

СОСТОЯНИЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРОЧНО-МОНТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Савотченко В.В.

Развитие науки и техники к непрерывному усложнению систем, с которыми приходится иметь человеку при изготовлении этих систем. В частности, к таким сложным системам относятся электротехническое бортовое оборудование самолетов, автоматические бортовые системы управления, комплекс оборудования в целом, рассматриваемый как единая система, и, наконец, производство этого оборудования, частью которого является человек. В этих условиях важной становится задача разумного, целесообразного и эффективного взаимодействия человека с этими или в этих системах. Непосредственное взаимодействие человека в сфере производства заменяется опосредствованным взаимодействием с использованием искусственных устройств, приспособлений и систем. При этом с материально-энергетическими факторами, определяемыми устройствами, приспособлениями, все большую роль играет информационный - получение и обработка информации о производственной среде, о тех же устройствах и приспособлениях, воздействующих на нее, о деятельности других людей, участвующих в этом общем целенаправленном взаимодействии. Интенсивная автоматизация обработки информации приводит к тому, что в коммуникационные связи, в потоки информации, которыми обменивается человек, во все большей степени вовлекаются ЭВМ, выдающие ему и воспринимающие от него информацию, которая одновременно, или в некоторой последовательности формирует его действия

Таким образом, человек и его производственная среда, все взаимодействия между ними превращаются в сложную человеко-машинную систему, в которой большое значение приобретают информационные процессы, на базе которых осуществляются процессы принятия решений, управление устройствами, приспособлениями и их системами. Одновременно усиливается роль коллективного взаимодействия, целенаправленной совместной деятельности людей по решению общих и частных задач по достижению этих целей.

При этом следует отметить, что качество информационного взаимодействия как людей между собой, так и людей с машинами в человеко-машинных системах, превращаются в важный объект научных исследований, результаты которых имеют большое практическое значение, прежде всего, для автоматизации этих процессов.

1. Пути развития автоматизации в технологических системах сборочно-монтажных производств

1.1. Системный подход к проблеме автоматизации в человеконаполненных технологических системах

Одной из важнейших проблем среди различных аспектов системного подхода является проблема роботизации сборочно-монтажного производства. Исследователи, создавшие разнообразные методы в области искусственного интеллекта, пытаются теперь объединить эти идеи в интегрированных автоматизированных производственных системах. В этой проблеме необходимо выделить несколько принципиально важных аспектов: теоретический, связанный с решением задач в области искусственного интеллекта, как правило, логических задач; создание программ, обеспечивающих решение логических задач; инженерный аспект.

Второй важной проблемой является проблема обработки информации в таких случаях, когда эта обработка не может быть выполнена с помощью простых, точных алгоритмических методов, т.е. в таких случаях, когда в системах обработки информации используется информация в символической форме: буквы, слова, знаки, рисунки, в них также предлагается наличие выбора - выбора между многими вариантами.

Третьей интереснейшей проблемой является проблема диалога. В ней много составляющих: понимание; выбор языка диалога; принятие решений с учетом целей и мотивов, определяющих выбор решений; согласование целей, использование различных видов информации; обеспечение комфортности; информационные потребности и многие другие. Несмотря на то, что диалог с ЭВМ, несомненно, должен опираться на опыт человеческого общения, оба эти фактора настолько связаны друг с другом, что должны решаться в одном комплексе. Большое значение имеют лингвистические аспекты. Без их решения трудно ожидать серьезного продвижения, например, в осмыслении текстов с помощью ЭВМ и разработке форм и способов представления и хранения знаний в машинных системах.

Интегрированное решение перечисленных проблем ведет к развитию технологической системы. При этом в рамках системных понятий можно сказать, что развитие системы является процессом повышения ее организованности в отношении достижения целей ее функционирования, которые сами все время находятся в динамике, т.е. происходит деформация областей целей в пространстве существенных параметров, меняются их веса.

1.2. Основные этапы и пути развития автоматизации

Научно-технический прогресс - новая форма развития общественного труда и совершенствования производства. Он основывается на интеграции, слиянии науки и техники, науки и производства. Главным условием развития научно-технического прогресса является опережающее развитие

науки по отношению к технике, а техники - по отношению к производству. Высшей формой научно-технического прогресса считается современная научно-техническая революция, начавшаяся во второй половине XX века. Ее общей чертой называют коренное изменение всех элементов производительных сил; особой чертой - массовую автоматизацию производства на основе современной микропроцессорной техники.

Смена технологических способов производства, которая характеризуется исторически обусловленным способом соединения различных элементов производительных сил, прежде всего - человека и техники, происходит в результате нарастания и разрешения противоречий между личностными и предметными элементами системы "человек-техника". Критерием перехода от одного способа производства к другому служат качественно новые этапы передачи функций человеческого труда различным техническим системам, т.е. изменения типа связи между человеком и техникой.

С позиций современной науки и техники можно выделить следующие ступени совершенствования технологических способов производства: инструментализацию, механизацию, комплексную механизацию, автоматизацию технологических процессов, кибернетизацию.

В современных условиях, условиях роста сложности объектов производства и, как следствие, трудоемкости, а также роста требований к качеству продукции, возникла проблема автоматизации не только крупносерийного производства, но и серийного и мелкосерийного, которая может быть решена за счет передачи функций человеческого труда различным техническим системам, построенным с применением идей искусственного интеллекта, реализуемых как гибкое автоматизированное производство.

Автоматическое выполнение некоторого технологического процесса с помощью машин представляет собой высшую стадию прогресса машинной техники в любой области ее применения. Разумеется, это не означает остановки технического процесса, поскольку средства автоматизации ста-

нут объектом дальнейшего совершенствования. Автоматизация основных отраслей производства и сферы обслуживания означала бы качественный скачок в развитии материально-технической базы общества.

История научно-технического прогресса свидетельствует, что технические устройства любого типа имеют объективный спектр характеристик и сфер применения. В зависимости от применяемой технологии спектр характеристик может быть сравнительно широким, однако для каждого типа устройств существуют определенные пределы совершенствования.

Рассмотрим принципы, на которых строятся современные средства автоматизации.

Принцип жесткого программирования. Под "жестким программированием" мы будем понимать такой способ управления технологической системой, когда для реализации процесса управления используются относительно простые алгоритмы, что исключает необходимость в хранении большого объема информации, т.е. нет необходимости иметь емкое устройство памяти и быстродействующее логическое устройство обработки этой информации, как следствие, нет необходимости применять микропроцессорную технику и, как правило, в этом случае используются простейшие логические устройства автоматики. Алгоритм в этом случае реализуется некоторой совокупностью определенным образом связанных между собой дискретных элементов или устройств систем автоматики. Изменение алгоритма в этом случае требует весьма трудоемких изменений в структуре системы управления (автоматические линии, станки-автоматы, автоматические телефонные коммутаторы и т.д.). С точки зрения предельных возможностей развитие и внедрение систем с жестким программированием достаточно широкое при выполнении условия, если рассматривать систему производства, выпускающую одни и те же изделия с неизменными характеристиками. Основные недостатки этого принципа при комплексной автоматизации заключаются в следующем:

1. Ряд сложных процессов оказался бы вне автоматизации из-за сложных алгоритмов;

2. Вне автоматизации осталась бы сфера управления производством;

3. Автоматизация в этом случае требует огромных затрат, т.е. она была бы неэкономичной

При высокой степени унификации компонентов и деталей применение автоматических линий частично оправдана. Тем не менее комплексная автоматизация материального производства на базе устройств с жестким программированием нереальна.

В эпоху научно-технической революции процесс выпуска не только усовершенствованных, но принципиально новых изделий существенно ускорился. В этих условиях жесткое программирование не может быть ведущим принципом автоматизации, хотя как способ автоматизации отдельных элементов производства полностью сохраняет свое значение. Однако во второй половине XX века этот процесс начинает развиваться в рамках другого, несравненно более высокого по своим возможностям - процесса применения ЭВМ для управления автоматическими и автоматизированными системами. ЭВМ стала основой в перспективных направлениях развития автоматизации. Винер дал точный прогноз изменений в промышленном производстве: управление производством будет осуществляться с помощью ЭВМ, которые будут использоваться как для непосредственного управления исполнительными механизмами, так и для обработки деловой информации. Еще тогда, когда ЭВМ применялись в основном в научных исследованиях, Винер предсказал, что данные машины или подобные им устройства явятся основой переворота в промышленном производстве, причем "новым машинам потребуется от десяти до двадцати лет, чтобы занять подобающее им место". Уже на первом этапе применения ЭВМ были созданы информационные и информационно-управляющие системы. Эти системы относятся к классу автоматизированных, т.е. человеко-машинных систем, причем их развитие в каждой конкретной области применения идет

по линии повышения роли ЭВМ, как в сфере принятия решений. Предельный случай применения ЭВМ - создание на их базе систем автоматического управления в реальном масштабе времени, т.е. ЭВМ используется в контуре обратной связи некоторой автоматической системы управления, т.е. вмешательство человека в процесс управления полностью исключается.

Коренное отличие применения ЭВМ в системах управления от построения таких систем на принципе жесткого программирования заключается в том, что изменение параметров управляемого процесса либо предусмотрено программой, либо требует изменения программы, что несравненно проще, чем перестройка жестко запрограммированных систем.

Первые системы, управляемые ЭВМ, в нашей стране появились в 50-х годах. В 1962 году была создана одна из первых в мире систем с непосредственным цифровым управлением технологическим процессом. В 60-е годы были внедрены первые АСУ (Москва: завод "Фрезер" Львов: телевизионный завод; Барнаул: радиозавод и др.). Во второй половине 60-х годов были созданы и введены в действие первые 170 систем управления технологическими процессами производства.

В 60-70-х годах постепенно все большая часть затрат на автоматизацию связана с ЭВМ.

В последние годы роль ЭВМ как средства автоматизации существенно возросла в связи с разработкой систем коллективного пользования, т.е. систем разделения времени и информационно-вычислительных сетей. С позиций расширения масштабов применения средств вычислительной техники появление систем коллективного пользования сопоставимо по своему значению с созданием ЭВМ.

Концепция разделения времени базируется на использовании фундаментального различия в скорости прохождения и обработки сигналов в живых организмах и электронных системах. В результате возникает возможность такого общения с ЭВМ с некоторой группой пользователей, когда

ЭВМ поочередно взаимодействует с каждым из данной группы. Практическая реализация концепции разделения времени состоит в том, что достаточно мощная ЭВМ через линии связи соединена с некоторым количеством терминалов, установленных на рабочих местах абонентов.

Важнейший результат развития систем разделения времени - создание информационно-вычислительных сетей, объединяющих десятки и сотни ЭВМ, обменивающихся информацией друг с другом. Цель создания сетей - в предоставлении их пользователям всего спектра возможностей, обеспечиваемых работой ЭВМ в режиме разделения времени, т.е. при наличии соответствующих программ выполнения расчетно-вычислительных и проектно-конструкторских работ, выдача справочных данных, обработка экономической информации, моделирование вариантов решения и т.п. Информационно-вычислительные сети обеспечивают более высокий уровень использования ЭВМ за счет объединения вычислительных мощностей, банков данных и средств программирования. В 70-е годы практическую реализацию получили специализированные сети ("Сирена", "Морфлот", "Прибор" и др.), отдельные территориальные вычислительные сети.

В настоящее время основные перспективы развития автоматизации, как правило, связывают с применением систем, управляемых ЭВМ. При этом предполагается, что таким образом будут решены основные проблемы автоматизации.

Распределение занятости в сфере материального производства позволяет судить о предельных возможностях автоматизации на базе систем, управляемых ЭВМ

Анализ ситуации в США показывает, что уровень автоматизации одной из важнейших отраслей промышленности - машиностроения - существенно ниже, чем электроэнергетики, химической, пищевой промышленности и других отраслей с непрерывным производством.

Причина низкого уровня автоматизации машиностроения - в дискретности производственных процессов и большом количестве производств с

мелкосерийной продукцией. Современные средства автоматизации могут в перспективе выполнять многие производственные операции в машиностроении. Перспективное направление в области автоматизации - создание обрабатывающих центров, автоматизированных рабочих мест электромонтажников, сборщиков. Такие многооперационные многоинструментальные системы можно объединять в группы, которые управляются ЭВМ и оснащены автоматизированными системами транспортных и накопительных средств.

Однако на базе вышеприведенных принципов можно решить лишь часть проблем автоматизации машиностроения.

В последние годы проблемы комплексной автоматизации машиностроительного производства, охватывающей проектирование объектов производства, управление производством; робототехнику, автоматизированные контроль, испытания и диагностику технических устройств и систем переместились в область систем искусственного интеллекта.

Уместно отметить, что уже роботы первого поколения, которые широко применяются в промышленности, относятся к устройствам промежуточного типа, переходного от систем с жестким программированием к системам, управляемым ЭВМ. С первыми их объединяет строгая предопределенность выполняемых операций и относительная простота алгоритмов. Отличительная черта роботов первого поколения - отсутствие обратных связей с окружающей средой. С системами на базе ЭВМ роботов первого поколения объединяет многопрограммность работы, т.е. переход к решению новой задачи осуществляется обычно обучением новой программе. Отметим также, что к подклассу промежуточных устройств относятся наряду с роботами первого поколения автоматизированные рабочие места, большинство систем автоматизированного проектирования объектов производства, технологических процессов и т.д. Роботы второго поколения, которые имеют обратную связь с внешним миром через датчики окружающей среды, могут быть отнесены к классу систем на основе ЭВМ. Отличие современных ро-

ботов этого класса от роботов первого поколения состоит в том, что они обладают такими "интеллектуальными способностями", как способность обучаться, приспосабливаться к изменяющейся среде обитания, действовать целенаправленно "осмысленно" имитируя поведение человека.

Каждый из рассмотренных классов автоматических устройств (среда с жесткой программой функционирования, системы, функционирующие на основе ЭВМ, и интеллектуальные автоматы) отражает определенную историческую ступень развития автоматов и будет совершенствоваться и применяться в будущем без вытеснения одного типа автоматов другим. Современные ЭВМ в процессе совершенствования будут превращаться в мощные интеллектуальные автоматы универсального типа с большими информационно-вычислительными возможностями. На машиностроительных заводах будут работать автоматические линии в крупносерийном производстве, системы, управляемые ЭВМ, включающие группы обрабатывающих центров, автоматизированные рабочие места сборщиков и электромонтажников для серийной и мелкосерийной продукции, и интеллектуальные роботы на сборочно-монтажных операциях.

Каждый класс перечисленных выше автоматов имеет определенный спектр возможностей, причем в совокупности они охватывают большинство видов человеческой деятельности, включая практически весь диапазон высококвалифицированного, мало и полуквалифицированного труда.

1.3. Развитие информационных технологий

Рост сложности объектов производства, как одна из основных тенденций развития, породила проблему обработки информации.

Массовое применение обрабатывающих центров; робототехнических систем; значительное сокращение времени управленческого цикла: принятие решений, отдача распоряжения; оценка результата выполнения распоряжения; определение степени отклонения результата от заданного норма-

тива; выполнение этих операций становится не по силам человеку, и поэтому неизбежно решение проблемы автоматизации обработки информации - прежде всего там, где налицо коллективная концентрация сложнейшей техники. Группы обрабатывающих центров, роботов и манипуляторов, автоматизированных рабочих мест исполнителей с аппаратурой телекоммуникаций, координации и управления располагаются в границах весьма значительных производственно-технологических объемов. Первейшее условие функционирования перечисленных технологических систем - обрабатывать необычайно насыщенный коллективный поток информации. Поэтому то и приходится тяжесть по обработке этого потока информации возлагать на ЭВМ, входящие в состав технологических систем.

В последнее время обработку технологической информации возлагают на микропроцессоры, в развитии которых наблюдаются две обособленные тенденции, и которые разделили микропроцессоры на два подкласса: малые и персональные ЭВМ и блоки функционального назначения. Именно второй подкласс явился основой автоматизации низшего уровня производства. Таким образом, по мере того, как осваиваются все более совершенные виды электронно-вычислительной техники, становится очевидным, что наступает период действительного и широкого включения этой техники в состав производительных сил.

В настоящее время уже не вызывает сомнения, что главная задача вычислительной техники - автоматизация интеллектуальных и производственных процессов деятельности специалистов всех рангов. Поэтому закономерным является появление новых информационных технологий. В качестве примера можно назвать экспертные системы, реализующие технологию, которая хорошо справляется с многообразием и сложностью обрабатываемой информации / 1 /. Однако сами по себе экспертные системы не способны охватить весь объем информации о производстве в целом, также выполнять все вычисления, необходимые для управления и численного моделирования при интерактивном планировании и испытании.

Поэтому адекватные системы поддержки для управления гибким интегрированным производством сочетают в себе экспертные системы с вспомогательными средствами моделирования, базами данных, средствами связи и инструментальными средствами / 1 / . Очень важным приложением интерактивных компьютерных систем стало моделирование работы человека, выполняющего сложные, т.е. слабо алгоритмизируемые действия. Поэтому возник интерес к определению возможности преобразования правил, выраженных человеком в словесной форме, в высокоэффективные стратегии управления.

1.4. Проблемы роботизации и интеграции производственных систем

В последние годы достигнут значительный прогресс в области технологии промышленного производства. Станки с числовым программным управлением, автоматизированные производственно-транспортные системы, автоматизированные системы управления находят все большее применение в промышленности.

Передовая технология в производстве и управлении ставит перед специалистами в области автоматизации новые задачи. Традиционные средства конструирования и управления технологическими процессами уже не могут обеспечить эффективного решения проблем, возникающих в современном производстве.

В нашей стране имеются обнадеживающие результаты по созданию и внедрению в производство систем нового поколения. Вместе с тем, следует признать, что эти работы носят, как правило, экспериментальный характер, и их масштабы нельзя назвать соответствующими требованиям современной науки и техники.

В настоящее время искусственные системы, созданные человеком на базе ЭВМ, способны выполнять функции, ранее считавшиеся прерогативой человека. Особенно это относится к сборочно-монтажному производству в

машиностроении, где в настоящее время работа по реализации концепции принципиально нового средства автоматизации, для которого можно использовать термин "интеллектуальный автомат" (интеллектуальный робот).

К первому поколению относятся роботы с жестким программным управлением.

Второе поколение - роботы с адаптивным управлением. Они более гибки, т.е. они способны приспосабливаться к лучшему выполнению своей задачи.

Наконец, в роботах третьего поколения для управления использованы средства технической имитации человеческого интеллекта. Роботы этого поколения (интеллектуальные автоматы) в наши дни уже реально существуют, выполняя без участия человека-оператора целенаправленные действия, выполняя аварийные работы по сложной программе, выступая в роли автопилотов или манипуляционных роботов в автоматизированном производстве. Отличие современных роботов от ранее известных автоматов первого и второго поколений автоматов состоит в том, что они обладают такими "интеллектуальными способностями", как способность обучаться, действовать целенаправленно, "осмысленно", имитируя поведение человека. При этом будем подразумевать под сменой поколения не полную смену или замену одних систем другими, а их развитие, совершенствование, оптимизацию. Такая постановка вопроса позволяет использовать наработки всех трех поколений роботов, т.е. в этом случае оптимизация решения задач автоматизации включает понятие - многоальтернативное решение проблем развития робототехнических систем.

Одним из важнейших вопросов создания робототехнических систем является вопрос совершенствования механики, кинематики, динамики роботов при разработке их исполнительный элементной базы. Поэтому при решении проблемы совершенствования рабочих органов робототехнических систем необходимо говорить о наиболее разумной пропорции по распределению усилий в развитии теории и практики целенаправленной механики

/ 2 / . Целенаправленная механика изучает движения, следующие воле или достигающие цели, путем применения законов классической механики и формализованного понятия цели движения.

2. Состояние проблемы целенаправленного движения

Для применения законов механики для исследования целенаправленного движения необходимо указать способ, при помощи которого от уравнений естественного движения можно перейти к уравнениям, каждое решение которых определяет некоторое движение, достигающее наперед заданную цель и решающее наперед заданную задачу. Рассмотрение динамики целенаправленного движения начнем с аналогии между программным движением и связью, т.е. введем в рассмотрение дополнительную силу, которая представляет собой модель взаимодействия движущейся системы с телами, реализующими связь. Такое рассмотрение уравнений свободного и связанного движений позволяет ввести силу, которую будем называть реакцией контактной связи, т.е. для получения уравнений связанного движения мы трансформируем уравнения свободного движения путем введения новых адаптивных сил. Тогда реакцию управляющих связей назовем управляющими силами. Таким образом существует решение задачи: если мы имеем полную программу, то известен и программный закон движения. Связав этот закон с уравнениями целенаправленного движения, путем решения первой задачи динамики находим суммы реакций контактных связей и управляющих сил. Однако для практической реализации необходимо разделить между собой эти группы сил, которые должны быть реализованы для того, чтобы задача движения была решена в действительности. Такой подход позволяет решить вопрос о потребных динамических ресурсах системы.

Однако это не единственный способ трансформации уравнений. В целенаправленной механике задача считается вполне решенной, если из

полной или дополнительной программы получен и исследован программный закон движения, а при помощи решения первой задачи динамики найдены и исследованы силы, при помощи которых решение пересей задачи может быть реализовано, или исследованы любые другие способы, пригодные для реализации желаемого движения.

Для решения дифференциальных уравнений движения, совместных с программой, необходимо и достаточно выполнения динамического принципа совместности, а для того, чтобы программа и универсальные уравнения кинематики имели решение, необходимо выполнение кинематического принципа совместности / 2 /. Тогда возможно получить уравнение целенаправленного движения.

Далее следует указать о произволе программного движения, которое должно быть устранено. Для каждой неполной программы может быть указано больше одного способа дополнения. Выбор дополняющей программы произволен и неформализуемый конструктивный факт. Решение задачи выбора в рамках целенаправленного движения заключается в достижении некоторого приемлемого значения целевой функции, а не ее экстремума. Такой подход в целенаправленной механике имеет значительную эвристическую силу, что позволяет получить оптимальное решение в отличие от решений чисто формальных.

Для выполнения программного движения необходимо любым способом выработать и приложить к движущейся системе потребные управляющие силы. Определение ошибки управления, которая является многомерной величиной, необходимо для формирования воздействий на движущуюся с целью ее устранения, т.е. необходимо реализовать процесс замыкания управления. Решение этой задачи базируется оптимальным сочетанием методов целенаправленной механики и теории автоматического регулирования.

Одной из кардинальных проблем целенаправленной механики остается проблема приспособляемости движения. Процесс управления движением,

направленный на решение задачи движения, связан с явлениями или событиями, которые и образуют этот процесс. Однако часть явлений нельзя отнести к процессу управления, которые называются обстановкой. Классификация обстановки неоднозначна и зависит от поставленной задачи. В целенаправленной механике принимается, что для обеспечения приспособляемости необходимо осуществить такое движение, которое решало бы поставленную задачу в любом из ожидаемых классов обстановки. При этом в каждом классе могут потребоваться различные типы целенаправленных движений. Решение этой задачи связано с переходом или переключением на другой тип целенаправленного движения, наиболее подходящий для данного класса обстановки. Так как для каждого класса обстановки движение детерминировано, то и в целом приспособляющееся движение также детерминировано: если заданы начальные условия и смена классов обстановки в течение движения, то целенаправленное движение будет однозначно определено и может быть предсказано во всех деталях.

Типы целенаправленных движений характеризуются следующими признаками: главной программой, дополняющей программой, способом замыкания управления; параметрами программы; способом трансформации уравнений естественного движения.

Каждому классу обстановки соответствует свой набор указанных признаков. Все эти признаки закладываются в систему управления и могут переключаться при изменении класса обстановки. Тем самым достигается приспособляемость движения.

Для осуществления такого метода приспособляемости необходимо указать способы классификации обстановки. В настоящей работе допускается, что для осуществления целенаправленного движения достаточно классифицировать обстановку по принципу дихотомии, разбивая ее всегда на два класса. При этом всегда заранее осуществляют параметризацию обстановки, т.е. выбираются такие параметры, доступные обнаружению или измерению, при помощи которых реализуется дихотомия. Эти параметры на-

зываются параметрами обстановки. Следует отметить, что классификация обстановки осуществляется при помощи уравнений, связывающих координаты управляемого объекта и параметры обстановки / 2 /.

Для реализации управления и приспособления необходимо собирать, хранить и перерабатывать информацию. Целенаправленная механика дает способы организации информационных потоков. Изучение и реализация целенаправленного движения относится к одному из разделов механики, и фундаментальными понятиями здесь являются цель движения, координаты, скорости, ускорения, силы, массы, тензор инерции и т.п. Управление движением тел есть задача, разрешаемая только при совместном использовании информационных и механических приемов. При этом информационные потоки должны быть таковы, чтобы обеспечить реализацию целенаправленного движения. Информационные потоки должны быть целенаправлены, т.е. необходимо конструирование целенаправленных потоков информации. Так как каждой задаче движения соответствует больше чем одна программа, тогда один из видов приспособляемости состоит в том, чтобы переключать программу в зависимости от реализовавшейся обстановки. Совокупность программ, предназначенных для решения различных задач движения в различных классах обстановки и образует банк программ. Задача создания общего банка программ и его постоянного пополнения должна считаться одной из существенных при внедрении робототехнической системы в технологические структуры производства.

Литература

1. Искусственный интеллект: Применение в интегрированных производственных системах / Под. ред. Э.Кьюсиака. М.: Машиностроение, 1991, 544 с.
2. Корнев Г.В. Цель и приспособляемость движения, ч III. М.: Наука, 1979.