

Круглый стол

Компоненты Индустрии 4.0: промышленная роботизация

На протяжении веков развитие производства связано с непрерывным совершенствованием средств его автоматизации и сокращением в нем доли человеческого труда. В эпоху Индустрии 4.0 этот процесс естественным образом подвел нас к появлению промышленных роботов и начинающему широкому вторжению их в самые разные области производственной деятельности. Учреждая в REM новую рубрику “Промышленная роботизация и ЧПУ”, мы открываем ее популярным в нашем издании форматом обсуждения актуальных тем – Круглым столом, посвященным данной тематике, в котором, как обычно, принимают участие эксперты технологических компаний, а также представители производственных предприятий, заинтересованных во внедрении промышленных роботов на своих производствах или уже имеющих таковой опыт.

В Круглом столе принимают участие:

Дмитрий Кайнов, руководитель продаж, департамент Робототехники, компания FANUC Russia;

Алиса Конюховская, исполнительный директор, Национальная Ассоциация участников рынка робототехники (НАУРР);

Михаил Медведев, директор по инжинирингу технологических процессов, компания “СОЛЛЕРС Инжиниринг”;

Юрий Никитин, начальник КБ специальных разработок, ЗАО Чебоксарское предприятие “Сеспель” (ЗАО ЧП “Сеспель”);

Александр Новоселов, руководитель подразделения “Робототехника”, компания ABB;

Степан Сурнин, руководитель технического департамента, подразделение промышленной автоматизации, компания Mitsubishi Electric RUS;

Равиль Хисамутдинов, д.т.н., заместитель директора по развитию по роботизации, ПАО “КАМАЗ”;

Ярослава Чекавинская, директор департамента по работе с системными интеграторами, компания Schneider Electric;

Сергей Шегай, маркетолог, компания “Робовизард”.

– В каких областях применения наиболее активно используются на сегодняшний день промышленные роботы в отечественной экономике? И в каких сферах производственной деятельности существует объективная потребность в роботизированных решениях?

Александр Новоселов, компания ABB. Исторически сложилось так, что наиболее активно роботы применяются в автомобильной промышленности. Еще с 1970-х годов производители автомобилей и комплектующих активно внедряют различные роботизированные решения и связанные с ними технологии, являясь “локомотивом” технологического развития робототехники. Так, в 1975 году компания ASEA, объединившаяся в 1988 году с компанией BBC в группу компаний ABB, поставила новую модель робота – IRB60 шведскому автопроизводителю SAAB для автоматизации сварочной линии. Впоследствии роботы стали применяться и в других областях, где есть задачи, требующие больших физических усилий, а также монотонные процессы, например в обрабатывающей и пищевой промышленности. Сегодня роботы широко применяются и в фармацевтической отрасли, в сфере производства бытовой электроники, товаров для дома и отдыха. Например, наши роботы помогают собирать солнечные батареи и автомобильные охраняемые комплексы, работают с медицинскими образцами и ускоряют процесс тестирования на новую коронавирусную инфекцию. Но все же наибольшая плотность роботов по-прежнему в автопроме. На мой взгляд, в России у роботов есть большой потенциал не только в этой сфере, но также и в уже упомянутых пищевой, перерабатывающей и фармацевтической отраслях. Кроме того, при внедрении роботизированных решений широкие возможности откроются для логистических компаний. Важно понимать, что рынок меняется очень быстро, и применение роботов позволяет многим компаниям не только автоматизировать процесс, повысив его эффективность

и качество продукции, но и сделать его более гибким в ответ на меняющиеся потребности и запросы заказчиков и конечных потребителей.

Равиль Хисмутдинов, ПАО «КАМАЗ». Автопром безусловно остается драйвером промышленной робототехники. Потребность в роботизированных решениях существует во многих сферах автопрома, в первую очередь при выполнении сварных соединений, поскольку никто не может соперничать с роботом по качеству и производительности на сварочных операциях. К тому же наступает эра лазерной сварки, где человек и не пытается соревноваться с роботом, так как в разы проигрывает ему в точности. На кузнечных и литейных процессах робот также имеет преимущество. Там, где существуют вредные условия труда, например при производстве покрасочных, гальванических, консервационных работ, робот незаменим, а человек получает возможность заниматься более интеллектуальным трудом в нормальных условиях, управляя роботами. В нашей стратегии развития производства мы объективно определили 11 технологий, где в перспективе планируем роботизацию процессов, и это не предел.

Ярослава Чекавинская, компания Schneider Electric. Примерно 40% роботов в России используется в автомобильной промышленности, 15% в машиностроении и 4-5% в пищевом производстве, в остальных отраслях процент незначительный. В основном роботы применяются там, где требуется тяжелый или монотонный труд человека и существуют опасные условия для жизни и здоровья (перемещение тяжелых предметов, операции сварки и пайки). Но хочется обратить внимание на неочевидные пока еще возможности эффективного использования роботов. Как известно, трудовая миграция в Москву и Санкт-Петербург вызывает в регионах постоянную нехватку рабочей силы. Особенно острой эта проблема становится для сезонных производств, когда за короткий временной промежуток нужно набрать и обучить людей несложным производственным операциям на ограниченный период времени использования их труда. Одновременно с этим встал и фактор пандемии. Существуют производства, где при определенных условиях нужно резко увеличить производительность, и роботы здесь могут оказаться как нельзя более кстати. Например, для изготовления масок, спрос на которые в текущей ситуации крайне велик, соответственно, такие производства нуждаются в существенном повышении производительности. Роботы могут также выполнять задачи дезинфекции, подменять медицинских работников при выполнении рутинных задач. Перспективные возможности для применения роботов предоставляет такая сфера, как производство готового питания и продуктов. Известные бренды супермаркетов уже широко наладили продажу готовой еды, которую достаточно только разогреть. И тут также есть место роботам. Более того, в данной сфере роботизация – это еще и дополнительный гигиенический фактор: рука человека не коснется продуктов питания и волос с головы повара случайно не упадет в салат.

Степан Сурнин, компания Mitsubishi Electric. Области, где используются роботы сегодня, весьма

обширны, в том числе бывают и самые необычные варианты их применения, такие, например, как нанесение надписей маркером на заготовки или снятие и установка металлических заготовок в станок или группу станков с ЧПУ. То, с чем чаще всего встречаются специалисты Mitsubishi Electric, это в основном “конец линии” – операции упаковки, сортировки, размещения изделий внутри тары или на паллетах, а также тестирование автомобильных компонентов – дверных ручек, стеклоподъемников и замков.

Объективная потребность в промышленных роботах существует на любых вредных производствах, что позволяет сберечь здоровье трудящимся там людям. События 2020-го года, повлекшие за собой массовую изоляцию работающего населения, показали также актуальность применения роботов на производствах с неполной загрузкой, так как роботизированную линию можно отключить на некоторое время без дополнительных затрат, не отправляя много людей в вынужденные отпуска.

В связи с высокой вероятностью периодического возобновления эпидемиологических ограничений возрастает также спрос на необслуживаемые либо минимально обслуживаемые человеком решения для производств. Это позволит избежать плотного контакта людей во время работы, а также снизит участие персонала в работе линий и ячеек.

Еще одна сфера для внедрения роботизированных решений – небольшие города или села, имеющие те или иные производства, где работодатели не могут найти достаточное количество рабочих рук для организации и обслуживания технологических линий. В этих случаях роботы также являются выгодным, а иногда и единственным возможным выходом.

Сергей Шегай, компания “Робовизард”. Промышленный робот призван с одной стороны избавить человека от опасного, тяжелого и монотонного труда, а с другой – исключить влияние человеческого фактора на производственный процесс. Долгое время движущей силой промышленной робототехники было автомобилестроение, так как именно здесь существуют “идеальные” условия для применения роботов – простые однотипные операции и высокая серийность при жестких требованиях к качеству и скорости производимых операций. В автомобилестроении используется примерно 40% всех установленных промышленных роботов, которые заняты на участках сварки и покраски. Помимо автомобилестроения большой рост в роботизации производственных процессов не первый год показывают машиностроение и пищевая промышленность. В пятерку лидеров роботизации входят еще производство электроники и металлургическая отрасль. В сфере производства робототехнические решения наиболее востребованы в операциях сварки (дуговой и точечной), перемещений (в том числе сборка и укладка на паллеты) и при обслуживании станков.

Михаил Медведев, компания “СОЛЛЕРС Инжиниринг”. Основной областью применения промышленных роботов в отечественной экономике по-прежнему остается машиностроительное производство, и здесь автомобилестроение, конечно, лидирует по уровню использования робототехнических комплексов (РТК).



Дмитрий Кайнов,
компания FANUC Russia



Алиса Конюховская,
НАУРР



Михаил Медведев,
компания "СОЛЛЕРС Инжиниринг" ЗАО ЧП "Сеспель"



Юрий Никитин,

На сегодняшний день есть уже потребность во внедрении РТК и в других отраслях машиностроительного сектора, таких как производство мелкогабаритных плавательных средств (заготовительные операции, процесс нанесения лакокрасочных материалов (ЛКП), автоматизация межпозиционного транспорта (процесс штамповки), изготовление крупногабаритного навесного оборудования сельскохозяйственной техники (процессы сварки и нанесения ЛКП), окончательная установка узлов и агрегатов (процесс сборки), где автоматизация считается, скорее, исключением и мало где планируется ко внедрению.

Юрий Никитин, ЗАО ЧП "Сеспель". Сегодня промышленные роботы задействованы во всех сферах производственной деятельности. Но необходимо понимать, что наиболее целесообразно их применение при постоянстве процессов, когда робот нацелен на небольшую серию изделий. По нашему опыту, если робот работает с более чем десятью разными изделиями или процессами, то его эффективность начинает падать, так как не обеспечивается работа робота в непрерывном режиме. Во всяком случае, это относится к роботам второго поколения – адаптивным. Думаю, роботы третьего поколения – интеллектуальные, будут в значительно меньшей степени терять свою эффективность при работе с большими партиями изделий.

Больше всего промышленных роботов внедряют в сварочных, покрасочных процессах, а также для рабочих процессов по перемещению изделий. Из отраслей наибольшее количество роботов работает, конечно в автомобильной промышленности.

Роботы, безусловно, целесообразно использовать в опасной и вредной для человека среде. Так, у нас на производстве они применяются в абразивно-струйной очистке, процесс которой вреден для легких.

На нашем производстве промышленные роботы работают с большим количеством разных изделий – на каждого робота приходится более 100 видов изделий. Поэтому роботы приходится постоянно перенастраивать. Но мы научились работать с большим количеством изделий и нашли способы быстрого написания программ. И хотя потенциал роботов у нас до конца не используется, эффективность от их применения все равно высока.

В этом легко убедиться на простом примере сварочного процесса. Исходим из того факта, что сварщик усту-

пает работу по производительности минимум в 6 раз. Допустим, нужно сваривать по 10 полуприцепов-цистерн в сутки и работа организована в три смены. Если варить на РТК, учитывая, что в каждую смену работает один оператор и один слесарь, потребуется 6 рабочих в сутки. Если же 10 полуприцепов-цистерн сваривать вручную, понадобится минимум 36 сварщиков и 12 слесарей. То есть, простой расчет показывает, что 6 рабочих на РТК заменяют около 50 рабочих при ручной сварке.

К тому же при использовании промышленных роботов повышается качество процесса и достигается экономия на расходных материалах, к примеру, покрасочных.

– В настоящее время основными производителями промышленных роботов и их компонентов являются зарубежные вендоры. Насколько насущно для нас на данный момент появление собственных производителей как комплектующих, так и готовых решений?

Михаил Медведев, компания "СОЛЛЕРС Инжиниринг". Это не скорый процесс, он затрагивает не только высокотехнологичные отрасли производства, но и область разработок такого сложного продукта, как робототехнический комплекс. Если мы, государство, хотим самостоятельно развивать технологические направления в разных отраслях производства, то нам прежде всего необходимо выстроить планы по разработке, изготовлению и внедрению РТК отечественного производства. Иначе засилье технологических решений от западных компаний не позволит нам производить продукцию с высокими характеристиками как по качеству, так и по экологическим требованиям безопасности.

Разработка отечественных РТК позволит дать мощный импульс развитию ноу-хау не только в сфере промышленного оборудования, но и в проектировании соответствующего продукта, так как требования к конструкции робототехнического комплекса существенно отличаются от требований в отношении других устройств и механизмов для автоматизированного производства.

Степан Сурнин, компания Mitsubishi Electric. Это несколько сложный и противоречивый вопрос. С одной стороны, для экономики страны наличие роботов



Александр Новоселов,
компания **ABB**



Степан Сурнин,
компания **Mitsubishi Electric RUS**



Равиль Хисамутдинов,
ПАО **"КАМАЗ"**



Ярослава Чекавинская,
компания **Schneider Electric**

местного производства было бы неплохим подспорьем. С другой стороны, российский рынок робототехнических решений сложен, конкурентен, при этом пока весьма невелик по сравнению со многими европейскими и азиатскими странами. Соревноваться по качеству, функциональности и цене решений придется с несколькими десятками мировых производителей. Таким образом, на этот вопрос в настоящий момент не видно простого ответа.

Александр Новоселов, компания ABB. Мировой рынок робототехники активно развивается уже 50 лет, рынок же робототехники в России еще находится в стадии формирования. Даже при серьезных инвестициях в эту сферу нам потребуется достаточно длительное время, чтобы накопить опыт, аналогичный международному. Поэтому на данном этапе, на мой взгляд, наиболее практичным вариантом будет использование международного опыта и экспертизы в данной области. Естественно, ничто не мешает нам применять и интересные отечественные наработки. Сейчас для России важно ускорить развитие собственного рынка потребления роботов, который в настоящее время составляет всего 1400 единиц в год по сравнению с 150 000 в Китае. При таком объеме рынка местное производство роботов пока не будет коммерчески выгодным и актуальным. Кроме того, важно не забывать о развитии еще двух важных взаимосвязанных между собой направлений рынка – рынка специалистов по робототехнике и рынка программного обеспечения. У России в этих направлениях, по моему мнению, есть огромный потенциал.

Равиль Хисамутдинов, ПАО "КАМАЗ". То, что страна должна иметь собственных производителей роботов и комплектующих к ним, сомнений не вызывает, но для этого нужно иметь соответствующий класс средств производства, не производимых пока в России, и восстановить утраченные компетенции восьмидесятых, когда мы производили более 15 000 роботов в год, занимая второе место в мире после Японии.

Сергей Шегай, компания "Робовизард". Если иметь в виду целесообразность локализации производства промышленных роботов в России, то необходимо прежде всего учитывать емкость рынка. В настоящее время российский рынок крайне мал. За 2018 год в России было продано чуть больше 1000 единиц промышленной робототехники на всех производителей. Из этого числа

доля российских решений составляет всего 4%. Российским производителям очень сложно конкурировать как с разработками иностранных коллег, так и с их производственными возможностями. Как и в любом машино- или станкостроении, снижение себестоимости производимой продукции возможно только за счет масштаба производства, а отечественный спрос на данном этапе развития не позволяет этого сделать. Что касается производства комплектующих, то с таким сравнительно небольшим парком промышленных роботов оно тоже не будет рентабельным.

Однако не все так плохо. Современной России досталась в наследство очень сильная инженерная школа, и у нас есть талантливая молодежь. Благодаря этим двум важным факторам мы вполне можем совершить прорыв в сфере промышленной робототехники. Прорыв не в том, чтобы в очередной раз изобрести колесо, а в том, как это колесо можно использовать. Ни для кого не секрет, что основная добавленная стоимость появляется в процессе разработки и внедрения роботизированного решения. На этом поле отечественные разработчики могут составить и уже составляют серьезную конкуренцию коллегам из-за рубежа. Уже есть положительные примеры того, как российские технологии экспортируются в другие страны, а то, что они разработаны на базе иностранного оборудования, делает этот процесс проще и вызывает больше доверия у потребителя.

Ярослава Чекавинская, компания Schneider Electric. Российский производитель сейчас не в состоянии произвести робота, конкурентоспособного по себестоимости западным образцам. У нас нет такого большого рынка сбыта, как на Западе, и, соответственно, экономии на масштабах производства, требуются большие затраты на маркетинг и продвижение, нет возможности оказывать оперативный сервис, нет доступной локальной электроники. То есть экономический смысл



Сергей Шегай,
компания **"Робовизард"**

организации отечественных производств не ясен. В России сейчас находятся в эксплуатации всего порядка 5000 роботов, а общемировой показатель в 20 раз выше. Развивать интеграцию роботов – это то направление, которое выглядит более привлекательным и экономически обоснованным.

Алиса Конюховская, НАУРР. В нашей стране собственное производство промышленных роботов только начинает развиваться. Единственный в России завод по производству роботов – ВМЗ при Автовазе закрылся в 2015 году, после чего несколько лет у нас роботы вообще не производились. Лишь в 2018-2019 годах начали появляться отечественные производители роботов. В 2018 году было продано порядка 40 роботов отечественного производства, что составило 4% от общего объема рынка, в 2019 было реализовано уже более 80 отечественных промышленных роботов, и это было уже 6%. При этом в целом отечественный рынок увеличился с 1000 до 1400 роботов.

Государственная политика в России в большей степени направлена на поддержку отечественных разработок, чем на внедрение передовых зарубежных технологий. Однако зачастую внедрение зарубежных роботов осуществляется отечественными компаниями-интеграторами, и сейчас есть меры поддержки интеграции робототехнических комплексов, что достаточно важно, поскольку сам робот составляет лишь одну треть от стоимости РТК, а довольно большую добавочную стоимость генерирует интегратор, который разрабатывает конструкторскую документацию и инженерные решения, осуществляет монтаж, пуско-наладочные работы, программирование и т.д. Зачастую это не учитывается при разработке подходов к поддержке робототехнических компаний. Недавно Фонд развития промышленности в рамках программы “Цифровизация промышленности” адаптировал свою программу займов для того, чтобы промышленные предприятия, которые прибегают к услугам отечественных интеграторов для внедрения роботов, могли получить займы на специальных условиях – под 1%, что несомненно является важным нововведением.

Юрий Никитин, ЗАО ЧП “Сеспель”. Мировые производители роботов достигли впечатляющих результатов. Современные промышленные роботы надежны, просты, адаптивны и доступны по цене. Для их производства в западных странах создана целая индустрия. Но достигли они таких результатов за многие десятки лет. Очевидно, что достичь за короткий промежуток времени такого же качества промышленных роботов, как у зарубежных производителей, таких как FANUC, KUKA, Yaskawa, ABB, Panasonic и других, нам не удастся. Собственный промышленный робот будет дорогим, ненадежным, он будет уступать по своим характеристикам и, думаю, его просто не будут покупать. К тому же у нас нет ни технологий, ни производства для изготовления роботов. Поэтому более важной задачей представляется модернизация производства, повышение его эффективности и качества. То есть, выходит, что производство промышленных роботов сегодня для нас не самая приоритетная задача. Но это с одной стороны.

С другой же стороны, организация производства собственных промышленных роботов крайне необходимо. Особенно для нашей страны, которая часто находится под санкциями и может оказаться в условиях, когда поставки роботов нам вообще прекроют. Тогда наше технологическое отставание станет катастрофическим.

Кроме независимости от санкций появление собственных производителей промышленной робототехники позволит получать от производства обратную связь, то есть изготавливать роботов с учетом особенностей нашего производства, наших задач и даже менталитета. Ну и, конечно, производство такой перспективной продукции обеспечит дополнительно большое количество рабочих мест.

Однако на данный момент мы имеем явное противоречие:

- ▶ производство собственных роботов ведет к независимости в технологиях, но предприятия, заинтересованные в такой продукции, будут долгое время работать с ненадежными роботами, уступающими в качестве западным аналогам;
- ▶ если же не производить роботов, то мы будем увеличивать отставание в технологиях, хотя производство будет работать с качественными и надежными роботами.

Поэтому, думаю, первая задача – это решить данное противоречие и найти оптимальное решение. Опыт Китая показывает, что для этого нужно вначале накопить знания и экспертизу в совместном производстве с зарубежными вендорами, возможно, локализовать у нас их производство. Без внешней помощи нам будет тяжело преодолеть существующий разрыв в качестве конечного продукта, и наши роботы просто никому не будут нужны. К тому же независимое развитие сегодня не самый эффективный путь в современном мире, хотя бы потому, что над одним продуктом работают многие компании, которые производят различные его составные части.

Дмитрий Кайнов, компания FANUC. В настоящее время в России появляются молодые компании, ориентированные на производство промышленных роботов. Однако разработка и производство действительно надежного и простого в управлении промышленного робота – это длительный процесс, занимающий годы. Компания FANUC начала этот путь в 1974 году, и на сегодняшний день мы произвели и установили по всему миру свыше 700 000 роботов, став лидирующим производителем в этой области. Это, конечно, не значит, что здесь нет места начинающим компаниям – имеется огромное количество производственных задач, которые требуют адаптации уже существующих промышленных манипуляторов к их решению, также требуется разработка специальных периферийных устройств, конвейерных линий, технологической оснастки и т.д. Перспективы для развития отечественных инжиниринговых компаний видятся именно в этом направлении. Также имеются различного рода специальные применения (например, в таких специфических областях, как космос, подводные работы, ВПК), для которых имеющихся характеристик традиционных промышленных роботов недостаточно, и тут как раз требуется появление собственных производителей как комплектующих, так и готовых решений.

– Существует ли специализированное ПО для проектирования и моделирования работы промышленных роботов или эти задачи можно стандартным образом решать в универсальных CAD/CAM/CAE программных комплексах, используемых для проектирования промышленных изделий?

Степан Сурнин, компания Mitsubishi Electric.

Такое ПО существует, оно позволяет моделировать производственные линии и даже целые цеха, в том числе анимировать работу типовых элементов – конвейеров, машин, манипуляторов и любых механизмов. С помощью этого программного обеспечения можно предварительно просчитать длительность производственного цикла, участки, где будут задействованы роботы, а также оценить сложность алгоритмов и логистики цеха.

Наша компания оказывает консультационные услуги, если заказчик сомневается в целесообразности применения роботов на своем производстве. Вместе с заказчиком, его технологами, энергетиками и аналитиками, мы полностью отрисовываем цех со всеми его процессами либо его часть с помощью ПО Visual Components (продукт от партнера по e-F@ctory Alliance). Как правило, после моделирования линии и программирования анимации можно точно оценить и сравнить между собой различные варианты организации технологического участка. В итоге становится понятно, какова будет производительность роботизированной линии, какое быстрое действие различных элементов необходимо и, соответственно, сколько людей и роботов нужно для функционирования данного участка. При этом сразу можно посчитать примерную стоимость различных вариантов.

Роботы компании Mitsubishi Electric программируются с помощью ПО RT Toolbox3 с поддержкой 3D-графики, что позволяет моделировать работу робота в обстановке реального цеха с необходимым дополнительным оборудованием. 3D-объекты импортируются в стандартных форматах. У этого ПО есть также надстройка с функционалом CAD/CAM. Для особо сложных применений у нас есть компания-партнер, которая специализируется на программных постпроцессорах, преобразующих динамические 3D-модели в часть программного кода робота в реальном времени.

Резюмируя, можно сказать, что оптимальным решением выглядит комбинированное использование специализированного и универсального ПО на этапе проектирования производственных линий.

Ярослава Чекавинская, компания Schneider Electric. Каждый производитель роботов старается оснастить его своим собственным ПО, но зачастую оно слишком универсально и громоздко для конкретных целевых применений. Именно поэтому на рынке все чаще появляются компании, специализирующиеся на разработке ПО для конкретного применения, например для точечной сварки, поиска и работы с объектами определенной формы и состава и т.д.

Сергей Шегай, компания “Робовизард”. Конечно же, каждый производитель промышленных ро-

ботов разрабатывает и развивает собственную САМ-систему для проектирования управляющих программ. Специализированное ПО учитывает все нюансы функционирования робототехники, а Цифровой двойник робототехнического комплекса даст исчерпывающую и точную информацию о его работе. Однако современные универсальные САМ-системы имеют необходимую информацию о многих марках промышленных роботов и могут решать задачи по проектированию и моделированию их работы. Возможно, они могут не учитывать некоторые особенности определенных моделей роботов, но, с другой стороны, фирменный софт может потребовать дополнительного модуля для интеграции в общую систему предприятия. В рамках концепции Индустрии 4.0 Цифровые двойники всех компонентов предприятия должны беспрепятственно объединяться в общую цифровую экосистему, а для этого универсальная система более приспособлена.

Михаил Медведев, компания “СОЛЛЕРС Инжиниринг”. Существующее ПО для проектирования и симуляции функционала РТК, применимое для промышленного производства, базируется на покупном и зачастую дорогостоящем софте крупных IT-разработчиков. Лицензированное использование данного ПО существенно ограничивает отечественные инжиниринговые компании в его применении, так как планируемые проекты этого, как правило, не предусматривают, а отдельная покупка лицензии на лимитированный срок ограничена финансовыми ресурсами пользователей.

Юрий Никитин, ЗАО ЧП “Сеспель”. Каждый производитель промышленных роботов, как правило, разрабатывает собственное специализированное ПО для написания программ на ПК, чтобы было удобно пользоваться его продуктом и пользователи могли быстрее решать задачи, возникающие на производстве.

Наша компания использует роботы FANUC. Этот производитель предоставляет приложение интеллектуальной трехмерной симуляции FANUC ROBOGUIDE, которое выполняет симуляцию как движений робота, так и команд для конкретной сферы применения. Чтобы сократить время на трехмерное моделирование, модели деталей можно импортировать в виде данных САПР. Большая библиотека программного обеспечения для симуляции позволяет пользователям выбирать и изменять детали и размеры устройств. Освоив данное приложение, наши операторы с удовольствием работают с ним.

Специализированные универсальные программы, позволяющие работать с любыми роботами, тоже существуют, но пока они не очень удобны. Программы и приложения от производителей роботов все-таки лучше и удобнее для работы.

Дмитрий Кайнов, компания FANUC. Проще всего использовать ПО, разрабатываемое самим производителем промышленных роботов. Как уже отметил наш заказчик, компания FANUC предлагает своим клиентам программный комплекс ROBOGUIDE для симуляции движений робота, а также различных специали-

зированных команд, требуемых для конкретной сферы применения, что обеспечивает значительную экономию времени при создании новых программ. Если задача связана с проектированием сложных технологических линий, включающих десятки промышленных роботов, специализированные механизмы и оснастку, целесообразно применение универсальных программных комплексов, позволяющих увязать в одном проекте большое количество различного промышленного оборудования.

Александр Новоселов, компания ABB. Установка промышленного робота — это всегда новый проект (даже если это двойник уже установленной системы, всегда есть какие-то различия). Для того чтобы избежать ошибок, связанных с неправильным подбором оборудования и расчетом производительности, используют CAD/CAM/CAE-системы. Хочу отметить, что ABB стала первым из всех производителей роботов, кто разработал такое программное обеспечение, у нас оно называется RobotStudio. На текущий момент оно является наиболее развитым и продвинутым на рынке подобных решений. К примеру, в RobotStudio у пользователя появилась возможность с помощью очков виртуальной реальности “гулять” по спроектированному комплексу, а используя планшет, он может накладывать проекцию дополненной реальности (AR) на участок, где будет установлен ПТК. Ключевое преимущество RobotStudio состоит в том, что эта программа учитывает всю физику реального мира, включая контроллер робота и систему управления. Таким образом, изначально спроектировав виртуальный комплекс и проверив параметры его функционирования, мы можем быть уверены, что, когда реальный робот и соответствующее оборудование поступят на объект, все будет работать так, как было спроектировано.

– Важное свойство промышленных роботов – возможность их перепрограммирования на выполнение новых производственных операций, для чего существует огромное количество соответствующего программного обеспечения, разрабатываемого различными компаниями. Как сделать выбор из этого изобилия ПО, если предприятие предполагает самостоятельно производить необходимые изменения в технологических процессах? Какие здесь могут быть “подводные камни”?

Степан Сурнин, компания Mitsubishi Electric. Роботы тем и хороши, что в процессе эксплуатации их можно перепрограммировать на другие задачи и при переоборудовании производственных линий перекалибровать с одних операций на другие. Это решается изменением настроек и алгоритмов робота. Именно поэтому некоторые заказчики решаются на применение роботов в своих производствах — с ними функциональность и адаптивность технологической линии становится значительно выше.

Выбор конкретного ПО тесно связан с выбором роботов и задачами, которые они должны решать. Однако лучше всего для перепрограммирования ро-

ботов подходит то программное обеспечение, которое разрабатывается производителем этих роботов. Важно только, чтобы оно поддерживало используемую модель робота. Такое ПО, как правило, приобретается вместе с роботом. Возможность диагностики, управления и перепрограммирования роботов предоставляет также пульт. Mitsubishi Electric регулярно проводит курсы обучения инженеров, после которых заказчики в состоянии перепрограммировать робота собственными силами. Возможно также привлечение наших партнеров, которые помогут адаптировать робота под новую задачу.

Что касается “подводных камней”, то их может быть множество, так как каждое применение робота сейчас превращается, можно сказать, в исследовательски-испытательную работу. Самый распространенный “камень преткновения” — неверный расчет производительности роботов. Когда не проводится моделирование и детальная предварительная оценка, очень легко ошибиться в своих представлениях о возможностях роботов. Мы рекомендуем оценивать производительность роботов за смену или за сутки, то есть за период, когда линия может находиться в разных режимах работы и обслуживания. Серьезные осложнения при эксплуатации роботов могут быть вызваны пренебрежением требованиями безопасности.

Ярослава Чекавинская, компания Schneider Electric. Во-первых, конечно же, лучше всегда выбирать софт известного вендора, который давно существует на рынке и имеет стабильные позиции. Потому что именно такой вендор в долгосрочной перспективе сможет оказать поддержку и обучить персонал. Есть перспективные небольшие компании, которые производят качественный софт, но нужно понимать, что если такая компания уйдет с рынка, то обратиться за поддержкой будет не к кому.

Во-вторых, сейчас развивается тенденция к упрощению программирования роботов. Ее хорошо иллюстрирует пример коллаборативных роботов — это роботы, которые работают в непосредственной близости с человеком и не могут причинить ему вред, так как на теле у робота есть специальные силомоментные датчики, исключающие столкновение с человеком. Данный тип роботов позволяет программирование в ручном режиме, при котором оператор, прикладывая усилия к манипулятору, показывает ему нужные действия, а робот сохраняет программу движений в своем контроллере. Поэтому, если речь идет о мелкосерийном производстве, где персоналу нужно часто перепрограммировать роботов, коллаборативный робот может стать идеальным вариантом. Сейчас такие роботы производятся для работы с небольшими весами, но технологии быстро развиваются и скоро такой тип роботов будет доступен и с более высокой грузоподъемностью.

Сергей Шегай, компания “Робовизард”. Я думаю, что особых требований к выбору ПО, касающегося промышленных роботов, нет. Здесь применимы все те требования, которые предъявляются к стандартному программному обеспечению: оно должно быть понятным, надежным, совместимым и адаптируемым.

Михаил Медведев, компания “СОЛЛЕРС Инжиниринг”. На выбор ПО для обеспечения работоспособности РТК оказывают влияние такие факторы, как:

- ▶ используемое ПО для ранее внедренных РТК;
- ▶ возможность выбрать минимальное количество ПО для различных РТК, в идеале – одно;
- ▶ минимальная зависимость от обновлений ПО;
- ▶ опыт работы персонала при модернизации РТК в части изменения/корректировки ПО в процессе производства;
- ▶ стоимость владения или стоимость сервисного обслуживания.

В любом случае адаптация программного обеспечения для внедряемого робототехнического комплекса осуществляется совместно с разработчиками софта. Это позволяет проводить собственную политику по модернизации РТК и быть в курсе текущих трендов при возможных обновлениях.

Александр Новоселов, компания АВВ. Случаи, когда роботов требуется перепрограммировать, бывают редко. В основном это нужно тогда, когда необходимо начать производство новых деталей, которые не были предусмотрены изначально. В решении задачи по перепрограммированию может помочь программа RobotStudio и пульт робота, которые входят по умолчанию в комплект поставки. То есть, для перепрограммирования не требуется никакого стороннего ПО. Следует только отметить, что при запуске в производство новых деталей может понадобиться дополнительное оборудование, например оснастка. В таких случаях лучше всего обращаться к производителю роботов или партнерам-интеграторам.

Равиль Хисамутдинов, ПАО “КАМАЗ”. У нас в эксплуатации более 400 промышленных роботов и манипуляторов от разных производителей, и никогда подобного рода проблем не возникало. Есть обученные инженеры и наладчики, которые успешно решают такие задачи.

Алиса Конюховская, НАУРР. Я бы не сказала, что роботов ставят на любые производственные операции. Здесь важно, чтобы операции были массовыми, высокоповторяемыми и алгоритмированными, потому что в ином случае может получиться так, что установленный на линию робот будет недозагружен. Хотя сейчас и есть уже ПО, которое позволяет автоматизировать мелкосерийное производство на базе роботов, но пока это новые разработки, которые еще проходят тестовые внедрения и широкого распространения они пока не получили. Чаще всего выбор ПО связан с вендором, чье оборудование устанавливается, поскольку у каждого из них есть свое ПО.

Юрий Никитин, ЗАО ЧП “Сеспель”. Опыт нашего предприятия позволяет сделать вывод, что лучше сделать выбор в пользу ПО от производителя роботов. Мы применяем роботы FANUC и используем приложение FANUC ROBOGUIDE. Оно позволяет нам работать с большим количеством изделий. Так как изделий у нас много, и они разные, то приходится регулярно писать новые программы и производить изменения в

технологических процессах. Обходимся своими силами – сами производим изменения в технологическом процессе, сами подбираем режимы сварки, покраски и чистки, сами пишем траектории. Все эти задачи решаем с помощью приложения ROBOGUIDE. Наши технологи и операторы упрощают написание управляющих программ, применяя функции шаблонов и массива приложения ROBOGUIDE.

Дмитрий Кайнов, компания FANUC. Для моделирования относительно небольших по объему задач мы рекомендуем использовать ПО, разработанное вендором (в частности, FANUC ROBOGUIDE). В случае, если ведется разработка большого по объему и количеству использованного оборудования проекта, приоритет в основном отдается универсальным программным комплексам.

В качестве “подводных камней” применения универсального ПО я бы назвал возможные трудности в случае необходимости провести моделирование сложной роботизированной ячейки с множеством дополнительных степеней подвижности (например, сложных порталных механизмов). Моделирование такого рода систем может потребовать дополнительных консультаций со стороны технических специалистов производителя промышленных роботов. FANUC оказывает такую поддержку своим заказчикам.

– Насколько целесообразна и в каких случаях интеграция роботов с производственными ИТ-системами предприятия (SCADA, MES, GMS и др.), а также PLM и платформами IoT?

Степан Сурнин, компания Mitsubishi Electric. Это несколько философский вопрос. Все зависит от степени и сложности автоматизации предприятия. Роботы не функционируют в “вакууме”, они как минимум обмениваются данными и получают команды от системы управления технологическим процессом или производственной линии. Степень их интеграции в информационную среду предприятия зависит от необходимости постоянного контроля и анализа их состояния на верхнем уровне системы управления.

Роботы Mitsubishi Electric легко интегрируются в верхние уровни автоматизации благодаря имеющемуся у контроллера 1GB Ethernet-порту. Более того, сам робот является источником Больших данных. Помимо простых команд от системы управления роботу можно передавать задания, позиции, выбор режима, координаты из системы технического зрения или программного постпроцессора. Робот может передавать “наверх” данные о времени работы и простоя, значениях токов и своих положений в реальном времени, диагностические сообщения. Вся эта информация может быть проанализирована на уровне SCADA, MES, BI и других систем. Такой подход является реализацией принципов превентивной диагностики, дающей возможность задолго до полного выхода из строя механических узлов отследить повышение токов электроприводов робота либо отклонение от положений и своевременно принять меры. Это позволяет не выходить за рамки плано-

вого обслуживания и максимально сократить аварийные остановки линий.

Равиль Хисамутдинов, ПАО “КАМАЗ”. Интеграция роботов в цифровую платформу предприятия абсолютно необходима, так как это позволяет получить целый ряд преимуществ по сравнению с неподключенным роботом. Сам робот является как потребителем, так и источником информации.

Ярослава Чекавинская, компания Schneider Electric. Я бы сказала, что без интеграции с такими системами, как SCADA, MES, QMS, использование роботов эффективно лишь на 50%. Робот, безусловно, выполняет задачи быстрее, точнее, лучше, но как без системы сбора и анализа данных объекта возможно оценить это самое “лучше”, как без них оптимизировать работу всего производственного оборудования? Интеграция позволяет посмотреть на картину производства комплексно, организовать прослеживаемость производства, оцифровать контроль качества, проводить предиктивную аналитику, организовать планирование в цифровом формате и многое другое. Если же мы говорим о мобильных роботах, то они вообще обязаны быть интегрированы с системами класса MES и WMS (системами управления складом).

Юрий Никитин, ЗАО ЧП “Сеспель”. Интеграция промышленных роботов с производственными ИТ-системами позволяет значительно повысить эффективность работы роботов. Но нужно понимать, что степень востребованности такой интеграции зависит от того, насколько автоматизировано производство. При малой степени автоматизации данная задача не так актуальна.

Мы на предприятии внедрили систему интеллектуального мониторинга промышленного оборудования Omnicube.Industry. Это программно-аппаратный комплекс для сбора, обработки и хранения данных, поступающих со станков с ЧПУ, роботов и их оснастки для единого мониторинга всей производственной структуры предприятия. Система отображает текущий статус оборудования, позволяет анализировать его работу, оперативно реагировать на возможные неполадки и планировать проведение сервисного обслуживания.

Пользователь системы получает удобный инструмент аналитики производительности оборудования и эффективности работы операторов, в том числе по выполняемым программам, возникающим ошибкам и количеству производственных операций. В результате у нас увеличилась эффективность использования промышленных роботов. И это только благодаря одной работе со статистическими данными.

Дмитрий Кайнов, компания FANUC. Если предприятие нацелено на долгосрочное развитие и повышение своей конкурентоспособности на рынке, интеграция промышленных роботов с существующими производственными ИТ-системами является необходимостью. Это позволяет включить роботизированные ячейки в системы оперативно-календарного планирования, диспетчеризации, мониторинга и управления производством. Если же предприятие еще находится на этапе принятия решения о целесообразности таких систем, установка роботизированных линий в любом

случае является стимулирующим фактором для принятия такого решения.

Александр Новоселов, компания ABB. Интеграция роботов с ПО верхнего уровня или оборудованием не является чем-то уникальным. Такой подход обычно встречается при высоком уровне автоматизации предприятий. Целесообразность такого подхода зависит от потребностей предприятия и поставленных задач, в том числе задач по контролю расхода материала при производстве, при автоматической смене производимого продукта и т.д. Роботы – это очень “гибкое” оборудование, которое можно подключить ко всем системам. Более того, они являются идеальными “работниками” при интеграции с такими системами – хранят и предоставляют всю информацию о своем состоянии, пробеге, выполненных операциях и возникающих ошибках.

Сергей Шегай, компания “Робовизард”. Промышленный робот – это, по сути, манипулятор, который глубоко интегрирован в производственный процесс и жестко связан в технологической цепочке со всем остальным оборудованием. Поэтому при наличии какой-либо общей управляющей производственной системы он, конечно же, должен входить в нее, иначе как же возможно управление всей производственной линией, если некоторые принципиальные ее компоненты не будут подключены к единому пункту управления.

Михаил Медведев, компания “СОЛЛЕРС Инжиниринг”. РТК – это оборудование, и в отношении него действует единый подход к интеграции оборудования в производственные ИТ-системы: это производится при наличии необходимости в online-взаимодействии, при возможности корректировки процесса дистанционным способом, при необходимости получения обратной связи о результатах процесса, при системном отслеживании и анализе показателей качества выпускаемой продукции.

– Важнейшим компонентом промышленных роботов, от которого во многом зависит сложность и разнообразие выполняемых ими задач, является ПЛК. Какими характеристиками должен обладать контроллер (возможно, это должен быть специализированный класс устройств?), чтобы позволять встраивание любых дополнительных программных и аппаратных опций, позволяющих роботу выполнять те или иные технологические операции?

Александр Новоселов, компания ABB. Контроллер робота – это, как известно, специальный промышленный компьютер, являющийся по сути “мозгом” робота. Это как раз то “поле боя”, на котором конкурируют все производители роботов, постоянно совершенствуя внутренний хард и софт. От контроллера зависит больше половины успеха в том, чтобы робот был качественным и универсальным. Если основным назначением робота будет выполнение простой укладки (тех или иных предметов или грузов), не требующей особой точности и высокой скорости, то с этой задачей справится любой контроллер. Но если от робота требуется прецизион-

ная точность, большая скорость, гибкость применения, удобство программирования, например для целей электродуговой сварки или тем более лазерной, тогда роботу нужен качественный и передовой ПЛК.

Степан Сурнин, компания Mitsubishi Electric. Современный контроллер робота должен быть компактным, защищенным и самое главное высокопроизводительным, чтобы осуществлять эффективное управление роботом в реальном времени. Это реализуется путем просчета оптимизированной математической модели управления движением много-массовой системы.

Такой контроллер должен позволять интеграцию как с промышленными полевыми шинами, так и с верхними уровнями автоматизации, то есть обеспечивать поддержку стандартных и общепринятых протоколов связи.

Дополнительной желательной характеристикой контроллера является возможность гибкого набора плат расширения различного назначения – входов/выходов, сетевых интерфейсов и протоколов.

Сергей Шегай, компания “Робовизард”. Главной характеристикой контроллера промышленного робота является его быстродействие. Чем меньше времени пройдет от момента получения информационного сигнала до передачи управляющего, тем производительнее будет робот. Все современные тренды в развитии контроллеров для промышленной робототехники воплощены в новом контроллере роботов Kawasaki (буквенное обозначение F). Это, во-первых, универсальность – в нем уже заложены глобальные спецификации для данного класса устройств, принятые в большинстве стран, и он не требует дополнительной настройки под национальные стандарты; во-вторых, это мультиканальность – контроллер поддерживает большинство промышленных интерфейсов и дает возможность подключения до четырех 32-х канальных модулей, благодаря чему он может управлять действиями не только самого робота, но и слаженной работой оборудования небольшой фабрики; в-третьих, энергоэффективность – встроенная функция рекуперации электроэнергии дает экономию до 10%. И последнее, контроллер имеет совсем небольшие размеры, являясь, вероятно, самым компактным и легким в своем классе.

Равиль Хисамутдинов, ПАО “КАМАЗ”. Контроллер – это по сути “мозг” робота, который позволяет автоматизировать его действия. У каждого разработчика роботов свои решения в части ПЛК, и это зависит от сложности задач автоматизации. В управлении роботом может участвовать и внешний контроллер. Все зависит от решаемых задач с участием робота.

Ярослава Чекавинская, компания Schneider Electric. Контроллер должен быть легко программируемым, интегрироваться в промышленные процессы, иметь невысокую стоимость обслуживания и обеспечивать высокую скорость ремонта, быть производительным, обеспечивать точность движений робота и безопасность его взаимодействия с человеком.

Юрий Никитин, ЗАО ЧП “Сеспель”. Промышленные контроллеры – это устройства, которые управ-

ляют, регулируют, контролируют, собирают данные, обмениваются ими и выполняют диагностику.

На сегодняшний день систему управления роботом можно построить и на обычных высокопроизводительных ПЛК. Но уже на протяжении долгого времени производители предоставляют свои линейки специализированных ПЛК с программным обеспечением, ориентированных именно на использование их в промышленных роботах.

ПЛК промышленных роботов позволяют успешно интегрировать их с любым промышленным оборудованием, представленным в рамках производства. ПЛК управляют не только самим роботом, но способны управлять и другими компонентами системы, что значительно снижает общую сложность интеграционных решений.

Компания FANUC предлагает один контроллер для всех типов роботов, поэтому контроллер не подбирается под конкретную модель манипулятора, то есть все роботы FANUC универсальны и могут выполнять любые задачи. К примеру, покрасочный робот может без проблем выполнять сварочные операции или перекладывать грузы. Для этого достаточно для каждого конкретного процесса загрузить необходимую дополнительную опцию.

На каждом роботе установлен ПЛК с заведомо большой вычислительной мощностью, поэтому он способен выполнять множество функций, которые активируются в зависимости от комплектации и дополнительного программного обеспечения.

ПЛК роботов имеют модульную структуру, благодаря чему для каждой технологической задачи можно подключить несколько дополнительных приводов либо подобрать определенный набор блоков входов-выходов – дискретных, аналоговых, интерфейсных, а также использовать общепринятые промышленные протоколы связи, что позволяет интегрировать роботы с любым производственным оборудованием.

Дмитрий Кайнов, компания FANUC. Контроллер робота является одним из важнейших элементов роботизированной системы. Основными требованиями к нему являются надежность, быстродействие, широкие возможности по коммуникации с другими элементами роботизированной системы для передачи данных по промышленным протоколам, наличие встроенной системы обеспечения безопасности. Также важно, чтобы контроллер мог выполнять дополнительные функции, такие как обработка 2D- и 3D-изображений, полученных от систем технического зрения, получение и обработка сигналов от различных датчиков и анализ всех этих данных с применением алгоритмов искусственного интеллекта с целью оптимизации работы системы. Чтобы обеспечить такой уровень интеллектуальности и многозадачности промышленных манипуляторов, FANUC пошла по принципиально иному пути на сегодняшнем рынке конкурентных устройств. Контроллер робота FANUC построен на базе систем ЧПУ, что является принципиально иным классом устройств по сравнению со стандартным промышленным контроллером. Использование ЧПУ в управлении роботом

позволяет с высокой точностью управлять большим количеством осей, а также выполнять программы любой сложности, в том числе с применением алгоритмов машинного обучения.

– Какие технологии Индустрии 4.0 имеют перспективы применения при внедрении и использовании роботов в производстве с целью расширения их возможностей (AR/VR, Big Data, BI и др.)?

Ярослава Чекавинская, компания Schneider Electric. Все упомянутые технологии Индустрии 4.0 уже активно используются, просто ежегодно мощности растут, открывая новые возможности. Если заглянуть в будущее, то наверняка искусственный интеллект позволит перепрограммировать роботов под адаптивное производство, и один и тот же робот будет выполнять разные задачи в зависимости от того, какой заказ получило производство. Роботизированные системы начнут подвергаться кривой обучаемости. Не стоит забывать и о Цифровом двойнике, эта технология уже играет сегодня важную роль в планировании и организации производства.

Александр Новоселов, компания ABB. Я уже упоминал, что компания ABB активно использует средства VR и AR при проектировании РТК и общении с заказчиком. С помощью VR можно погрузить клиента в виртуальный мир, чтобы он увидел комплекс в реальном масштабе. Помимо этого, в виртуальном пространстве программисту интуитивно легче и быстрее программировать робота. С помощью AR можно наложить проекцию на участок реального производства, куда планируется установить робота. Это позволяет сформировать полноценное представление о еще не приобретенном решении и его преимуществах, а также увидеть сложности, с которыми можно столкнуться при внедрении и которые можно не заметить при просмотре проекта на экране монитора.

Дмитрий Кайнов, компания FANUC. Промышленные роботы являются неотъемлемым элементом “умной фабрики”. Вместе с ними могут найти свое применение практически все компоненты Индустрии 4.0. Уровень применения того или иного компонента цифрового производства в большой степени будет зависеть от информационных систем, способных к интеллектуальной обработке получаемых от оборудования данных.

Сергей Шегай, компания “Робовизард”. Промышленная робототехника как неотъемлемый атрибут Индустрии 4.0 в полной мере совместима со всеми ее технологиями. Все они призваны обеспечивать взаимосвязь и бесперебойную работу людей и оборудования в едином информационном поле. Собираемые данные помогают не только планировать работу, но и прогнозировать возможные проблемы в функционировании оборудования или планировать его сервисное обслуживание. Что касается возможности и/или целесообразности использования AR/VR при создании новых изделий, то в скором времени все процессы будут перенесены в виртуальную среду и станет возможным не только создать новое изделие, но и “пройти” с ним всю производствен-

ную цепочку, чтобы отработать технологию по его производству. И технологии дополненной реальности призваны устранить разрыв между цифровым и физическим производствами.

Равиль Хисамутдинов, ПАО “КАМАЗ”. Технологии Индустрии 4.0 нацелены в перспективе на создание умных производств с минимизацией человеческого труда и принятием целого ряда оперативных решений без участия человека, а исполнителями “умных решений” как раз и будут роботы. AR/VR-технологии станут “компетенциями” роботизированных комплексов и будут гармонично встроены в них для применения на конкретных технологических позициях.

Степан Сурнин, компания Mitsubishi Electric. Как уже говорилось, робот сам по себе является источником Больших данных и таким образом предоставляет огромное поле для их анализа с целью оптимизации процесса и проведения предиктивной аналитики.

AR-технология имеет огромный потенциал применения для организации эффективной работы обслуживающего персонала, благодаря выведению на очки либо экран дополнительной информации об оборудовании и его состоянии. У Mitsubishi Electric есть опыт применения AR-решений на заводах в Японии. Обслуживающим инженерам на очки передаются актуальные показатели работы роботов, дополнительные технические данные и этим же способом реализовано меню пользователя оператора роботизированных ячеек.

Технология VR, вероятно, станет новым инструментом моделирования технологических линий, давая возможность во всех деталях предусмотреть оснащение и все нюансы использования роботов. Также эта технология является идеальным средством для безопасного обучения персонала и отработки им действий во внештатных ситуациях.

Анализ Больших данных, генерируемых роботами, производится с момента их массового применения на заводах в Японии в середине нулевых. В этом направлении наши японские коллеги прошли большой путь. Интересно отметить, что когда ИТ-службы начали сохранять все данные роботов с очень маленькой дискретизацией по времени, их очень быстро накопилось столько, что не то чтобы анализировать, а сохранить все было нереально. Таким образом, им пришлось провести огромную работу по оптимизации и выработке алгоритмов структурирования и анализа данных.

Юрий Никитин, ЗАО ЧП “Сеспель”. Робототехника тесно связана с большим набором данных. Производственные площадки по всему миру генерируют их в огромном количестве. У этих данных нет унифицированного формата, они могут быть как структурированным, так и неструктурированным. Много лет сгенерированные данные никак не использовались, поскольку на них не проводилась аналитика. Но сейчас, с появлением технологии Big Data, эти данные можно легко обрабатывать и анализировать. Теперь, создатели роботов могут использовать Большие данные в режиме реального времени, чтобы предоставить роботам практически неограниченные входные параметры, что в свою очередь значительно расширяет их возможности. Ожидается,

что в ближайшее десятилетие применение технологии Big Data в робототехнике значительно вырастет.

Применение технологий виртуальной реальности способно обеспечить безопасное использование роботов в интерактивном режиме, а также в реальном времени на объектах, где окружающая среда вредна для человека. Данная технология открывает также возможности работы с роботами для людей, не имеющих специальной подготовки в программировании и управлении роботизированными механизмами, что дает несомненные преимущества работодателям в подборе персонала.

В Лаборатории автоматизированных технологий и робототехники Университета Джонса Хопкинса был разработан прототип системы для программирования и взаимодействия с промышленным роботом с помощью погружения в виртуальную реальность. Технология IVRE (Immersive Virtual Robotics Environment) оснащена стереочками Oculus Rift а также ручными датчиками движения рук Razor Hydra. Пользователь, используя возможности виртуального пространства, способен не только управлять роботом в реальном времени, но и использовать виртуальное меню и другие объекты, необходимые для выполнения поставленных задач. Разработчики данного приложения надеются, что их продукт будет полезен во многих сферах, начиная с космоса и заканчивая малым бизнесом, поскольку IVRE позволяет запрограммировать движения робота значительно быстрее, чем классическое блочное или офлайн-программирование.

Алиса Коноховская, НАУРР. В робототехнике все шире встречаются разработки, основанные на IIoT-технологии. Например, есть решения, которые обеспечивают нулевое время простоя. Робототехническое оборудование оснащается сенсорными датчиками, которые отслеживают его состояние и определяют степень его изношенности, позволяя таким образом предиктивно осуществлять обслуживание. Это критически важная технология, поскольку, если промышленный робот и оборудование выйдут из строя или какой-то участок перестает корректно работать, может остановиться вся производственная линия, что может привести к огромным убыткам для предприятия.

– Каковы перспективы использования искусственного интеллекта, если вести речь о создании полностью роботизированных производств? Как скоро такие производства могут стать реальностью?

Александр Новоселов, компания ABB. Искусственный интеллект все больше проникает в промышленность, и область робототехники не исключение. С помощью ИИ робот может стать не просто инструментом, который нужно настраивать и программировать, но и полноценным центром принятия решений на производстве. Речь идет о том, что роботы смогут сами себя программировать и менять свою программу в реальном времени так, чтобы достигнуть

намеченного человеком результата. ABB уже активно применяет ИИ в роботизированных решениях, например по сортировке мусора и сортировке посылок в почтовой логистике.

Сергей Шегай, компания “Робовизард”. Человечество медленно, но неуклонно движется в сторону безлюдного производства. Разрабатываются нейросети и системы, управляемые искусственным интеллектом. В мире уже есть примеры производств с очень высокой степенью автоматизации и роботизации. В Kawasaki давно ведутся работы в этом направлении. Созданная компанией система Successor уже активно применяется на наших собственных заводах. Пока что она умеет распознавать и окрашивать различные детали.

Весной 2020 года была выпущена система для металлообрабатывающих производств, которая снимает заусенцы и обрабатывает металлические поверхности. На подходе система для автопрома, которая будет помогать устанавливать сиденья в автомобили. Примечательно, что роботы, объединенные в одну сеть, не только обучаются у человека тем или иным операциям, но могут делиться информацией друг с другом и взаимно обучаться. В конечном итоге эта система сможет управлять производством, функционирующим полностью без участия человека где-нибудь на другом конце света, и не просто управлять, а делиться опытом с “собратями” и обучать их новым навыкам. Для этого активно разрабатываются технологии ИНС и ИИ (искусственных нейронных сетей и искусственного интеллекта). Перефразируя известную фразу одного из самых спорных политиков прошлого века, можно с уверенностью сказать, что нынешнее поколение будет жить при полностью безлюдном производстве.

Ярослава Чекавинская, компания Schneider Electric. Искусственный интеллект уже сейчас позволяет роботам идентифицировать сложные объекты и проводит прогнозную аналитику. Но это не единственное применение ИИ в роботизации. Надо понимать, что если производство будет полностью роботизированным, то оно лишится своего важного конкурентного преимущества для сокращения себестоимости – управления кривой обучаемости. И как я уже сказала выше, ИИ возможно сможет привнести функцию обучения и в роботы.

Степан Сурнин, компания Mitsubishi Electric. Искусственный интеллект все ближе подбирается к нижнему уровню АСУ ТП, то есть к тому слою автоматизации, на котором трудятся роботы. Уже сейчас есть отдельные внедрения средств ИИ, направленные на обеспечение оптимальных траекторий движения роботов, подбор и расчет скоростей и ускорений движущихся частей для достижения максимальной производительности с сохранением необходимого уровня безопасности. В компании Mitsubishi Electric зарегистрирован отдельный бренд MAISART, под которым трудится глобальное подразделение по использованию искусственного интеллекта в прикладных задачах промышленной автоматизации. Результатом работы подразделения уже стали интересные

решения с использованием системы технического зрения, когда роботы выбирают оптимальные траектории движения либо места остановки по результатам обработки видеоданных с нескольких камер. ИИ оптимизирует управление несколькими роботами, когда поведение технологического объекта очень вариативно и не решается с помощью традиционного программирования. Также ИИ встраивается в контроллеры для анализа данных с полевого уровня цеха, что позволяет прогнозировать плановое техническое обслуживание и рассчитывать ресурс работы элементов оборудования. Подробную информацию об этом можно найти на нашем YouTube-канале.

Дмитрий Кайнов, компания FANUC. Процесс использования технологий искусственного интеллекта применительно к промышленным роботам идет уже довольно активно на протяжении нескольких лет. Данные технологии используются для повышения скорости и точности роботов при решении определенных задач. Разрабатываются специализированные программные опции, которые позволяют роботу обучаться в процессе работы и улучшать свои характеристики. Одним из примеров такого решения может быть программная опция FANUC AI path control, которая позволяет существенно улучшать качество выпускаемой продукции при использовании робота в операциях лазерной резки и сварки. Если мы говорим об использовании искусственного интеллекта при создании полностью роботизированных фабрик, то в рамках концепции Индустрии 4.0 данная технология является частью информационных систем, которые должны взаимодействовать с промышленными роботами, получать от них операционные данные и использовать их для улучшения технологии и показателей деятельности всего производства. Примером такого роботизированного производства является полностью роботизированная фабрика по производству промышленных роботов FANUC, расположенная в Японии.

Юрий Никитин, ЗАО ЧП “Сеспель”. ИИ начинает оказывать все большее влияние на множество отраслей, в том числе и на область промышленной робототехники. Сочетание искусственного интеллекта и робототехники открыло широкие возможности для продвинутой автоматизации.

Традиционно роботы обладают способностью взаимодействовать с объектами, расположенными на траектории их движения, если объекты известны и их пространственное расположение определено. Современные роботы, оснащенные датчиками, могут быть запрограммированы с помощью ИИ для определения конкретного объекта, вне зависимости от его расположения в рабочем пространстве. С помощью такой технологии искусственного интеллекта, как машинное обучение, роботы за короткое время учатся обращаться с объектами, с которыми они раньше не работали. Алгоритм, используемый в машинном обучении, совершенствуется по мере того, как робот взаимодействует со все большим количеством объектов.

ИИ позволяет роботам достигать высокой точности передвижений в сложных и непредсказуемых для них средах. Изначально роботов запрограммировали на

комбинации линейных маневров, которые они совершают на основе указаний от сигналов, передаваемых встроенными в их среду устройствами. Такие роботы неспособны маневрировать, встретив на своем пути неожиданные препятствия. Все, что они могут сделать, это остановиться, чтобы предотвратить неминуемое столкновение. И они не могут найти альтернативный маршрут, чтобы добраться до места назначения. Робот с поддержкой ИИ будет маневрировать по ходу своего движения, производя в реальном времени обновление предварительно запрограммированной навигационной карты или создавая новую карту с нуля в реальном времени.

ИИ используется также для обеспечения оптимальной надежности и точности работы роботов. С помощью ИИ определяется подходящий период времени для комплексного обслуживания роботов. Это помогает клиентам избежать неожиданных поломок и связанных с ними затрат на капитальный ремонт. Производительность роботов повышается за счет проведения углубленного анализа данных, получаемых от его датчиков потребления энергии и движения. Программа, запускающая робота, может быть скорректирована в реальном времени с использованием выходных данных алгоритма ИИ.

В крупных проектах автоматизации работы связаны с различными установками в рамках технологического процесса. Здесь ИИ используется для анализа данных, получаемых со всех подключенных машин, что помогает оптимизировать весь процесс.

В целом можно утверждать, что конечный результат применения ИИ в робототехнике будет состоять в том, что робот будет получать задание в общем виде и далее он будет самостоятельно принимать решения и планировать свои действия в распознаваемой им неопределенной или сложной обстановке.

– Как решается вопрос с обеспечением кибербезопасности промышленных роботов? Существует какое-то специальное направление разработок в этой области или данный вопрос решается в рамках общей политики информационной безопасности предприятия в части защиты индустриального оборудования?

Равиль Хисамутдинов, ПАО “КАМАЗ”. Безусловно, данный вопрос решается в рамках общей политики информационной безопасности предприятия. Промышленные роботы так же уязвимы, как и любое индустриальное оборудование с числовым программным управлением.

Дмитрий Кайнов, компания FANUC. Чаще всего вопросы, связанные с обеспечением кибербезопасности использования промышленных роботов, находятся в рамках общей политики информационной безопасности предприятия. Однако применительно к роботам FANUC вопрос защиты от киберугроз решен применением контроллера на базе ЧПУ, что существенно повышает устойчивость нашего оборудования к такого вида угрозам по сравнению с контроллерами на базе промышленных компьютеров.

Александр Новоселов, компания ABB. У компании ABB накоплен обширный опыт в области кибербезопасности, и вопрос защиты и конфиденциальности данных заказчиков – один из наших приоритетов. Безопасность выпускаемых компанией роботов обеспечивается комплексной системой мер. Так, мы разработали платформу ABB Ability, предоставляющую функции и протоколы для защиты IP заказчика. Помимо этого ABB постоянно внедряет инновации в области цифровой безопасности. Так, единая группа экспертов под названием Group Cyber Security Council активно участвует в разработке стандартов для Platform Industrie 4.0 и Industrial Internet Consortium. Эта группа также работает с десятками университетов по всему миру и ежегодно собирает ведущие умы в области информационной безопасности для участия в Глобальном технологическом форуме.

Степан Сурнин, компания Mitsubishi Electric. Кибербезопасность – актуальное и очень перспективное направление в промышленной автоматизации. Помимо стандартных рекомендаций использования межсетевых экранов, создания эффективных демилитаризованных зон на предприятиях, отключения веб-интерфейсов и повышения уровня ИТ-грамотности персонала мы также рекомендуем некоторые специальные решения. Например, мы сотрудничаем с компанией “Лаборатория Касперского” и уже провели успешные совместные испытания на устойчивость наших продуктов к кибератакам. В стендовых испытаниях была проверена работа оборудования и ПО Mitsubishi Electric и решения “Лаборатории Касперского” KICS for Network. Их совместное применение отвечает требованиям стандарта IEC 62443.

Ярослава Чекавинская, компания Schneider Electric. Во-первых, в России «Лаборатория Касперского» разрабатывает специальные пакеты защиты оборудования под контроллеры разных вендоров. Во-вторых, контроллеры оснащаются безопасными протоколами, например такими как OPC UA, MQTT и др.

Сергей Шегай, компания “Робовизард”. Нет необходимости в разработке отдельной системы кибербезопасности для промышленных роботов, так как они тесно взаимодействуют с остальными производственными компонентами и поэтому вполне успешно подчиняются общей политике по информационной безопасности предприятия.

– Могли бы вы поделиться примерами роботизированных производств, организованных с применением продукции, созданной на базе решений вашей компании?

Александр Новоселов, компания ABB. В ближайшее время ABB планирует открыть новый завод в Китае по производству роботов в соответствии со стандартами Индустрии 4.0. Это будет уже второй наш завод в этой стране. На предприятии большую часть операций будут выполнять роботы, то есть роботы будут собирать роботов. Компания ABB – один из лидеров в робототехнике, и у нас накоплен обширный портфель решений, начиная от сборки роботом YuMi электриче-

ских розеток до сборки контроллеров на нашем основном заводе по производству роботов в Швеции.

Равиль Хисамутдинов, ПАО “КАМАЗ”. Самый яркий пример автоматизации производства с применением робототехнических комплексов в деятельности “КАМАЗ” – это большой проект на базе наших решений в альянсе с автомобильным концерном Daimler по роботизации производства каркасов кабин, где на принципах Индустрии 4.0 в технологические линии интегрированы более 100 роботов.

Юрий Никитин, ЗАО ЧП “Сеспель”. Хорошим примером модернизации производственной среды с помощью роботов является завод “Сеспель”. Повышение технологичности и эффективности производства путем роботизации процессов является одной из стратегических целей предприятия.

Начали мы с роботизации сварочных процессов – разработали и изготовили три вида робототехнических сварочных комплексов. В эксплуатацию было запущено четыре РТК для сварки цистерн. В результате при той же численности персонала увеличился выпуск полуприцепов-цистерн и повысилось качество сварных швов. Сегодня потенциал РТК используется лишь на 30-40% по той причине, что просто нет такого количества заказов, чтобы полностью загрузить комплексы. В среднем предприятие сегодня производит 120-150 полуприцепов в месяц, но наши РТК легко справятся с выпуском до 400 полуприцепов в месяц. К тому же роботизация сварочного процесса экономит материалы на несколько миллионов рублей в год.

После внедрения и отладки работы сварочных комплексов мы роботизировали покрасочные процессы. На нашем производстве работает пока один покрасочный РТК, поскольку даже он не загружен на весь свой потенциал.

В 2020 году мы запустили в эксплуатацию робототехнический комплекс термоабразивной очистки и горячего цинкования. Роботизация данной технологической операции также значительно повышает эффективность процесса очистки. К тому же РТК минимизирует нахождение людей в опасной для здоровья человека среде.

Роботизация нашего производства позволила нам увеличить выпуск продукции при той же численности сотрудников, дала возможность повысить качество процессов, сэкономить миллионы рублей на расходных материалах, уменьшить вред для здоровья рабочих и заложить большие резервы производственной мощности.

Дмитрий Кайнов, компания FANUC. Одним из примеров массового внедрения роботов на производстве может служить наш партнер Машиностроительный завод “Тонар”, расположенный в Московской области. Завод начал свою работу в 1990-м году с выпуска прицепов для легковых автомобилей и на сегодняшний день является крупнейшим российским производителем магистральной и прицепной техники. Вся продукция завода – его собственной разработки.

С 2013 года предприятие в тесном сотрудничестве с инженерами FANUC начало планомерное внедрение

промышленных роботов. На сегодняшний день типовые сварочные операции, сварка каркасных конструкций и деталей кузовов выполняются на роботизированных комплексах. На заводе работают более 30 роботов FANUC, которые используются для плазменной резки металла, фрезеровки, сварки кузовов, бортов, узлов и балок осей. Также в этом году была запущена линия по покраске. Для своих роботизированных ячеек инженеры завода с поддержкой наших специалистов проектируют уникальные решения, аналогов которых нет в России. Постоянный фокус на роботизацию и повышение эффективности производства позволяет заводу укреплять свое лидерство по производству прицепной и полуприцепной техники в России, а также непрерывно осваивать выпуск новой продукции.

Степан Сурнин, компания Mitsubishi Electric.

Наш партнер, компания «БЕТАР» создала высокопроизводительный 16-ти осевой трансферный станок на базе стойки ЧПУ Mitsubishi Electric. В качестве загрузчика заготовок используется удлинённый 6-ти осевой робот грузоподъемностью 7 кг.

Другой наш партнер, компания «Стим Робот» выполнила ячейку контроля качества для производителя автомобильных компонентов, основным потребителем которых является предприятие «КАМАЗ». В этом применении робот с помощью системы технического зрения определяет размеры, наличие и точность расположения всех элементов изделия, а затем проверяет работоспособность, поочередно переводя механизм во все рабочие положения.

Сергей Шегай, компания «Робовизард».

Промышленные роботы Kawasaki очень давно знакомы российскому потребителю. В музее ЦНИИ РТК стоит один из первых промышленных роботов, произведенных Kawasaki в далекие 60-е годы прошлого столетия. Нашим многолетним партнером в России является, например, завод Toyota под Петербургом. Если говорить о масштабах производств, то роботы Kawasaki успешно трудятся как на крупных предприятиях, так и в небольших производственных компаниях.

Среди проектов для крупного бизнеса интересен проект сварочной ячейки, выполненный для судостроительной верфи, расположенной на Волге, реализация которого была в некотором смысле делом чести для корпорации Kawasaki, чья история начиналась с небольшого судостроительного предприятия. Российский судостроитель обратился к нашему партнеру с просьбой помочь решить остроактуальный для предприятия вопрос с нехваткой высококвалифицированных сварщиков. Как известно, качество сварного шва – это один из ключевых факторов безопасности всего судна. Задача была успешно решена, и теперь роботы Kawasaki помогают сваривать корпуса больших кораблей, а высвобожденные сварщики перенаправлены на участок сложных и нетипичных соединений.

Из категории предприятий среднего бизнеса заслуживает внимания кейс с производителем металлической мебели. Это завод уже со своей историей, хорошей репутацией, имеющий стабильные объемы заказов. Чтобы повысить свою конкурентоспособность, предприятие

решило внедрить роботов на участке сварки. В компании основательно подошли к решению этой задачи, провели большую предварительную работу и поняли, что по существующей технологии производства применение роботов будет малоэффективным. Тогда было принято решение пойти на серьезный шаг, для чего внесли конструктивные изменения в продукт и соответствующие корректировки в технологический процесс – по сути, создали новую, роботизированную технологию. В результате производительность выросла в 10 раз! При этом повысилось качество, сократился производственный цикл, а высвобожденные работники были перенаправлены на другие участки. Программа по роботизации предприятия продолжается дальше.

Еще один пример. Небольшое предприятие по производству сухих смесей в Самарской области. По факту, это небольшой расфасовочный цех, основу рабочего коллектива которого составляют работники, которые укладывают расфасованные мешки на паллеты. Как и у всех предприятий малого бизнеса, у нашего клиента основной головной болью была проблема с наймом персонала. Зимой, когда спрос на строительные материалы падает, работы хватало на одну смену, а летом, когда начинается строительный бум, рабочих вообще не найти, при том, что справиться со всеми поступающими заказами можно, только если работать в режиме 24/7. Клиент долго обдумывал вариант приобрести у нас погрузочного робота, в конечном счете рискнул и – выиграл. Из очевидного – была достигнута главная цель: полностью решен вопрос с персоналом. Летом робот работает в 3 смены без остановок и без выходных, во время сезонного спада – одну смену. В итоге один робот заменил 18 рабочих, найти которых на тяжелую, грязную и вредную для здоровья работу в российской глубинке совсем не просто. Из неожиданных плюсов – повышение производительности и самой культуры производства. Как оказалось, робот не может работать с низкокачественными бумажными мешками, в которые до этого засыпались смеси – он попросту рвал их своим захватом. Пришлось сменить поставщика мешков. Себестоимость, конечно, возросла, но из-за того, что мешки стали прочнее, спрос на них вырос – как оказалось, потребителям не нравилось, когда сухие смеси приходили в поврежденных по дороге мешках, из-за чего нашего клиента рассматривали только как запасного поставщика и обращались к нему только в крайнем случае. Теперь же ситуация существенно изменилась в лучшую сторону, и даже начала сглаживаться зависимость спроса от сезонности.

Ярослава Чекавинская, компания Schneider Electric.

Компания Schneider Electric производит роботы DELTA и SCARA, которые в основном применяются в пищевой промышленности и радиоэлектронике. В России в этих отраслях внедряется порядка 5% всех роботов, то есть всего 40-50 единиц в год. У Schneider Electric большое количество внедрений на Западе, однако для российского рынка мы пока еще не открывали эти продукты. Но для локальных производителей роботов мы уже сейчас можем предложить системы управления движением, контроллеры перемещения, интегрированные

приводы и другие комплектующие, на базе которых можно производить роботов в РФ.

Алиса Конюховская, НАУРР. Сама Ассоциация НАУРР не создает робототехнические решения, этим занимаются наши участники. С кейсами роботизации можно ознакомиться на сайте Ассоциации, мы их специально собираем для того, чтобы предприятия были широко осведомлены о тех возможностях, которые существуют сейчас для решения производственных и бизнес-задач с помощью роботов. Также Ассоциация помогала в создании маркетплейса роботизированных решений на базе государственной информационной системы промышленности Минпромторга, где также можно познакомиться с практикой внедрения роботов.

– Как оценить целесообразность внедрения роботов на производстве и необходимую степень роботизации техпроцессов? При каких условиях проект будет в той или иной степени окупаемым?

Равиль Хисамутдинов, ПАО «КАМАЗ». Все решается в процессе технологического аудита и соответствующих расчетов. У каждой компании свои стандарты и, соответственно, свои требования. Демографическая ситуация в конкретно взятом регионе и целевые рынки для выбранной продукции играют при этом не последние роли.

Александр Новоселов, компания ABB. Внедрение роботизированного решения преследует цель решить одну или несколько задач сразу. Поэтому на начальном этапе важно понять, какие приоритеты стоят перед производством: рост объема выпуска продукции, повышение ее качества, обеспечение его стабильности, повышение эффективности, сокращение отходов и т. д. Исходя из этого можно проанализировать возможные варианты решений, в том числе с внедрением роботизации. С таким анализом можем помочь мы – производители роботов. Мы ответим на многие вопросы, прежде всего, подойдет ли робот для решения именно ваших задач и будет ли он приносить прибыль. По нашим оценкам, средний срок окупаемости проектов по роботизации в России 1-2 года.

Дмитрий Кайнов, компания FANUC. Чаще всего основными причинами роботизации производства выступают такие факторы, как желание предприятия снизить текущие расходы либо нарастить объемы, сохранив в тех же пределах стоимость производства. В настоящее время в большинстве случаев оценка целесообразности внедрения роботов сводится к расчету потенциально возможной экономии. Этот расчет не самый простой, к тому же индивидуальный для каждого предприятия, но в целом он складывается из подсчета текущей стоимости производства, прогноза стоимости внедрения проекта и оценки эффективности его внедрения (окупаемость в годах или стоимость производства единицы изделия). Также следует принимать во внимание повышение качества и производительности при использовании промышленных роботов по сравнению с традиционными методами производства. После проведения такого расчета предприятие само-

стоятельно принимает решение о целесообразности и необходимой степени роботизации.

Степан Сурнин, компания Mitsubishi Electric. Оценить целесообразность и окупаемость применения роботов можно на этапе моделирования технологического процесса. Тогда, как правило, уже понятны места, где по ходу линии лучше установить робота для выполнения монотонных и повторяющихся операций. Есть участки, на которых установка робота сложно реализуется, например в тех случаях, если ему необходимо часто менять захваты или требуется принимать решение в изменяющейся и сложно формализуемой ситуации. При оценке окупаемости проекта очень помогает полное моделирование цеха либо технологических линий. Эту работу компания Mitsubishi Electric выполняет для своих заказчиков на этапе проектирования.

Производя оценку необходимой степени роботизации, нужно понимать возможности роботов, представлять в деталях все технологические процессы каждого цеха и руководствоваться здравым смыслом. На этом этапе целесообразно с привлечением экспертов в качестве консультантов выработать коллективное решение технологов, механиков, представителей производителей и специалистов по автоматизации.

Условий окупаемости проектов по роботизации производства достаточно много, и почти для каждого случая они уникальны. К разряду необходимых относятся такие условия, как: оптимальное количество роботов, необходимый охват оборудования техническими службами эксплуатации, планирование технического обслуживания. Стоит также учитывать, что один инженер может обслуживать несколько десятков роботов. К статьям экономии можно отнести и тот факт, что робот способен работать круглосуточно и не потребляет таких ресурсов, как воздух, свет и тепло, позволяя существенно экономить на расходе электроэнергии. Не помешает в этой связи составить и прогноз стоимости электроэнергии.

Компания Mitsubishi Electric оказывает весь спектр необходимых консультаций, а также помогает заказчикам просчитать экономический эффект от внедрения роботов.

Сергей Шегай, компания «Робовизард». Роботизация необходима при совокупности трех факторов: больших объемов производства, гарантирующих отсутствие простоев робототехнического комплекса; повышенных требований к качеству выпускаемой продукции, когда предприятие несет потери из-за производственного брака, либо цена его ликвидации высока; и необходимости исключить влияние человеческого фактора.

Наличие технологической возможности роботизации производства сможет установить технический аудит совместно с вендором, который не только поможет определить, насколько предприятие готово к роботизации, но и правильно сформулирует задачу, наметит оптимальный план действий и подберет наиболее подходящего технологического партнера – системного интегратора, имеющего опыт разработки и внедрения подобных проектов.

По большому счету, продуманный проект роботизации, осуществляемой в рамках общего плана модернизации производства, способен окупить себя и высвободить средства для дальнейшего усовершенствования автоматизации.

Ярослава Чекавинская, компания Schneider Electric. Роботов, как уже говорилось, целесообразно внедрять на тех участках производства, где необходимо осуществлять рутинные операции и где человеческая ошибка может серьезно сказаться на качестве и будет дорого стоить предприятию, а также для выполнения тяжелой и опасной для человеческого здоровья работы. В этих случаях даже не всегда и делают оценку эффективности инвестиционных проектов. Другой целью внедрения роботов может быть повышение производительности производства и труда для увеличения скорости генерации дохода. Если робот позволил расширить узкое место на предприятии, то, скорее всего, показатель NPV (net present value – чистая приведенная стоимость) такого проекта будет однозначно привлекательным для владельца.

– Возможно ли просчитать экономическую эффективность проекта по роботизации производства на стадии его планирования?

Равиль Хисамутдинов, ПАО “КАМАЗ”. Да, безусловно. При этом необходимо отметить, что чем точнее расчеты, тем меньше потерь в будущем. Бизнес всегда будет нуждаться в росте производительности труда, так как ему нужна эффективность. Грамотная роботизация – это путь к повышению эффективности.

Александр Новоселов, компания ABB. Расчет окупаемости проекта роботизации не только возможен, это – неотъемлемая его часть. Мы сначала оцениваем техническую реализацию проекта на основе поставленной задачи и помогаем заказчику составить техническое задание. Далее мы предлагаем различные способы решения с разными вариантами эффективности и стоимости, а также расчетом окупаемости. Несомненно, экономическая целесообразность внедрения роботов на производстве – главный фактор, который должен приниматься во внимание при принятии решения о реализации того или иного проекта.

Степан Сурнин, компания Mitsubishi Electric. На стадии планирования производства, как правило, еще очень мало вводных данных для подобных оценок. На этом этапе целесообразнее рассматривать варианты частичной роботизации. При этом важно проанализировать разные способы организации технологических линий, чтобы можно было выбрать оптимальный вариант.

Довольно точно можно оценить экономическую эффективность на стадии проработки компоновки технологических линий, просчитывая и анализируя разные схемы организации пространства цеха либо технологических линий.

Сергей Шегай, компания “Робовизард”. Расчет экономической эффективности проекта по роботизации по своей сути мало чем отличается от подобных расчетов

по любому другому инвестиционному проекту. При этом внедрение промышленных роботов может повлечь за собой как незапланированные затраты на дополнительную модернизацию взаимосвязанных производственных участков, так и неочевидные статьи экономии, которые могут привести к сокращению срока окупаемости робототехнического комплекса, а также к общему снижению общепроизводственных издержек. Все зависит от того, насколько серьезно компания относится к данному виду автоматизации своего производства.

Ярослава Чекавинская, компания Schneider Electric. Просчитать NPV проекта это стандартная задача. Другое дело, что зачастую производители роботов предоставляют инструменты только для расчета технико-экономического обоснования, которые базируются на том, сколько людей заменит робот и какая экономия благодаря этому получится. Этот подход работает в западных странах, где высокая стоимость человеческого труда. В России такой подход неактуален. Кроме того, при внедрении роботизации может оказаться, что инженеры, которые умеют обслуживать роботов, стоят дороже, и экономии за счет сокращения низкоквалифицированного труда и вовсе не будет. При расчете NPV необходимо учитывать не только снижение операционных расходов, но и сокращение межоперационных запасов, а также задаваться вопросом – стало ли производство продавать больше продукции после установки роботов? То есть, если робот не позволяет расширить узкие места на производстве и увеличить денежный поток, то экономическая эффективность от его внедрения будет не очевидной. На практике приходилось сталкиваться с примерами, когда роботы помогли производству перейти на концепцию Just-In-Time, и в итоге в оценку эффективности входили такие показатели, как экономия вследствие устранения склада материалов и запасов, готовой продукции, получение нового канала поступления средств благодаря сдаче в аренду уже невостребованных складов, увеличение производительности и продажи продукции. То есть, произвести оценку эффективности инвестиционного проекта, конечно же, можно, но здесь должен применяться комплексный подход, в котором должны принимать участие не только экономисты, а все участники производства, способные увидеть возможную экономию или дополнительный источник дохода, как, например, с арендой высвободившихся помещений.

Юрий Никитин, ЗАО ЧП “Сеспель”. Просчитать экономическую эффективность проекта роботизации на этапе планирования сложно, хоть и возможно, но главное, это не удастся сделать точно. Лучше это делать на уже состоявшихся проектах. Если таких примеров нет, то стоит обратиться к интегратору, у которого уже есть похожие реализованные проекты.

Дмитрий Кайнов, компания FANUC. Рассчитать экономическую эффективность проекта по внедрению роботов в производственные процессы на стадии планирования проекта в большинстве случаев все-таки удастся. Это достигается плотной совместной работой специалистов предприятия, поставщика технологического решения (интегратора роботов) и вендора робототехнического оборудования.

Михаил Медведев, компания “СОЛЛЕРС Инжиниринг”. Расчет экономической эффективности проекта на самых ранних стадиях, корректировка и подтверждение – это одна из компетенций компании “СОЛЛЕРС Инжиниринг”. Выполняя данную задачу, мы используем принципы структурированной проектной деятельности, которые позволяют видеть полную картину и дают возможность на определенных этапах принимать решения о дальнейшей стратегии развития проекта. Наша компания начинает совместную работу с заказчиком на самых первых этапах, когда есть только идеи и первые дизайнерские скетчи предполагаемого продукта. Перед этапом проектирования технологии, когда однозначно определяется весь технологический процесс с перечнем оборудования, оснастки и инструмента, расположением логистических процессов и размещением основных и вспомогательных производственных участков, есть еще два этапа – определения предконцепции и разработка концепции производства.

На этапе предконцепции мы предлагаем к рассмотрению несколько вариантов возможной реализации технологического процесса:

- ▶ по технологиям изготовления (штамповка, сварка, литье пластмассы, сборка и т.д.);
- ▶ по применяемому оборудованию, в зависимости от уровня автоматизации и требований к продукту;
- ▶ по состоянию площадки будущего производства, так называемые greenfield или brownfield.

После принятия одного из вариантов концепции производства прорабатывается более детально размещение цехов, участков, постов с применяемым оборудованием. На каждом этапе проекта анализируется возможность применения оборудования по уровню автоматизации, в том числе и отдельных участков, ячеек, постов. Совместное взаимодействие на всех этапах проекта команды, состоящей из представителей заказчика, конструктора продукта, технолога процесса производства, экономиста и специалистов по качеству, позволяет объективно принимать взвешенные решения по применению того или иного оборудования не только в отношении возможности технологической реализации, но и с точки зрения экономической целесообразности проекта в целом.

Благодарим участников обсуждения за представленную картину состояния сферы промышленной роботизации в нашей стране. Эксперты не открыли секрета в том, что рынок робототехники, как и многие другие высокотехнологичные области в России серьезно отстает от международного и находится еще в начальной стадии формирования. Однако в отношении того, в каком направлении он будет развиваться, у специалистов нет единогласия. И это действительно сложный и неоднозначный вопрос. С одной стороны, у нас сегодня нет полноценных производителей российских продуктов именно с точки зрения создания законченных робототехнических комплексов, чему есть целый ряд причин, среди которых эксперты в первую очередь указывают низкую конкурентоспособность

отечественных разработок как по техническому уровню решений, так и по себестоимости продуктов. С другой стороны, нет пока и достаточного спроса, так как большинство машиностроительных предприятий, за исключением, конечно, автопрома, который традиционно является самой автоматизированной отраслью в России, не имеют средств на приобретение дорогостоящих систем автоматизации и с трудом поддерживают имеющийся парк оборудования. А раз нет сформированного рынка сбыта, соответственно, нет и предложения, и большинство ниш в промышленной робототехнике остаются за мировыми брендами. Поэтому на данном этапе, по мнению некоторых экспертов, наиболее практичным вариантом будет развитие направления интеграции готовых импортных решений с использованием богатого международного опыта и экспертизы в этой области. Другие специалисты настроены оптимистично и выражают уверенность, что наличие унаследованной с прошлых времен сильной российской инженерной школы и талантливой молодежи позволяет при государственных программах поддержки рассчитывать на прорыв в развитии промышленной робототехники.

Как бы то ни было, процесс пошел, российские предприятия начинают приобретать и тестировать различные конфигурации роботизированных систем как на небольших производственных участках, так и на крупных заводах, решая различные рабочие задачи. Насколько успешны такие внедрения, зависит во многом от умения руководства производственных компаний оценить реальную потребность предприятия в роботизации тех или иных технологических процессов, а также экономическую целесообразность подобных проектов. Эксперты указывают на наличие множества факторов, которые следует учитывать при расчете экономического эффекта от проекта роботизации, а также условий окупаемости робототехнических решений, которые почти для каждого случая уникальны.

Помощь в решении этой непростой задачи можно найти у вендоров и отечественных интеграторов, зарекомендовавших себя успешными реализациями проектов автоматизации, в том числе у тех компаний, которые принимали участие в данном Круглом столе. Компании-участники предлагают как консультационные услуги, так и полный объем работ по технической реализации проекта с выбором необходимых робототехнических и цифровых решений в зависимости от стоящих перед предприятием задач.

А мы, конечно, еще не раз вернемся к обсуждению этой темы, наблюдая, как технологии Индустрии 4.0 стремительно интеллектуализируют промышленную сферу, все больше приближая нас к порогу создания умных производств, где главными исполнителями умных решений будут роботы, а человек будет только контролировать и корректировать достижение намеченных результатов. Без опасений, что роботизированная рука, направляемая искусственным интеллектом, захватит управление нашим миром ☺.

Круглый стол провела Елена Васильева