

# Программируемые логические контроллеры в России: реальность и перспективы

Печатается с разрешения журнала *itech*. Журнал информационных технологий ([www.itechmagazine.ru](http://www.itechmagazine.ru))

**Павел Нестеренко (г. Томск)**

**В статье прослеживаются мировые тенденции в системах промышленной автоматизации на основе программируемых логических контроллеров и состояние их разработки и производства в России.**

Основными производителями контроллеров в России являются средние и малые предприятия. Эти небольшие компании пытаются противостоять экспансии зарубежных производителей, среди которых – такие «гиганты», как Siemens, Schneider Electric, Rockwell Automation и Honeywell. Что же необходимо для того, чтобы не только выживать на этом рынке, но составить реальную конкуренцию именитым производителям? Попытаемся разобраться в текущем положении вещей и сделать выводы о перспективных направлениях в данной области.

## МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Отслеживая мировые тенденции развития систем промышленной автоматизации за последние несколько лет, можно утверждать, что этот рынок постоянно растёт и на сегодняшний день, по оценкам экспертов из ARC Advisory Group, составляет около 10% в год [1]; такой же темп развития прогнозируется до 2011 г. К сожалению, относительно России точных сведений о темпах развития и объёме рынка нет. На основе экспертных данных можно лишь заключить, что темп развития систем промышленной автоматизации в нашей стране не меньше, а даже немного больше общемирового (12...15%). Естественно, что в данной ситуации появляется всё больше отечественных компаний, которые разрабатывают и производят программируемые контроллеры для автоматизации производственных процессов. По самым скромным оценкам, на се-

годняшний день в этом направлении работают более 40 производителей и разработчиков [2]. Среди причин повышенного интереса к выпуску этой продукции можно выделить следующие:

- постепенное возрождение российских предприятий различных отраслей, которым необходима замена устаревших и исчерпавших свой ресурс работы средств автоматизации;
- данная отрасль является наукоёмкой, что позволяет более эффективно использовать научный потенциал, а в нашей стране достаточно специалистов для решения подобных задач;
- в последнее десятилетие появилась возможность использовать мировую элементную базу, что позволяет выпускать устройства на уровне мировых стандартов;
- в ряде случаев потребители систем автоматизации предпочитают изделия отечественных производителей, т.к. это упрощает адаптацию, обслуживание и сопровождение.

## ЧТО ТАКОЕ ПЛК?

В терминологию, используемую в сфере автоматизации, необходимо внести ясность, поэтому требуется уточнить, что мы будем подразумевать под программируемым логическим контроллером (ПЛК) и кого можно считать отечественным производителем.

С формальной точки зрения, в Российской Федерации существуют стандарты, определяющие понятие «программируемый логичес-

кий контроллер». В частности, ГОСТ Р 51840-2001 (МЭК 61131-1-92) [3] даёт понятие «программируемый контроллер» (ПК). Часто встречается термин «промышленный контроллер». Ещё чаще используются обозначения ПЛК/PLC (программируемый логический контроллер, programmable logic controller). В современной литературе встречаются и другие обозначения, относящиеся к данной сфере, например, SoftPLC (промышленный компьютер), DCS/PCU (distributed control system, распределённая система управления).

Несколько лет назад в журналах часто появлялись статьи о том, что в скором времени обычные ПЛК будут вытеснены т.н. SoftPLC, под которым понимается обычный персональный компьютер, оборудованный платами ввода-вывода и выполняющий алгоритмы управления технологическим процессом. Сторонники такого подхода отмечали доступность и дешевизну подобных решений (удешевление обеспечивалось не только за счёт стоимости оборудования, но и вследствие упрощения разработки прикладного ПО). Сегодня SoftPLC занимают свою нишу, однако говорить о полном вытеснении ими ПЛК не приходится.

Промышленный компьютер по сути является персональным компьютером, адаптированным к жёстким условиям эксплуатации. Промышленные компьютеры часто используются в системах автоматизации, и такой подход по существу является промежуточным между применением SoftPLC и ПЛК.

Не утихают споры по поводу понятия распределённой системы управления. По определению, PCU – это система, в которую входят различные компоненты, в том числе контроллеры. Если дать определение в виде критериев, то PCU должна содержать:

- систему управления, в которой каждое из территориально распределённых устройств согласованно выполняет свою часть алгоритма управления;
- программные средства для конфигурирования всей системы, в том числе для распределения задачи по вычислительным устройствам, настройки человеко-машинного интерфейса, конфигурирования каналов обмена данными и т.д.;
- устройства обмена данными между вычислительными узлами для согласованного выполнения алгоритма.

Несмотря на обилие различных терминов, далее мы будем использовать понятие «программируемый логический контроллер» на основе следующих критериев:

- ПЛК – микропроцессорное устройство, предназначенное для управления технологическими процессами в промышленности и другими сложными технологическими объектами;
- работа ПЛК заключается в сборе сигналов от датчиков и их обработке по прикладной программе пользователя с выдачей управляющих сигналов для исполнительных устройств;
- для ПЛК характерна универсальность (например, такие специализированные устройства, как бортовые компьютеры современных самолетов, не могут считаться программируемыми логическими контроллерами);
- инструкции для ПЛК определяются пользователем, т.е. должна существовать возможность его программирования на каком-либо формализованном языке;
- ПЛК может взаимодействовать с другими устройствами посредством цифровых интерфейсов связи.

Проанализировав технические характеристики и описания выпускаемых контроллеров, можно заключить, что не все изделия, называемые программируемыми логическими контроллерами, соответствуют приведённым выше требованиям. Во-первых, некоторые из этих устройств предназначены для решения строго определённой задачи и, таким образом, не являются универсальными. Во-вторых, не все из них могут программироваться на доступных языках, описан-

ных стандартом МЭК 61131-3-95 [4]. Вариант программирования контроллера на стандартных языках, таких как C, Pascal или Assembler, не рассматривается, т.к. неискушенный в них пользователь (в нашем случае, хорошо подготовленный технолог) должен сам если не разрабатывать программу, то хотя бы иметь возможность её скорректировать.

В последнее время идёт дискуссия о том, насколько хорош стандарт МЭК 61131-3-95. Естественно, поддержка хотя бы одного из описываемых стандартом языков обязательна для контроллера. Однако наблюдается тенденция увеличения функциональности за счёт внедрения новых языков программирования и расширения существующих. Постепенно внедряется стандарт IEC 61131-3-95, который в скором будущем должен заменить МЭК 61131-3-95.

### Кого можно считать отечественным производителем?

В настоящее время отсутствуют нормативные документы, определяющие долю собственных разработанных и произведённых аппаратных или программных средств, при наличии которой считается, что устройство является отечественной разработкой. Существует практика почти 100%-й поставки компонентов OEM (original equipment manufacturer), когда российская компания только переименовывает уже готовую продукцию (осуществляет «ребрендинг»), иногда переупаковывает, а затем продает её под другой маркой. В настоящей статье подобные схемы не рассматриваются, поскольку при этом в составе контроллеров нет никаких составляющих, внесённых отечественными производителями или разработчиками, и, как правило (в 99 % случаев), в данную категорию попадают импортные изделия.

Учитывая, что значительная часть всех электронных компонентов производится на Тайване, наличие импортных комплектующих в отечественных разработках не является фактором, определяющим принадлежность разработки (особенно, если принять во внимание состояние нашей электронной промышленности). Можно констатировать, что производители сложного электронного оборудования ста-

раются идти следующим путём: те компоненты или готовые блоки, которые невозможно или нецелесообразно производить в России (по технологическим или экономическим причинам), закупаются ими в виде OEM-комплектующих.

Основываясь на опыте разработки сложных систем, могу утверждать, что создать конкурентоспособную продукцию, полностью собранную из OEM-компонентов, не представляется возможным. Как правило, OEM-компонентами являются либо технологически сложные компоненты контроллера, такие как платы центрального процессора (например, очень распространённая в России платформа для контроллеров PC104), либо законченные коммуникационные модули.

Полный цикл разработки и производства собственными силами выгоден в следующих случаях:

- на предприятии достаточно подготовленных кадров для разработки современных технических решений;
- имеются необходимые производственные мощности, современное оборудование и персонал, способный соблюдать все нормы технологии производства;
- объём продукции достаточно велик для того, чтобы окупались затраты.

Функциональность ПЛК зависит не только от аппаратного, но и от программного обеспечения, в котором также широко используются покупные компоненты. Будем считать отечественными контроллерами изделия, в которых часть функций (аппаратных и программных) реализована непосредственно силами отечественной компании-производителя.

### КРИТЕРИИ

Для вывода формулы «идеального контроллера» был проведён опрос представителей инжиниринговых компаний, разрабатывающих системы автоматического управления, и привлечены эксперты из различных областей. Вопросы формулировались следующим образом:

- назовите основные особенности, которые отличают отечественные контроллеры, предназначенные для автоматизации технологических процессов, от импортных;

- назовите основные факторы, определяющие выбор модели контроллера для системы автоматизации;
- назовите важнейшие параметры контроллера при использовании его в вашей сфере автоматизации;
- назовите идеальные параметры контроллера для применения в вашей сфере автоматизации.

Приведём некоторые высказывания экспертов.

«В настоящее время нельзя рассматривать одну модель контроллера как отдельное законченное устройство. В отличие от российских производителей, крупные иностранные компании (такие как Schneider Electric и Siemens) предлагают сразу комплекс оборудования для автоматизации технологических процессов. В него входит как минимум три-четыре линейки контроллеров, различающихся по производительности и количеству обрабатываемых каналов ввода-вывода, которые можно произвольно комбинировать для оптимизации стоимости и производительности систем. Кроме того, существует очень ясная и подробная документация (правда, не всегда на русском языке). Всего этого не хватает нашим производителям контроллеров».

«При выборе оборудования для систем управления одним из основных факторов является имидж компании-производителя (или, другими словами, надёжность марки), так как жизненный цикл данных систем составляет от 10 до 30 лет, а проверенные годами компании не сойдут со своего пути в ближайшие десятилетия.

Следующий фактор – надёжность производимого оборудования. Под этим понимаются как чисто технические параметры (например, среднее время наработки на отказ), так и субъективные факторы – проч-

ность корпуса, поведение оборудования в нестандартных условиях эксплуатации и т.д.

Далее, особое внимание уделяется удобству работы с оборудованием. Для инжиниринговой компании важно как можно быстрее внедрить систему, поэтому такие факторы, как наличие удобных средств монтажа, понятность документации и т.п. являются первостепенными».

«Я понимаю, что для разных людей идеальный контроллер будет выглядеть по-разному. Во-первых, на это влияет отрасль. Во-вторых, то, «с какой стороны баррикад» находится человек (разрабатывает, занимается инжинирингом или эксплуатирует). Идеальный, с точки зрения потребителя, контроллер должен обладать следующими качествами:

- простотой программирования (как обязательное правило – поддержка языков программирования стандарта IEC 61131-3);
- надёжностью (для некоторых проектов обязательное требование – наличие как российских, так и зарубежных сертификатов, например, SIL 2, SIL 3) и развитыми возможностями самостоятельного диагностирования неисправностей. Для использования в ответственных областях должна иметься возможность построения особо надёжных систем за счёт полного или частичного резервирования;
- обширными возможностями расширения уже созданной системы. В большинстве случаев это достигается за счёт архитектуры программно-аппаратных средств, применения принципов распределённой обработки, модульности системы. Ситуации, в которых контроллер является «монолитным», возможны, но, как правило, встречаются только в небольших системах;
- широкой номенклатурой модулей».

На основе анализа собранных экспертных данных было выделено несколько основных эксплуатационных характеристик, которые обуславливают функциональность и эксплуатационные свойства (и, таким образом, конкурентоспособность) контроллера.

Одной из самых ответственных задач при анализе является определение весовых коэффициентов для характеристик, поскольку именно от их

правильности зависит достоверность его результатов. Для нахождения усреднённой оценки каждого коэффициента применяется описанная ниже методика.

Составляется матрица эксперты/коэффициенты, в которую вносятся данные каждым экспертом по шкале оценки коэффициентов от 0 до 10 (табл. 1).

Рассчитывается относительная значимость ( $W_{ij}$ ) всех коэффициентов для каждого эксперта в отдельности. Для этого оценки каждого эксперта суммируются (по горизонтали), а затем нормируются:

$$W_{ij} = \frac{\alpha_{ij}}{\sum_{i=1}^n \alpha_{ij}}$$

Вычисляется усреднённая оценка, данная всеми экспертами каждому коэффициенту. Для этого нормированные оценки, полученные в предыдущем шаге, суммируются (по вертикали), а затем рассчитывается среднее арифметическое для каждого коэффициента:

$$\alpha_i = \frac{\sum_{j=1}^m W_{ij}}{m}$$

Затем все полученные данные приводятся к единой шкале оценки от 0 до 10 (для удобства) и выбираются девять наиболее значимых характеристик (изначально их рассматривалось более 30).

В таблице 2 приведён полученный список важнейших характеристик со значениями весовых коэффициентов, округлёнными до целых чисел.

*Разнообразие моделей.* Контроллер может выпускаться и как одна законченная модель, и как серия из различных моделей. Серия является предпочтительной для большинства пользователей: выпуск одним производителем моделей контроллеров различной производительности, которые имеют единое программное обеспечение, используют единые интерфейсы и могут соединяться в различных комбинациях, даёт пользователю возможность оптимально строить систему в соответствии с заданными техническими требованиями. В общем случае производитель должен выпускать не менее трёх рядов контроллеров: с минимальной, средней и максимальной производи-

Таблица 1. Матрица «эксперты/коэффициенты»

Эксперт	Весовые коэффициенты					
	1	2	...	i	...	n
1						
2						
...						
j						
...						
m						

тельностью. При этом каждый ряд должен включать в себя несколько модификаций, различающихся между собой в основном условиями эксплуатации.

*Конструктивное исполнение, архитектура системы.* По оценкам экспертов, в настоящее время одним из важнейших критериев при выборе архитектуры ПЛК является масштабируемость, т.е. возможность контроллера изменяться в зависимости от объекта. Это требование затрудняет или делает невозможным применение «моноблочных» контроллеров в средних и больших системах. В таких системах предпочтение отдаётся модульным ПЛК с возможностью территориального распределения отдельных модулей или отдельных контроллеров. Очень важным требованием является возможность быстрой замены отдельных модулей при плановой реконструкции или при их выходе из строя без остановки управления технологическим объектом.

Ещё одно требование в отношении эксплуатации контроллера – «повышенная плотность» каналов ввода-вывода и удобство подключения датчиков и исполнительных устройств. В самых современных контроллерах применяются компактные пружинные соединения и быстросъёмные боксы подключений, что в несколько раз сокращает время монтажа системы и позволяет быстро заменять вышедшие из строя элементы.

*Инструментальные средства и средства программирования.* Как уже было сказано, для использования ПЛК необходимо программное обеспечение, позволяющее задавать алго-

ритм его работы. Соответственно (это было отмечено всеми экспертами), требуется прикладное программное обеспечение для хост-машин (которыми в настоящее время, как правило, являются персональные компьютеры), позволяющее задавать алгоритм на одном из стандартных языков или различные программные модули на собственном языке, отлаживать алгоритм загрузки программы в контроллер (причём дистанционно, используя стандартные интерфейсы связи) и контролировать правильность её работы в реальной системе.

Все перечисленные выше функции на сегодняшний день являются минимальными требованиями к контроллеру. Если к инструментальным средствам предъявлять требования конкурентоспособности, то необходимы следующие свойства:

- в наборе инструментальных средств должна соблюдаться единая идеология;
- наличие средств конфигурирования всей системы, в том числе сетевых коммуникаций, и распределения данных между её узлами;
- при поддержке контроллером идеологии распределённого управления должна существовать возможность разделения задачи между вычислительными устройствами;
- наличие средств непрерывного мониторинга всей системы для определения правильности функционирования, регистрации отказов и предсказания возможных неисправностей;
- наличие интерфейса к системам SCADA и MES.

*Коммуникационные возможности.* По мнению многих экспертов,

коммуникационные возможности являются одним из наиболее значимых факторов. Поддержка различных интерфейсов и протоколов определяет возможности работы контроллера с различным оборудованием. Российские контроллеры по наличию и составу сетевых интерфейсов значительно отстают от современного уровня. Как правило, даже новейшие российские разработки ограничены поддержкой следующих протоколов:

- собственных (разработанных для конкретной модели контроллера и не поддерживаемых другими производителями);
- устаревших (ModBus, HART и т.п.);
- ведомственных (закрытых), по которым работает устаревшее оборудование (в основном разработки 1980-х годов) определённой отрасли.

Современные протоколы, такие как ProfiBus, Foundation FieldBus, CAN, EtherCAT, поддерживаются отечественными производителями крайне редко и обычно не в полном объёме. В последнее время наметилась тенденция применения Ethernet в промышленных сетях. Встречается поддержка протокола ModBus/TCP, но поддержки ProfiNet, Foundation FieldBus HSE и ряда других протоколов в российских контроллерах нет.

*Вычислительная мощность.* Под вычислительной мощностью контроллера понимается совокупность таких параметров, как характеристики центрального процессора (тактовая частота, тип микропроцессора, объём памяти и т.п.), характеристики внутренней шины (пропускная способность, реакция на передачу данных, количество точек подключения и т.п.), количество подключаемых к одному центральному процессору модулей ввода-вывода и возможности коммуникации. В настоящее время отечественные производители для построения контроллеров средней и большой мощности, как правило, используют PC-совместимые платформы, работающие в диапазоне тактовых частот от 100 до 800 МГц. В основном это связано с доступностью готовых мезонинных плат (относительно дешёвых) и наличием подготовленных специалистов. По нашему мнению, этот подход не является оптимальным, что косвенно под-

Таблица 2. Важнейшие характеристики ПЛК со значениями весовых коэффициентов

Характеристика	Значение
Разнообразие моделей	9
Конструктивное исполнение, архитектура системы	9
Инструментальные средства и средства программирования	8
Коммуникационные возможности	8
Вычислительная мощность	8
Надёжность, соответствие условиям эксплуатации	8
Номенклатура модулей (устройств) ввода-вывода	7
Жизненный цикл	6
Элементная база	6

тверждается сведениями об импортных контроллерах – доля PC-совместимых контроллеров в импортной продукции гораздо меньше.

*Надёжность, соответствие условиям эксплуатации.* В контексте данной статьи под надёжностью понимается совокупность таких свойств, как время безотказной работы, соответствие условиям эксплуатации и уровням безопасности (в частности, по стандарту IEC 61511), использование надёжного программного обеспечения как в самом контроллере, так и во всех сопутствующих инструментальных средствах. В качестве примера можно привести параметры, на основе которых к контроллеру предъявляются требования по условиям эксплуатации:

- температура окружающей среды;
- необходимость защиты от проникновения пыли и влаги (например, по стандарту IP);
- наличие агрессивной среды;
- уровень электромагнитных помех;
- отсутствие чёткого контура заземления;
- сейсмоопасность.

Очевидно, что при выполнении всех требований в отношении условий эксплуатации получается очень дорогое и практически неприменимое устройство. Однако при наличии различных моделей контроллера, отличающихся соответствием различным требованиям эксплуатации, каждая из моделей будет иметь конкурентоспособную стоимость.

*Номенклатура модулей (устройств) ввода-вывода.* В таблицах 3 – 6 приведён краткий анализ использования различных каналов ввода-вывода в современных системах автоматизации, построенных на базе ПЛК, который основывается на многолетнем опыте работы в отрасли автоматизации технологических процессов. Весь спектр ка-

налов ввода-вывода поделен на группы, в каждой из которых выделены отличительные особенности. Основные данные приведены для нескольких отраслей промышленности и позволяют сделать выводы об оптимальном наполнении каналов ввода-вывода.

Приведённые таблицы показывают, что потребность в модулях некоторых типов довольно низкая, поэтому в соответствующих случаях целесообразно использовать разделители и нормирующие устройства (если это возможно).

Отдельного внимания заслуживают коммуникационные модули. Они очень важны, но доля каналов связи во всей системе составляет 2...8%, и привести достоверные цифры, говорящие о распределении типов коммуникаций, не представляется возможным. В отдельных отраслях, как правило, применяется не более трёх-пяти основных интерфейсов связи, и указывать процентное распределение было бы некорректно.

*Жизненный цикл* (разработка, насыщение, обслуживание, сопровождение). Технологическое оборудование иногда эксплуатируется в течение нескольких десятилетий, поэтому ко всей системе управления предъявляются требования поддержки в течение если не всего времени эксплуатации, то как минимум десяти лет. В идеальном случае всё это время должна существовать возможность отремонтировать у производителя любой вышедший из строя компонент (даже снятый с производства), получить квалифицированную консультацию в случае возникновения каких-либо проблем при эксплуатации и приобрести у производителя различные компоненты при расширении системы.

*Элементная база.* Как было отмечено выше, сегодня и в зарубежных, и в отечественных контроллерах чаще

**Таблица 3. Распределение основных типов модулей по отраслям промышленности**

Тип модуля	Соотношение основных типов модулей в различных отраслях промышленности, %		
	нефть, газ	химия	металлургия
Дискретные модули	56	34	30
Аналоговые модули	24	46	40
Коммуникационные модули	8	4	5
Специализированные модули	12	16	25

всего применяется импортная элементная база. Если сравнивать российских производителей, то практически все они находятся в равных условиях, однако есть некоторые различия. Производство сложных и высокотехнологичных устройств с использованием самой современной элементной базы требует соответствующих технологий. Например, в отечественных разработках не столь широко применяются микросхемы в корпусах BGA. Естественно, что предприятие, обладающее возможностью ис-

пользования в своих разработках (и производстве в промышленных масштабах) самой современной элементной базы, оказывается на полшага впереди.

### ФОРМУЛА ИДЕАЛЬНОГО КОНТРОЛЛЕРА

Анализ сложившейся ситуации и предпочтений потребителей позволяет выделить несколько оптималь-

ных путей развития «контроллеростроения» в нашей стране.

Первый и наиболее общий путь для всех производителей – повышение конкурентоспособности отечественных разработок. Для этого необходимы следующие меры:

- расширение серий выпускаемых контроллеров, объединённых единой концепцией построения и программным обеспечением, но различающихся по вычислительной мощности;
- изменение подхода к поддержке интерфейсов связи. В состав контроллера должны входить модули поддержки основных современных промышленных интерфейсов связи; в течение всего жизненного цикла контроллер должен дополняться новыми интерфейсами;
- большая интеллектуальная специализация отдельных модулей контроллера. В контроллер должны входить модули, которые позволяют автономно реализовывать некоторые функции, связанные с управлением процессами (например, модули, реализующие регулирование на основе как стандартных алгоритмов, так и нетрадиционных подходов, например, нечёткой логики (fuzzy logic), нейронных сетей и т.п.);
- использование в качестве системы программирования стандарта IEC 61131-3 и переход в дальнейшем на современные стандарты;
- комплектация контроллеров готовыми примерами реализации некоторых функций;
- создание ясной и подробной документации;
- создание и постоянное развитие инструментальных средств, позволяющих заказчикам наиболее эффективно использовать заложенный в контроллер потенциал.

Второй путь – выделение определённых отраслей (достаточно широкого класса заказчиков), для которых будут адаптироваться все или некоторые модели контроллеров. В этом случае производитель контроллеров должен в полной мере удовлетворять все требования конкретного заказчика, реализовывать в своей продукции конкурентные преимущества, необходимые только для этого потребителя и отсутствующие у других производи-

Таблица 4. Распределение ПЛК по типам каналов ввода-вывода в дискретных модулях (нефтяная промышленность)

Канал	Доля, %	Развязка	Доля, %	Тип	Доля, %
Ввод	70	Групповая	90	24 VDC, до 100 Гц	90
				220 AC, до 10 Гц	8
				24 VDC, до 1000 Гц	2
		Индивидуальная	10	24 VDC, до 100 Гц	90
				220 AC, до 10 Гц	8
				24 VDC, до 1000 Гц	2
Вывод	30	Групповая	90	24 VDC, до 100 Гц	90
				220 AC, до 10 Гц	8
				24 VDC, до 1000 Гц	2
		Индивидуальная	10	24 VDC, до 100 Гц	20
				220 AC, до 10 Гц	70
				24 VDC, до 1000 Гц	10

Таблица 5. Распределение ПЛК по типам каналов ввода-вывода в аналоговых модулях (нефтяная промышленность)

Тип	Доля, %	Развязка	%	Тип	%
Ввод ±10 В, ±0...20 мА,	80	Групповая	90	12 бит, 1 кГц	90
				16 бит, 1 кГц	10
				До 100 кГц	0
		Индивидуальная	10	12 бит	90
				16 бит	8
				До 100 кГц	2
Вывод ±10 В, ±0...20 мА,	20	Групповая	90	12 бит	90
				16 бит	9
				До 100 кГц	1
		Индивидуальная	10	12 бит	40
				16 бит	59
				До 100 кГц	1

Таблица 6. Распределение специализированных модулей (нефтяная промышленность)

Тип	Доля, %
Модули регулирования	60
Модули позиционирования	0
Модули счёта	15
Модули взвешивания	0
Модули расширения памяти	0
Модули вычислительные	5
Модули диагностические	0
Разделительные барьеры*	20
Энкодеры	0

\*Как правило, применяются внешние разделительные устройства.

телей. Таким образом, достигается нужный уровень конкурентоспособности, однако при этом утрачивается универсальность контроллера. При выборе этого пути производитель должен предпринимать следующие меры:

- разрабатывать уникальные решения, необходимые только определённому классу заказчиков, но при этом максимально полно удовлетворять требованиям определённого класса технологических объектов;
- разрабатывать готовые алгоритмы и функциональные блоки, реализующие определённые алгоритмы, и комплектовать ими контроллеры;
- проводить стыковочные испытания с определённым оборудованием.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оптимальные направления в развитии систем автоматизации технологических процессов представляются автору следующим образом:

- прежде всего, программируемый логический контроллер должен полностью соответствовать прин-

ципам открытости, т.е. поддерживать стандартные и наиболее востребованные возможности;

- чтобы ПЛК выгодно отличался от других, он должен обладать некоторыми уникальными и полезными особенностями, позволяющими превзойти конкурентов;
- должно постоянно контролироваться интегральное качество производимой продукции (под ним подразумеваются как технические параметры надёжности оборудования, так и качество программного обеспечения самого контроллера и всех сервисных средств, необходимых для работы с ним);
- при производстве и сбыте продукции должна непрерывно поддерживаться обратная связь с потребителями. Конструкцию контроллера необходимо постоянно совершенствовать, повышая его надёжность, удобство создания управляющих систем и простоту обслуживания.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Automation Systems for Discrete Industries Worldwide. Five year market analysis

and technology forecast through 2011. <http://www.arcweb.com/StudyBrochurePDFs/AutomationSystemsDiscrete.pdf>.

2. <http://www.arcweb.com/Research/Studies/Pages/default.aspx>.
3. Programmable Logic Controller Worldwide Outlook. Five year market analysis and technology forecast through 2011. [http://www.arcweb.com/StudyBrochurePDFs/Study\\_PLC\\_ww.pdf](http://www.arcweb.com/StudyBrochurePDFs/Study_PLC_ww.pdf).
4. Проблемы развития контроллеров российских производителей. Промышленные контроллеры и АСУ. 2007. № 2.
5. Программируемые контроллеры. Часть 1. Общие положения и функциональные характеристики. ГОСТ Р 51840-2001 (МЭК 611131-1-92).
6. Программируемые контроллеры. Часть 3. Языки программирования МЭК 61131-3-95.
7. *Зюбин В.Е.* Программирование ПЛК: языки МЭК 61131-3 и возможные альтернативы. Промышленные АСУ и контроллеры. 2005. № 11.
8. Необходимость и достаточность номенклатуры каналов ввода-вывода в промышленных контроллерах. Промышленные АСУ и контроллеры. 2008. № 2.

