельно манипулировать отдельными атомами вещества. Наноробототехника входит в nanoscience науку о наномире, нанонауки;

нейроробототехника (neurobotics), междисциплинарное направление на стыке искусственного интеллекта, биомеханики, неврологии, робототехники, био- и психофизики, цель исследование проблем связи между центральной нервной системой и мускульной активностью человека, разработка бионических интерфейсов, создание искусственных частей тела (протезов), вживление их в организм взамен утраченных и управление ими, создание вспомогательных

устройств (например, экзоскелетов, external skeleton) для реабилитации после травм и расширения физических возможностей человека [14].

Сейчас всё чаще говорят о появлении направления "наблюдательной" робототехники (робополицейские, роборегуляторы и т.п.). Планируется, что этот вид робототехники будет активно использоваться на вокзалах, в аэропортах, медицинских и учебных учреждениях.

По мнению основателя корпорации Microsoft Билла Гейтса, в ближайшем будущем робототехнику ожидают революционные изменения, сравнимые с прорывом в вычислительной технике, произошедшим более 30 лет назад. Microsoft сейчас также активно работает в этом направлении [14].

С робототехникой связано не менее сотни других научно-технических направлений, в первую очередь искусственный интеллект (ИИ), на базе которого делается система управления роботами. В ИИ также входит полтора десятка научных направлений, в том числе машинное зрение.

Хотя в прошлом году робототехника и включена в список национальных технологических платформ, но её роль как мегапроекта в модернизации экономики страны явно недооценена.

Важно отметить, что по западным оценкам именно робототехника в ближайшие годы будет основным потребителем продукции полупроводниковой промышленности, чем в своё время были персональные компьютеры. Кроме того, развитие этой области возможность подтянуть производство точной механики и механотроники, датчиков и др.

Работы в области военной робототехники в России ведутся, отдельные результаты соответствуют мировому уровню, однако в целом текущий уровень работ недостаточен, особенно в области военных роботов, что в период проходящей в мире смены поколения вооружений вызывает большую озабоченность.

Без перехода на использование робототехники Россия останется

заложником ухудшающейся демографической ситуации и не сможет существенно поднять производительность труда и качество продукции в промышленности. Развитие домашних, социальных и медицинских роботов позволит решить проблемы обслуживания пожилых людей. Здесь видна большая социальная составляющая данного направления.

Наконец, что может быть самое важное, робототехника громадный, стремительно растущий глобальный рынок, на котором Россия практически не представлена. По некоторым оценкам, объём мирового рынка робототехники сейчас составляет 9,4 млрд. долл., однако к 2018 г. аналитики прогнозируют рост до 85 млрд. долл. во многом такие цифры будут обусловлены увеличением сектора роботов для сферы обслуживания, которые превзойдут производственный сектор. При правильной административной поддержке данного направления есть все возможности для того, чтобы объём рынка робототехники в России к 2020 г., как минимум, превысил 10 млрд. долл. [14].

Учитывая всё вышесказанное можно сказать, что необходимо:

1. выделить робототехнику в одно из ключевых направлений модернизации экономики России;

2. создать в рамках Комиссии по модернизации Рабочую группу по робототехнике;

3. открыть при Президенте России "Институт стратегического планирования научно-технического развития России".

Понятно, что это начальные шаги дальнейшие должны быть разработаны ИТ-сообществом и указанными структурами.

2.2 ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

В некоторых случаях, когда среда неблагоприятна для человека, применение робота было бы наиболее целесообразным. Роботам, например, не

нужно потреблять кислород из окружающего воздуха. Следовательно, их можно применять под водой, в безвоздушном пространстве или в атмосфере, насыщенной отравляющими веществами.

Подвижные робототехнические устройства активно проектируются и используются для изучения Луны и планет, а неподвижные, типа "Сервейора", уже применяются на Луне. Когда придет время изучения Юпитера, ни один человек не сможет там существовать, а робот, по всей вероятности, сможет [18].

Потребность в таких устройствах возникает и значительно ближе к нам, например при обследовании и ремонте канализационных систем. Существует множество сред со слишком высокими для человеческого организма температурами. В настоящее время ведутся активные работы по проектированию робота-пожарного, который бы не только обнаруживал, но и тушил пожары. Сейчас еще многие люди страдают от заболеваний, вызванных работой в таких условиях, где температура окружающей среды либо слишком низка, либо слишком высока, либо среда слишком загрязнена или опасна для человеческого организма. Даже с точки зрения простой гуманности здесь срочно требуется внедрение роботов [18].

Взять, например, угольные шахты: современная тенденция к повышенной механизации почти наверняка приведет, в конце концов, к появлению робота-шахтера. Примером применяемого в шахтах робототехнического устройства является автоматический забойщик, который поддерживает определенную толщину угольного пласта на своде, чтобы предохранить крошащуюся породу от обвалов. Для контроля толщины используется радиоактивный датчик, состоящий из йодисто-цезиего излучателя и приемника на фотоумножителе, так что толщину невидимого угольного слоя можно поддерживать постоянной. Подсчитали, что ежегодно это устройство, стоящее 8000 фунтов стерлингов, добывает угля на сумму 130 000 фунтов стерлингов. Успешное использование таких подконтрольных роботов ведет к созданию

более прогрессивных устройств типа двустороннего "Никодемуса".

Использование простейших электронных промышленных устройств позволяет освободить человека от работы в настолько загрязненной атмосфере, что для человеческого организма она едва переносима. В скором времени человеку больше не нужно будет обжигать ступни, разгружая печь для обжига кирпича, не потребуется также натягивать на себя блестящую жароотражающую одежду, чтобы приблизиться к доменной печи и выпустить из нее расплавленный металл [17].

Проектирование конечностей робота: рук и кистей в значительной степени стимулируется потребностью в таких приспособлениях в тех отраслях, где приходится иметь дело с радиоактивными и взрывчатыми веществами. Иногда по отношению к этим устройствам применяют термин "телехирик". Он заимствован из греческого и означает "отдаленная рука".

В некоторых случаях возможно дистанционное электрическое управление робототехническим устройством с помощью человека-оператора. Однако, к сожалению, встречаются и такие случаи, когда это трудно или невозможно. Например, управление робототехническим устройством на далекой планете представляется весьма сложным, так как время прохождения сигналов со скоростью света от земли до планеты составляет несколько секунд и передача информации о результатах операции также занимает несколько секунд.

Некоторые модели робототехнических устройств имеют то преимущество, что могут работать в полной темноте. Например, нет необходимости освещать туннель, по которому движется управляемый роботом почтовый поезд. Уже сейчас подвижные роботы используются для обследования внутренней поверхности дренажных и нефтяных труб малого диаметра длиной до 14 км.

В научно-фантастической литературе роботы обычно ходят, но не летают. Реальные роботоподобные устройства, к сожалению, более разнообразны.

Наиболее известный пример полностью подвижного, полностью независимого робота дает управляемое оружие - роботоподобный реактивный снаряд. Эти устройства в трудных условиях обнаруживают цель и делают это намного точнее, чем любой человек [17].

В космосе летающие роботы следят за деятельностью на Земле. Там они, однако, выполняют также и более мирную работу: ретранслируют телевизионные программы и исследуют Луну. В этом отношении робот намного более разносторонен, чем человек. Эта разносторонность, вероятно, еще более возрастет, когда мы научимся производить роботов с более сложной нервной системой. Уже оказалось возможным сконструировать автопилот, который не только управляет горизонтальным полетом самолета, но и производит автоматически взлет и посадку.

Сейчас имеется дополнительная возможность создания подвижного робота, основанная на принципе работы аппарата на воздушной подушке. Этот принцип уже использовался в бытовых приборах и в газонокосилках, но еще никогда не применялся для "подвешивания" подвижных роботов. Широко используемыми разновидностями летающего робота являются поднимаемые на шарах-зондах радио - и радиолокационные системы, предназначенные для передачи на Землю необходимых для предсказания погоды данных о верхних слоях атмосферы, хотя направление перемещения определяется здесь не самой системой, а направлением ветра.

Радиоуправляемая беспилотная авиация долгое время использовалась для таких целей, как учебная стрельба, где невозможность использования пилота очевидна. Например, самолет-мишень "Королева Пчела", который использовался в начале 40-х годов XX века, был просто модификацией "Тигрового Мотылька" обычным образом пилотируемого биплана. "Королева Пчела" управлялась с Земли при помощи 10 кнопок или иногда от диска наподобие телефонного. Было найдено решение для весьма успешной посадки

"Королевы Пчелы", снабженной поплавками взамен колес, при помощи дистанционного управления, даже если море было неспокойно. Усовершенствованный вариант этого самолета был известен под названием "Королева Оса". Системы управления, подобные этим, использовались также на радиоуправляемых быстроходных катерах-целях "Королева Утка" и "Королева Чайка". От этих систем управления впоследствии перешли к более сложной системе "Рестлес", которой также оснащались радиоуправляемые быстроходные катера. Стоящие в море на мертвом якорю катера запускались и управлялись с берега при атаке военных судов [12].

Позднее, в начале 50-х годов, в Австралии был создан самолет-мишень "Индвик". Он мог взлететь с управляемой от гироскопа тележки многократного применения. Пневматический привод снабжался воздухом, хранящимся под давлением около 14 000 кПа, после фильтрации и понижения давления приблизительно до 4000 кПа. Электрическая энергия для "Индвика" поступала от генератора постоянного тока с параллельным возбуждением, параллельно которому подключался работающий вхолостую 12-батареный свинцово-кислотный аккумулятор. Основное энергоснабжение обеспечивалось газотурбинным двигателем. В дальнейшем было проведено много новых разработок, вплоть до создания проектов использования беспилотной авиации в бою.

Были проведены исследования проектов роботов разового применения и дистанционно управляемых манипуляторов, предназначенных для выполнения работ вне космического корабля при отсутствии челночных систем, которые могут перевозить ремонтников к спутникам, находящимся на орбите. Возможность создания дистанционно управляемых космических роботов была быстро реализована; действительно, уже "Сервейор-3", осуществивший беспилотный лунный полет, был оснащен "копателем", управляемым с Земли. Оказалось возможным собрать образцы лунной породы и уложить их с

отклонением в пределах 6 мм от требуемой позиции. Однако потенциальная ценность такого дистанционного манипулирования была практически продемонстрирована в январе 1968 г. "Сервейором-7", когда копатель был использован для устранения неожиданно возникшей на Луне неисправности одного из приборов [12].

В Аргонской национальной лаборатории обнаружили, что оператор, "сняв пиджак" и используя копирующий манипулятор, способен на то же, что и оператор, находящийся в космосе. В обоих случаях для выполнения задания требуется в три раза больше времени, чем, если бы оно выполнялось непосредственно рукой человека. Дистанционные манипуляторы были предложены для любых космических применений, где есть опасность для людей либо требуется выносливость, где получается выигрыш в стоимости и массе, или просто повышается вероятность успеха. Такие дистанционные манипуляторы были названы андроидальными телеоператорами, или, для краткости, андроидами, но хочется надеяться, что термин "андроид" не получит широкого распространения, поскольку он имеет весьма специальное и вполне определенное значение.

У космического манипулятора, предлагаемого в настоящее время, семь движений: одно для захватывания, три переносных и три угловых. У манипулятора "Сервейора" четыре движения, каждое с шаговым управлением с Земли. Единственной формой обратной связи к оператору является неподвижное изображение, на обработку которого затрачивается около 1 мин. Управление, поэтому замедленное. Обычно манипуляторы двустороннего действия, т.е. имеющие обратную связь к оператору, приводят к затратам приблизительно в 310 раз большего времени на выполнение задания, чем при работе вручную, в то время как манипуляторам одностороннего действия без обратной связи требуется примерно в 30100 раз больше времени на выполнение этого же задания. Однако за обратную связь приходится расплачиваться

дополнительной массой около 45 кг [18].

Исследования привели к предварительному проекту стандартизованного электрического космического манипулятора общего назначения для использования при полетах, как с экипажем, так и без него. Обычно такой летательный аппарат должен произвести стыковку со спутником, чтобы передать груз, открыть люки, заменить электронные модули спутника и отстыковаться от него после проверки системы. От этого аппарата требуется выполнять такую работу, по меньшей мере, 10 раз в два года. Он должен удерживать максимальное сжатие в течение 30 с, не допуская превышения температуры в 100° С. Время задержки в передаче сигналов управления должно быть между 0,24 и 1,0 с. Исследования показывают, что такие требования выполнимы.

Конструкция, опубликованная в конце 1969 г., содержала две руки, по одной с каждой стороны телевизионной камеры. Общая масса летательного аппарата, включая топливо, составляла почти 450 кг; при этом номинальная мощность и пиковая мощность были соответственно 200 и 1000 Вт. Кроме того, на аппарате могла устанавливаться камера крупного плана на полужестком креплении. Подобные исследования приближают время, когда мы будем готовы послать в космос настоящих роботов, которые будут передавать нам информацию, но уже без непосредственного управления каждым их движением.

Наличие задержек управления делает совершенно очевидной необходимость создания именно такого полунезависимого робота, который выполняет общие команды и не требует поэлементного управления.

Космическая робототехника одно из самых перспективных направлений развития современной космонавтики. Возникнув на стыке пилотируемой и беспилотной космонавтики, она быстро сформировалась в самостоятельное направление, переживающее в настоящее время бурное развитие.

Робототехнической системой космического назначения является любой

робот (или их совокупность), объединяющий в себе интеллектуальную подсистему управления, подсистему сенсоров, исполнительные органы, подсистему связи и телекоммуникаций. Основным назначением такого робота (или их совокупности) является автоматизация работ при функционировании орбитальных станций, космических аппаратов и их группировок в космическом пространстве, а также применение научно-исследовательских комплексов на поверхности Луны и планет Солнечной системы [14].

Космическая робототехника существенно расширяет функциональные возможности беспилотных космических аппаратов, доводя их практически до уровня пилотируемых кораблей. В пилотируемой же космонавтике робототехника позволяет существенно помочь космонавтам при работах, например, в открытом космосе, а также полностью освободить их от работы в условиях интенсивных ионизирующих излучений.

В целом космическая робототехника открывает новые горизонты не только для развития традиционных средств космонавтики, но и для создания принципиально новых типов космических аппаратов, совмещающих достоинства пилотируемых и беспилотных аппаратов. Особенно актуально это будет при исследовании других небесных тел.

Космическая робототехника уже сегодня позволяет резко повысить эффективность космических полетов, снизить расходы на их эксплуатацию, существенно расширить их функциональные возможности, на порядок увеличить ресурс и надежность, повысить безопасность космонавтов.

К основным робототехническим системам космического назначения относятся манипуляторы, планетоходы, устройства для работы внутри и снаружи космических кораблей (их обслуживание, регламентные и ремонтные работы) и другие.

Ниже приведены примеры роботов, использовавшихся и используемых в космических исследованиях.

Бортовой манипулятор "Канадарм-2"

Бортовой манипулятор "Канадарм-2" предназначен для перемещения полезных грузов из грузового отсека кораблей многоразового использования системы "Спейс Шаттл" к различным местам Международной космической станции (МКС), а также для транспортировки грузов и астронавтов снаружи станции во время выходов в открытый космос. Манипулятор также используется в случае необходимости детального осмотра расположенных далеко от обитаемых модулей элементов МКС. Разработан специалистами канадской компании MacDonald Dettwiler and Associates (MDA) по заказу NASA. Конструктивно состоит из двух "плеч", соединенных "локтевым суставом", и двух захватов-эффекторов LEE (Latching End-Effectors) - А и В, соединенных с "плечами" "запястьевыми суставами". Эксплуатируется в настоящее время.

Планетоходы

Все планетоходы представляют собой автоматизированные самоходные комплексы, предназначенные для исследований на поверхности планет и других небесных тел. Различаются составом бортового оборудования, системами управления и связи, а также местом их использования (до настоящего времени Луна или Марс, в перспективе - на поверхности любого небесного тела, за исключением звезд).

В период с 1970 года до 2007 года на поверхность Луны и Марса были доставлены и функционировали там следующие планетоходы:

1. "Луноход-1" (1970 г.) и "Луноход-2" (1973 г.) автоматизированные комплексы, созданные специалистами НПО им. С.А. Лавочкина при участии ВНИИТРАНСМАШ. Успешно функционировали в течение нескольких месяцев на поверхности Луны, доказав тем самым саму возможность создания подобных образцов техники.

2. Марсоход "Суинджер" (1997 г.) разработан и изготовлен

кооперацией предприятий США под руководством Лаборатории реактивного движения по заказу NASA. В течение трех месяцев работал на поверхности Марса.

Марсоходы "Спирит" и "Оппортуни" разработаны и изготовлены кооперацией предприятий США под руководством Лаборатории реактивного движения по заказу NASA. Работают на поверхности Марса уже более трех лет. В самое ближайшее время прогнозируется создание и доставка на поверхность небесных тел планетоходов, созданных в России, США, Китае [14].

Шагающий адаптивный робот "Циркуль"

Шагающий адаптивный робот "Циркуль" предназначен для выполнения инспекций и других манипуляционных операций в труднодоступных технологических зонах: обслуживание и сборка космических станций, осмотр и ремонт трубопроводов и другого оборудования и т.д. Разработан в ЦНИИ робототехники и технической кибернетики (г. Санкт-Петербург).

Основные особенности:

1. комбинирование перемещения путем шагания и манипулирования объектами;
 2. мультиконтроллерная сетевая архитектура системы управления, размещенная в шарнирах манипулятора и конструктивно объединенная с механикой и бесколлекторным электроприводом;
- единая четырехпроводная информационно-энергетическая линия с вращающимися токосъемниками в шарнирах.

Функциональная модель космического манипулятора для проведения технологических операций в открытом космосе.

Функциональная модель космической робототехнической системы предназначена для проведения наземной стендовой отработки сборочных, транспортных, ремонтных и прочих операций, необходимость в которых возникает при строительстве и функционировании орбитальных космических

станций. Разработана в ЦНИИ робототехники и технической кибернетики (г. Санкт-Петербург).

Преимущества по сравнению с другими аналогичными устройствами: модульное построение, иерархическая структура системы управления, открытая структура программного обеспечения, оперативное планирование выполнения полетных операций.

Рабочие операции робота:

1. элементарные операции сопряжения (захват универсальным захватом, соединение разъемов, закручивание винтов и т.п.);
2. сборочные работы, обслуживание грузового отсека (смена блоков, загрузка в бункер, замена узлов, осмотр рабочей зоны);
- . ремонт и обслуживание отсеков.

"Персональный помощник астронавта" (Personal Satellite Assistant, PSA)

Малоразмерное устройство, способное перемещаться во внутренних объемах кораблей и станций за счет миниатюрных реактивных двигателей. Предназначено для "информационной поддержки" астронавтов при их работе с бортовым оборудованием. Разработка ведется специалистами Исследовательского центра NASA имени Эймса.

Устройство оснащено датчиками атмосферы, измеряющими почти все ее параметры. Может служить средством непосредственной связи астронавтов и наземных центров управления полетом. Может работать автономно и по командам с Земли.

"Робонаут" (Robonaut)

Телеуправляемый робот-кентавр, представляющий собой новое поколение высококомбинированных манипуляторов для работы в открытом космосе. Предназначен для оказания помощи астронавтам при работе в открытом космосе в экстремальных ситуациях (вспышка на Солнце, работа в зоне радиационных поясов и прочее) или когда астронавт не может выполнить те

или иные операции в силу физиологических ограничений человеческого организма. Может перемещать грузы значительной массы с ювелирной точностью. Работа ведется совместно NASA и Управлением перспективных проектов Министерства обороны США (DARPA). Проект находится в стадии проработки [14].

Приведенные выше примеры лишь малая часть того, что делалось, делается, и будет делаться в космической робототехнике.

Вместе с тем, говоря о сегодняшних достижениях космической робототехники, нужно понимать, что мы находимся лишь в начале пути. Возрастание состава задач, выполняемых с использованием робототехнических систем космического назначения, а также повышение требований к качеству их решения делает необходимым формирование адекватной концепции их развития.

Основными направлениями развития робототехнических систем космического назначения на ближайшую перспективу являются решение функциональных, технологических, сервисных и организационных задач, возникающих в ходе космических полетов, по результатам которых и должны быть сформулированы технические требования к перспективным робототехническим системам космического назначения.

Как показал опыт внедрения робототехника, является новой формой технической и организационной ячейки, наиболее полно отвечающей потребностям современного производства. Робототехника гибкая, экономная и рациональная форма обработки деталей и изделий более высокой стоимости и лучшего качества средними и малыми сериями. Робототехника реализует стремление к снижению напряженности человека в работе, связанной с необходимостью приравниваться к циклу машины, приводит к замене конвейерных линий сборочными бригадами, в основу управления которыми положен бригадный подряд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы были решены следующие задачи:

. Определена роль искусственного интеллекта в научно-техническом прогрессе. При помощи ИИ отдельно взятые люди смогут получить в свое распоряжение такие колоссальные материальные и интеллектуальные возможности, о которых до этого не могли мечтать целые государства. ИИ станет достойным преемником физической причины прогресса и сможет двигать его вперед намного эффективнее своей предшественницы. При этом поле его деятельности не ограничится Землей. Опираясь на вновь сгенерированные и уже известные изобретения он очень скоро выйдет за ее пределы.

2. Рассмотрено использование интеллектуальных информационных систем в различных прикладных областях. Экспертная система в отличие от других интеллектуальных систем, экспертная система имеет три главные особенности:

адаптирована для любого пользователя;

позволяет получать не только новые знания, но и профессиональные умения и навыки, связанные с данными знаниями, т.е. не только даёт *знать что.*, но и *знать как.*;

передаёт не только знания, но и пояснения и разъяснения, т.е. обладает обучающей функцией.

. Рассмотрена история развития роботов. Идея роботов зародилась в глубокой древности, в Древнем Египте в 3 тыс. до н.э. Робототехника развивалась по мере того, как развивались такие науки, как физика (в т. ч. механика), логика, математика. Первый человеко-робот (андроид) был создан в 16 веке.

4. Определенно современное состояние роботизации. Роботы еще не

обладают многими важнейшими качествами, присущими человеку, например не способны к разумному реагированию на непредвиденную обстановку и изменение рабочей среды, к самообучению на основе собственного опыта. Любой робот, приобретенный в процессе роботизации, несмотря на то, что является простым техническим механизмом, работает не непрерывно в течение трудового дня. Перерывы обусловлены необходимостью в уборке, профилактическом контроле, перебоями с энергоснабжением и т.д. Однако, тем не менее, эти временные затраты на перерывы значительно ниже, по сравнению с работой людей. Именно поэтому будущее промышленности за роботизацией.

Проанализирована роль робототехники в геологоразведывательной и космической промышленности. Вместе с тем, говоря о сегодняшних достижениях космической и геологоразведывательной робототехники, нужно понимать, что мы находимся лишь в начале пути. Возрастание состава задач, выполняемых с использованием робототехнических систем космического и геологоразведывательного назначения, а также повышение требований к качеству их решения делает необходимым формирование адекватной концепции их развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афонин, В.Л. Интеллектуальные робототехнические системы [Текст]: курс лекций / В.Л. Афонин, В.А. Макушкин. - М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий, 2009. - 199 с.
2. Григорченков, Н.И. Состояние и перспективы развития робототехники на Барнаульском заводе механических прессов [Текст] / Н.И. Григорченков // Кузнеч. - штамповоч. пр-во. 1992. - N 11/12. - С.89.
- . Гилмор, Ч. Введение в микропроцессорную технику [Текст] / Ч. Гилмор. - М.: Мир, 1984. - 314 с.
- . Ивановский, Александр Владимирович. Начала робототехники: материал технической информации [Текст] / А.В. Ивановский. Минск: Вышэйш. шк., 1988. - 219 с.
- . Интеллектуальные роботы: учеб. пособие по направлению "Мехатроника и робототехника" [Текст] / И.А. Каляев [и др.]; под общ. ред.Е.И. Юревича. М.: Машиностроение, 2007. - 360 с.
- . Соловьёв, А.В. Когнитивная психология и искусственный интеллект: науч. аналит. обзор [Текст] / А.В. Соловьёв; Рос. акад. наук, Ин-т науч. информ. по обществ. наукам. М.: [б. и.], 1992. - 77 с.
- . Конюх, Владимир Леонидович. Основы робототехники: учеб. пособие для вузов по направлениям подготовки 220300 "Автоматизация технол. процессов и пр-в" и 220400 "Мехатроника и робототехника" [Текст] / В.Л. Конюх - Ростов н/Д: Феникс, 2008. - 282 с.
- . Маслов, В.А. Робототехника берет старт [Текст] / В.А. Маслов, Ш.С. Муладжанов. - М.: Политиздат, 1986. - 109 с.
- . Мацкевич, В.В. Занимательная анатомия роботов [Текст] / В.В. Мацкевич. - М.: Сов. радио, 1980. - 159 с.
- . Подураев, Юрий Викторович. Мехатроника: основы, методы, применение:

учеб. пособие по специальности "Мехатроника" направления подготовки "Мехатроника и робототехника" [Текст] / Ю.В. Подураев. 2-е изд., стер. - М.: Машиностроение, 2007. - 255 с.

. Попов, Е.П. Роботы и ЭВМ [Текст] / Е.П. Попов, В.С. Медведев. М.: Знание, 1985. - 190 с.

. Попов, Е.П., Робототехника [Текст] / Е.П. Попов, Е.И. Юревич. - М.: Машиностроение, 1984. - 288 с.

. Попов, Е.П. Управляющие системы промышленных роботов [Текст] / Е.П. Попов, И.М. Макаров, В.А. Чиганов. - М.: Машиностроение, 1984. - 168 с.

. Робототехника, прогноз, программирование [Текст] / Ю.М. Баяковский [и др.]; предисл. чл. - кор. РАН Ю.П. Попова и проф. Г. Г. Малинецкого; Ин-т прикладной математики им. М.В. Келдыша Рос. акад. наук. - М.: URSS: Изд-во ЛКИ, 2008. - 202 с.

. Робототехника и автоматизация производственных процессов: тез. докл. к всесоюзной конф. [Текст] / Науч. сов. АН СССР по проблеме "Роботы и робототехнические системы". Ч.2. - Барнаул, 1983. - 178 с.

. Робототехника и автоматизация производственных процессов: тез. докл. к всесоюзной конф. [Текст] / Науч. сов. АН СССР по проблеме "Роботы и робототехнические системы". Ч.4. - Барнаул, 1983. - 184 с.

. Тихонов, Анатолий Федорович. Автоматизация и роботизация технологических процессов и машин в строительстве: учеб. пособие для вузов по специальности "Механизация и автоматизация в стр-ве" [Текст] / А.Ф. Тихонов. - М.: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2005. - 460 с.

. Цыганков, Владимир Дмитриевич. Нейрокомпьютер и мозг [Текст] / В.Д. Цыганков; Междунар. ин-т теорет. и прикладной физики РАЕН. - М.: СИНТЕГ, 2001. - 241с.

. Шахинпур, Мозен. Курс робототехники: материал технической информации [Текст] / М. Шахинпур; пер. с англ. С. С. Дмитриева; под ред. С.Л.

Зенкевича. - М.: Мир, 1990. - 527 с.

. Ямпольский, Л.С. Промышленная робототехника [Текст] / Л.С. Ямпольский. - Киев: Техника, 1984. - 264 с.