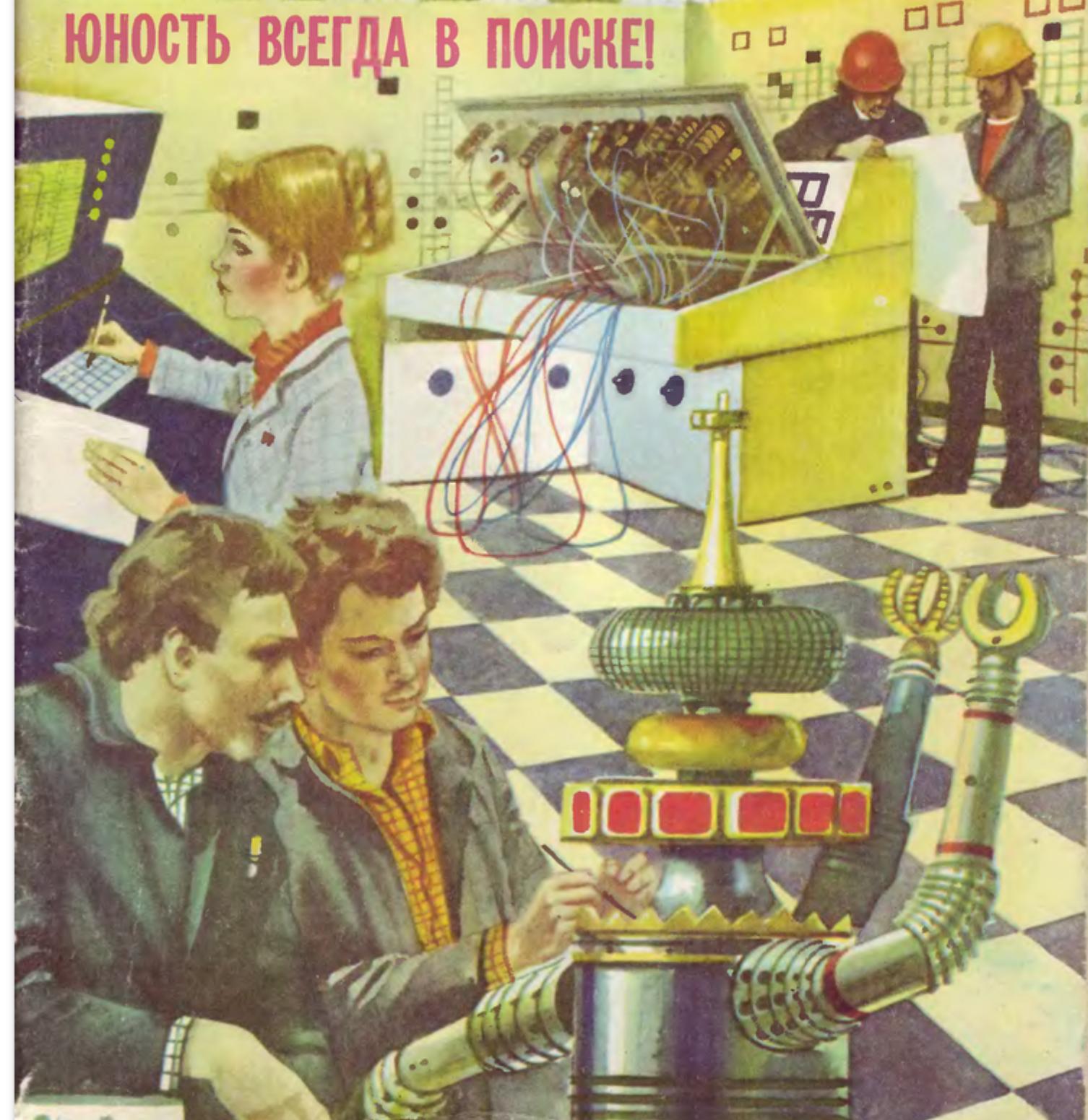




Техника-7 Молодежи 1984

ISSN 0820—33IX

ЮНОСТЬ ВСЕГДА В ПОИСКЕ!



РОБОТЫ-АГРАРИИ: ПЕРВОЕ ПОКОЛЕНИЕ

ки — а приведенные цифры это убедительно показывают, — роботы словно бы продолжают не «замечать» мир живой природы. Даже наиболее совершенным из этих железных созданий, напичканных электроникой, гидравликой, пневматикой, словно бы недостает ни развитости машинного интеллекта, ни тонкости искусственных чувств, чтобы из обжитого индустриального мира сделать решительный шаг в полную тайн и неожиданностей живую природу.

Между тем роботизация может оказать значительную помощь в выполнении Продовольственной программы. В создаваемых агропромышленных комплексах найдется немало «узких» мест, требующих существенного повышения производительности, замены ручного труда

машинным. Больше того, перевод сельского хозяйства на индустриальную основу — как когда-то это происходило с промышленностью! — создает благоприятные предпосылки для использования роботов-аграриев.

Индустриально-откормочные комплексы в животноводстве, поточно-механизированные комплексы в земледелии, фабрики-автоматы в птицеводстве, крупные машинно-тракторные ремонтные предприятия с их налаженным поточным производством хоть сегодня могут принять на службу эту технику завтрашнего дня.

И вот мобильный автономный робот МАР-1 — первый из семейства роботов-аграриев разработан в Московском институте инженеров сель-

скохозяйственного производства имени В. П. Горячина. Работы, начатые по инициативе члена-корреспондента ВАСХНИЛ, заместителя министра сельского хозяйства СССР Б. А. Рунова, завершились испытанием МАР-1 в хозяйствах Подмосковья. Получены обнадеживающие результаты: три таких робота, как МАР, могут взять на себя и обспечение огромного животноводческого комплекса, высвободив весь персонал. При этом благодаря повышению производительности труда комплекс дополнительно даст 70 т свинины в год.

Экономисты подсчитали, что срок окупаемости капиталовложений составляет 3,3 года, с учетом же дополнительного получаемой продукции он сокращается в 2 раза.

неравномерное или чуть хрипловатое дыхание заболевшего животного.

В состав сенсорного очуствления робота входят многочисленные тактильные датчики, расположенные на поверхности манипуляторов, пальцев, корпуса. С их помощью МАР-1 постоянно регистрирует температуру, влажность, прикладываемые усилия. Сообразясь с этими параметрами, электронный мозг вырабатывает решения. Информация, поступающая с сенсорных органов, непрерывно сравнивается с программной. Ошибки корректируются автоматически.

В технологическом пространстве робот действует по заданной программе. Выполнив поставленную перед ним задачу, возвращается в исходную точку, и соответствующий блок его выключает. При истощении энергопитания робот самостоятельно подключается к сети.

По сравнению со своими промышленными собратьями МАР-1 выглядит по-домашнему. Перед глазами до сих пор стоит впечатляющая картина, когда робот, получив команду, с шумящим самоваром в руках лихо подкатился к столику и, поблескивая телевизорами, аккуратно выставил самовар перед своими создателями.

Точность и плавность движений, обходительность, некоторое сходство с человеком — эти данные не-

обходимы МАР-1 прежде всего как профессионалу. Ведь он животновод, ему нужно иметь не только выверенные в пространстве движения, нужно не только строго и четко, обходя препятствия, двигаться к цели, но при необходимости и свинку успокоить, и буренку обласкать — не металлическим же схватом это делать!

А еще робот умеет готовить и раздавать корма животным, доить коров и принимать роды у свиноматок, убирать навоз и чистить стойло, выявлять больное животное и дать ему лекарство; мыть, белить и дезинфицировать помещения и многое другое. Словом, что умеют руки человека, тем в совершенстве владеет и МАР-1.

Да и как же иначе? Без положительного примера робот ничего хорошему научиться не может! В этой шутке все правда.

Исследователи, впервые познакомившись с задачами, стоящими перед сельскохозяйственным производством, увидели необыкновенное, открывшееся неожиданно поле деятельности для создания самых разных автоматов.

Начинали с того, что рассмотрели возможность комплексной автоматизации процесса сборки яиц на птицефабриках. Применяющиеся там транспортеры-яйцесборники собирают яйца из клеточных батарей, в которых несутся куры. Линия работает исправно до тех пор, пока

какая-нибудь из несушек не «подложит» яйцо с тонкой скорлупой. Яйцесборник его давит, система начинает буксовывать.

Этот процесс бесполезно автоматизировать, такой сделали вывод. Сборкой яиц должен заниматься очувствленный робот.

Следующий пример рассмотрели из садоводства: как автоматизировать сбор урожая?

Сейчас плоды собирают следующим образом. Под крону дерева подводится брезент. Подъезжает машина и механической рукой встригивает ствол. Падая, плоды бьются — сначала о ветви, потом друг о друга. Несортовые приходят

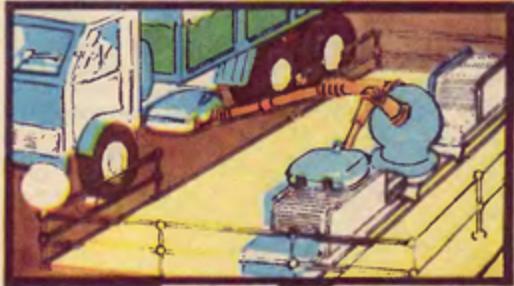
На центральном развороте изображена базовая система робототехнических машин, создаваемых в МИНСПе имени В. П. Горячина для отраслей сельскохозяйственного производства. Эти машины станут основой роботизированных цехов, объединение которых позволит построить кибернетические сельскохозяйственные предприятия, районные и областные агропромышленные комплексы, самоорганизующиеся на выпуск товарной продукции по запросу потребителей.

СЛАГАЕМЫЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ

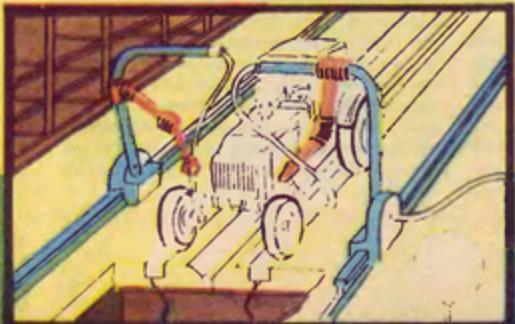
РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС



Роботизированный заправочный комплекс.



Робот для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники.

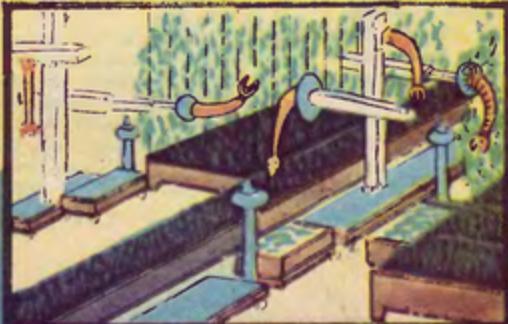


Роботизированное тепличное хозяйство.

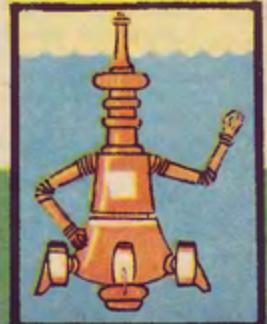


В недалеком будущем механизмы аграрии станут обрабатывать поля и сады, чайные и виноградные плантации, обслуживать теплицы и животноводческие фермы, заправлять топливом и ремонтировать сельскохозяйственную технику. Они будут донять коров, стричь овец и даже встать на магазинному прилавку. Таков один из возможных путей полной автоматизации сельскохозяйственного производства.

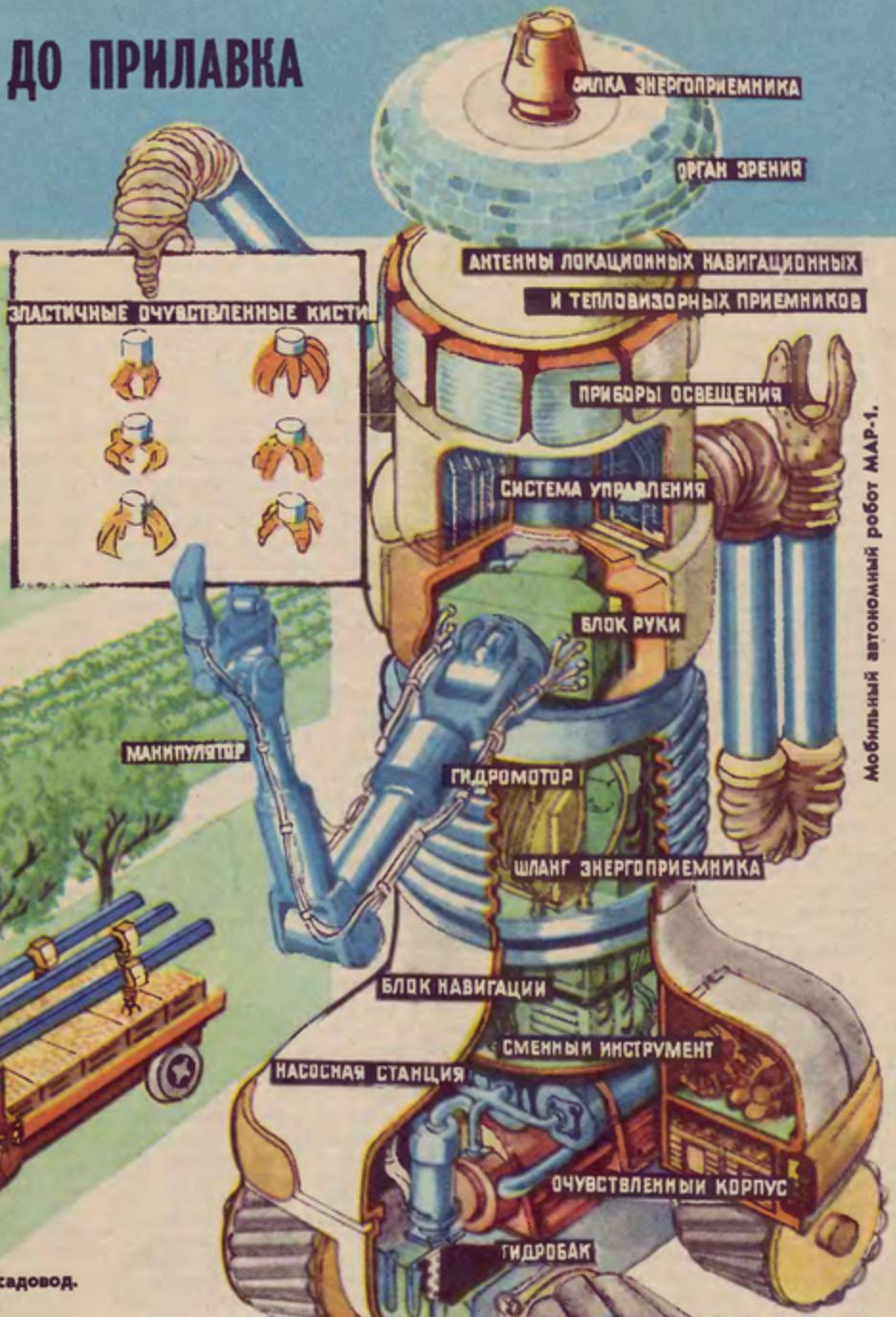
Мобильный морской робот.



Робот дл



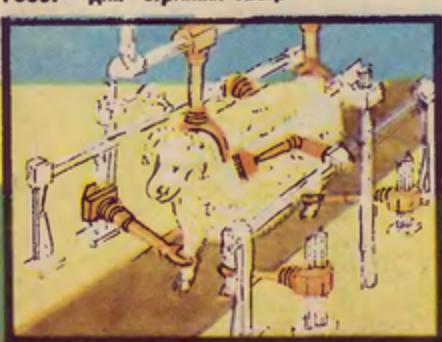
КОМПЛЕКС: ОТ ПОЛЯ ДО ПРИЛАВКА



Робот для стрижки овец.

Робот-дояр.

Роботизированный магазин.



ся срочно отправлять на переработку, ибо через пару дней это будет безнадежно испорченная продукция. В продажу или на хранение отправляется около 40% урожая.

Ни один из существующих ныне садовых автоматов не может проникнуть в ветвистую крону и, отыскав зрелый, замаскированный листовой плод, аккуратно отделить его и положить в ящик.

Работа-садовода надо научить различать, где в кроне жесткие, так называемые скелетные ветви, а где молодые, зеленые. Для этого изобрели очень пригодившийся в дальнейшем метод «распознавания растущих и разрушающихся образов», пользуясь которым можно научить робота определять и состояние и местоположение плодов, сучьев, листьев.

Суть изобретения проста и оригинальна. До распускания почек сад засыпается на видеомагнитофон. Чуть позже, при появлении завязей, при цветении, а также накануне сбора урожая, съемка (все с той же точки) повторяется. Затем «образы» ветвистой конструкции, а также плодов, уже замаскированных листьями, закладываются в видеопамять многорукого робота.

Приступая к уборке урожая, механический садовод заранее знает, куда направить каждую из своих рук. Когдачувственный схват оказывается в районе местонахождения плодов, включается напалечное зрение и происходит более точная, локальная наводка.

Эксперименты показали, что для выявления максимальных размеров плода, пальцы манипулятора должны поворачивать яблоко вокруг разных его осей, пока не зафиксируют искомый параметр. Он очень важен, поскольку от него зависит и конструкция кисти манипулятора, и величина раскрытия его пальцев, а самое главное — устройство транспортера, смонтированного внутри руки.

Когда дело касается большой партии плодов, необходимо оценить различие в размерах между самым большим и самым маленьким плодом. Для этого в систему управления мобильного плодоводческого робота вводится расчетный блок.

Чтобы манипуляторы могли оценить самые спелые, самые здоровые плоды, им нужно в считанные мгновения успеть проанализировать не только их размер, но и массу, твердость, плотность, цвет, химический состав, вкус, аромат и т. п. Для экспресс-анализа руки оборудуются различными датчиками: тактильные устанавливают твердость яблок; радиационные плотномеры

фиксируют удельный вес, термовизоры дают тепловой образ плода; химотроны, вмонтированные в манипуляторы, вычисляют содержание кислот, сахаристость и т. п. характеристики. Все данные поступают в бортовую ЭВМ, где после их сопоставления с эталонами исполнительные органы получают соответствующие команды. Сейчас уже ведутся исследования, направленные на повышение точности экспресс-анализа, а также на сокращение его продолжительности для различных сельскохозяйственных культур.

Один из лабораторных роботов после нескольких месяцев хранения плодов никак не мог определить их сортность, ведь в него, еще до снятия урожая, были введены жестко заданные их «образы». Поскольку жизнь плодов продолжалась и после их снятия с дерева, сделали вывод исследователи, программы управления подобными роботами должны быть гибкими, чтобы можно было изменять оценочные критерии.

Десятитысячелетняя сельскохозяйственная практика человечества выработала у земледельцев оптимальные приемы возделывания и уборки, часть из которых может быть с успехом заимствована роботом-аграрием. Срывая яблоко с ветви, мы одной рукой придерживаем ветвь, другой слегка поворачиваем и приподнимаем ее, отводя в сторону. Точно так же действует и робот. Поскольку для выполнения этой операции нам достаточно трех пальцев, и манипулятор, как правило, сделан трехпалым.

Ну а как быть с малиной, земляникой и другими деликатными ягодами? Ведь даже сверхчувствительный схват оставит на их поверхности не обратимые следы.

Исследователи решили изменить подход в этом случае, предложив собирать урожай встуживанием ветвей или стеблей, отщипыванием или отсечением ягод, применение для этой цели подходящий инструмент и приспособления. Разумеется, манипуляторы у роботов-садоводов должны быть изготовлены из эластичных и гигиенических материалов, чтобы обеспечивать и хороший контакт, и требуемое, без проскальзывания, усилие.

Роботы-аграрии, задумываемые и уже сделанные в МИИСПе, должны уметь многое. Но самое главное — должны это «многое» делать в буквальном смысле по-человечески. Некоторые полезные советы авторы почерпнули из книг, другие услышали от бывалых людей, но почти все опробовали сначала сами, а потом уж обучили этому своих железных помощников.

Чтобы научить робота заботиться о живом, рассуждали авторы, нужно самим потрудиться на его месте, почувствовать его обязанности на себе.

Следуя этому правилу, один из создателей робота, исконный горожанин, пришел на типовой животноводческий комплекс поработать скотником.

Он чистил стойла и проталкивал скребком навоз в навозоудалитель. Готовил и раздавал корма животным. Овладел технологией по искусственному осеменению свиноматок и даже принимал у них роды. Что бы он ни делал, он пытался ответить на занимавшие его вопросы. Можно ли автоматизировать эту операцию? Как в той или иной ситуации поведет себя робот? Какова будет реакция животных?

Он работал без всяких скидок, не зная жалости к себе. Никто на комплексе даже не догадывался, кто он такой, почему так жадно допытывается у бывалых свинарь об особенных, только им присущих приемах работы с животными — и животные их слушаются беспрекословно. Он даже не сказал никому из руководителей комплекса, что его занимают проблемы роботизации. Почему? Да потому, наверное, что десять лет назад, когда о роботах-то и в промышленности мало кто слышал, его заявление о намерении создать сельскохозяйственного робота вызвало бы по меньшей мере усмешку.

Первой из технологических операций — пожалуй, самой тяжелой, трудоемкой и даже опасной для здоровья животноводов, которую решили роботизировать, — была дезинфекция.

Дело в том, что при переводе молодняка из одной возрастной группы в другую помещения очень тщательно обрабатывают. Специальные бригады их скрывают и моют, затем, надев респираторы, заливают свинарник раствором каустической соды, а потом, через сутки, все это смывается и вновь заливается — на этот раз формалином.

Свой первый экзамен МАР-1 сдал на «отлично»: «откатал» без сучка и задоринки всю программу, и даже придирчивые ветеринары не нашли в его действиях серьезных изъянов. При этом время дезинфекции было сокращено в несколько раз.

Но одно дело вымыть или продезинфицировать пустые фермы и совсем другое почистить стойла, в которых находятся животные. В первом случае в память робота достаточно заложить неизменные образы технологических помещений, а во втором его надо снабдить программным, информационным и прочими

видами обеспечений. В его памяти должны находиться «образы» животных в самых различных состояниях; соответствующее имитационное обеспечение, позволяющее роботу проводить мысленный эксперимент, дает ему возможность прогнозировать действия живых существ, выбирая при этом правильную стратегию поведения. Например, робот не должен встать в тупик, если между животными вспыхнул конфликт. Снабженный соответствующей программой, он не потерял самообладания даже в очень опасной ситуации. Однажды, например, он ринулся разнимать дерущихся быков. А когда те неожиданно объединили усилия против дерзкого скотника, решительно разогнал их по стойлам брандспойтной струей.

Был в жизни МАР-1 и такой драматический случай: при первом знакомстве он активно не понравился одной весьма агрессивно настроенной буренке. И эту «корриду», чреватую неприятными последствиями для обоих участников, удалось предотвратить благодаря заложенному в память робота программе.

Практика, однако, показывает, что не только неприязнь, но и чрезмерное дружелюбие четвероногих нельзя недооценивать. Однажды поросыта, бегавшие за роботом как привязанные, неожиданно отрызли половину схвата.

Вывод из этого происшествия сделали такой: собственную безопасность робот должен обеспечить себе сам. Для этого он может издавать отпугивающие звуки, световые и прочие сигналы или обороняться... запахами. Сейчас уже создана компактная бортовая система, с помощью которой осуществляется синтез различных ароматических веществ. Оказалось, например, что запах аммиака отрезвляющие действует на любых «забияк».

Какие же еще специальности, кроме перечисленных, может освоить мобильный автономный робот?

Уже разработан проект мобильного авторемонтного птицеводческого робота МПЦР-1. В его задачи входит выполнение операций по инкубации яиц, он приготовляет и раздает корма, ухаживает за поголовьем, убирает помещения, осуществляет ветеринарный контроль, сортирует конечную продукцию, занимается утилизацией отходов, словом, позволяет полностью автоматизировать все технологические процессы на птицефермах — начиная от сбора яиц и закладки их в инкубатор и кончая отправкой готовой продукции в торговую сеть.

Роботу, тем более универсальному, для выполнения многочислен-

ных своих обязанностей подчас двух рук не хватает. Так, работу для стрижки овец — РСО — лучше иметь не две, а восемь рук. Работы хватит каждой: четырьмя нужно придерживать конечности животного, одной — голову, двумя — состригать шерсть, а последней, восьмой, нужно снимать руно и подавать его на транспортер. Чтобы оценить качество шерсти, ее цвет, степень загрязненности и т. д., РСО оснащен цветными телекамерами и сенсорными датчиками, встроенными в поверхность кистей манипуляторов.

Любопытная деталь: если робот установит, что шерсть грязная, он станет очищать ее щетками с пневматическим отсосом, и только после этого приступить к стрижке, попутно оценивая качество шерсти и распределяя ее по сортам.

Сколько ни универсален первенец сельскохозяйственного роботостроения, он все специальности не смогхватить. Поэтому для овладения наиважнейшей на ферме профессией — дояра — пришлось строить специализированного робота.

Принципы построения мобильного доильного робота МДР-1 несколько иные. Как известно, современные доильные аппараты подразделяют действиям сосущего теленка, что не всегда им удается воспроизвести в точности. Наиболее же удачно имитирует действия ротовой полости теленка манипулятор МДР-1. В процессе доения он успевает провести массаж вымени, что увеличивает отдачу молока.

Закончив дойку, манипуляторы обязательно вытрут и смажут вымя, и только после этого робот переходит к следующей корове, успев на ходу промыть и продезинфицировать молокоприемную систему.

Создаваемые нами роботы не зря называют семейством универсалов. Проведенные нами системные исследования показали, что для обслуживания многоотраслевого сельскохозяйственного производства — при всем разнообразии используемых в нем технологических процессов — достаточно около 30 типов многофункциональных роботов.

Это почти в 100 раз меньше по сравнению с числом модификаций нынешнего парка сельскохозяйственных машин. Для сравнения упомяну, что на выращивании хлопчатника сегодня используются машины двадцати трех модификаций. А их может заменить один многофункциональный робот.

Немногочисленность отряда роботов-аграриев предъявляет особые требования к оснащению их инструментом. Поэтому задачей, не менее важной, чем разработка базовых сельхозроботов, является соз-

дание новых инструментов и приспособлений. От их качества и ассортимента во многом зависит реализация недюжинных способностей механического помощника животновода и землемельца.

Если заглянуть в инструментальный ящик опытного станочника, можно увидеть, как аккуратно размещены в нем инструменты. Под рукой находятся те, что используются чаще, подальше — те, что нужны реже.

То же самое и у робота: инструмент, разложенный по порядку, всегда можно пустить в действие с наименьшими затратами усилий.

Раз зашла речь об инструменте, уместно вспомнить о технике ремонта. Известно, что сегодня на селе работают миллионы тракторов и автомобилей, сотни тысяч комбайнов, а также множество установок, аппаратов, механизмов. Эти машины, эксплуатируемые в крайне тяжелых условиях, только тогда сохраняют свою работоспособность, когда их вовремя чистят, смазывают, заменяют на них изношенные детали. Эта трудоемкая сфера сельскохозяйственного производства также представляет исключительный интерес для роботизации. Прежде всего потому, что ремонтная отрасль ранее других оказалась готова к приему роботов-механизаторов, ведь на ее предприятиях давно используются прогрессивные поточные технологии по обслуживанию, ремонту и восстановлению машин. Именно здесь проще всего внедрить обширный опыт роботизации, накопленный в промышленности.

Любой вид технического обслуживания начинается с мойки и чистки оборудования. Эта трудоемкая, каждодневная и малопривлекательная работа в первую очередь должна быть поручена роботу.

Обучить его навыкам смазчика несложно. Достаточно вставить в манипулятор заправленный маслом шприц и на ручном управлении последовательно показать все необходимые операции. После записи этой программы в память робот самостоятельно приступит к работе.

Аналогичным образом можно полностью автоматизировать мойку, чистку, окраску и даже заправку всего машинно-тракторного парка.

Недавние исследования показали, что уже сейчас степень роботизируемости операций по техническому обслуживанию автомобилей, тракторов и т. п. машин может быть доведена для отдельных типов до 78%. Это позволяет уверенно говорить о широких перспективах их применения в недалеком будущем.

Записал КОРНЕЙ АРСЕНЬЕВ