



## Типичные недостатки внедрения и эксплуатации АСУТП

Э.Л. Ицкович (ИПУ РАН)

*Рассматриваются широко распространенные недостатки внедрения и эксплуатации АСУ технологических агрегатов на российских предприятиях химико-технологических отраслей, которые обусловлены рядом причин, в целом определяемых отношением руководства предприятия и персонала производства к внедряемым и функционирующим системам автоматизации ТП. Естественно, эти недостатки существенно снижают потенциально возможную эффективность внедренных АСУТП.*

*Ключевые слова: внедрение АСУТП, эксплуатация АСУТП, мотивация операторов АСУТП.*

### Введение

В России не проводятся и не публикуются обобщающие экспертные обзоры качества функционирования АСУТП в каких-либо отраслях промышленности, оснащенных программными и техническими средствами разных производителей, работающих в различных организационных взаимодействиях с оперативным и обслуживающим персоналом. Не существует сводных аналитических материалов, по которым можно было бы сформулировать способы рационального внедрения и эксплуатации разработанных АСУТП.

Последние годы автору пришлось многократно ознакомиться с конкретными работами по внедрению АСУТП и с формами эксплуатации используемых в них подсистем автоматизации на предприятиях разных отраслей: энергетики, химии, нефтехимии, нефтепереработки. Это позволило выявить ряд характерных негативных особенностей внедрения и эксплуатации АСУ, присутствующих повсеместно, независимо от принадлежности производства к той или иной отрасли. Естественно, что типичность и распространение этих особенностей отражает субъективный взгляд автора и базируется на его экспертном опыте.

Рассмотрение указанных особенностей является предметом данной статьи, а ее цель заключается в выделении типичных недостатков внедрения и эксплуатации АСУТП и описания способов их преодоления.

Статья продолжает тематику обобщенного анализа АСУТП, начатого в статье "Типичные недостатки технических заданий и проектов на создание АСУТП", опубликованной в предыдущем номере журнала "Автоматизация в промышленности".

### Внедрение разработанной АСУТП

При приемке технического или техно-рабочего проекта заказчиком должна проводиться его тщательная проверка, поскольку все его огрехи после внедрения будут достаточно дорого и не просто ис-

правлять. Проверка проекта должна касаться, как минимум, следующих факторов:

- выполнения всех требований технического задания;
- использования современных и перспективных технических средств;
- поставки полного комплекса необходимых прикладных программ контроля, учета, блокировок, управления;
- наличия типовых интерфейсов для связи с имеющимися и планируемыми системами автоматизации производства.

На практике, в большинстве случаев, приемка носит формальный характер и заказчик (под лозунгом "Проектанту виднее, что и как надо автоматизировать"), не вдаваясь в принятые в проекте решения, фиксирует приемку, а с недостатками проекта начинает бороться уже во время эксплуатации АСУТП.

В самом процессе внедрения есть несколько важных моментов, которым заказчиком — предприятием уделяется совершенно недостаточное внимание.

Первый момент касается обучения оперативного персонала работать с вводимой в эксплуатацию системой автоматизации, а административного и ремонтного персонала — ее обслуживать. Достаточно часто процесс обучения проводится формально: он не учитывает квалификацию обучаемого персонала, не имеет требуемого объема практических занятий по отработке различных нестандартных ситуаций, совершенно некачественно контролирует усвоение персоналом необходимых для работы знаний. Все это сказывается в дальнейшем при взаимодействии персонала с системой автоматизации и приводит к неполному использованию ее возможностей. При этом следует иметь в виду, что чем современнее и сложнее система автоматизации, тем тщательнее надо подходить к обучению персонала.

Пример (один из многочисленных) подобного обучения для достаточно изменчивого по режимным

параметрам ТП: в составе системы автоматизации приобретен алгоритм самонастройки ПИД-регулятора. Однако операторы им не пользуются, объясняя это тем, что его работу им показали один раз на занятиях, не пояснили, как устанавливать его параметры, и поэтому они боятся включать его на объекте.

Второй момент касается экспериментальной оценки полученного предприятием эффекта от внедрения системы автоматизации. Интересно отметить, что при планировании АСУТП руководство предприятия обычно требует прогнозировать экономический эффект от функционирования АСУТП и даже оценивать срок ее окупаемости. При внедрении АСУТП, по большей части, вопрос реально полученного экономического эффекта и его соответствия прогнозируемому обычно уже не поднимается, и эффект не определяется, хотя объективный анализ реально полученных экономических, технических, социальных составляющих эффекта позволил бы не только и не столько проверить точность прогноза, сколько оценить полученную пользу предприятию от работы АСУТП по:

- экономическим оценкам изменения производительности, качества, себестоимости продукции агрегата;

- техническим показателям улучшения стабильности режима, повышения надежности работы оборудования, снижения частоты нештатных ситуаций;

- социальным элементам большей комфортности обслуживания системы управления, прозрачности и оперативности контроля работы агрегата и упрощения процесса управления им.

В целом реальная оценка полученного эффекта позволила бы, в том числе более грамотно и обоснованно подходить к планам будущей автоматизации производства. Существующие во многих конкретных случаях трудности экспериментальной оценки экономического эффекта большей частью преодолеваются увеличением временного интервала анализа работы агрегата до и после внедрения АСУТП, а прочие составляющие эффекта оцениваются достаточно простыми методами.

К сожалению, объективная экспериментальная оценка полученного предприятием эффекта от внедрения системы автоматизации, за редким исключением, не входит в программу внедрения АСУТП.

Следует отметить, что иногда существуют объективные причины нежелания руководства предприятий получить объективные официальные данные о полученной экономической эффективности внедряемой АСУТП. Речь идет о классе предприятий, являющихся подразделениями холдинга и работающих в режиме "Процессинг", когда их функциями является переработка заданного им количества сырья в заданный им набор продуктов. Они сами не приобретают сырье и не продают свою продукцию; все это делает холдинг, который оплачивает им заданную переработку. Во многих случаях холдинг ведет не совсем рациональную политику управления предприятиями, ежегодно ужесточая

плановые требования и снижая нормативы потерь и затрат. В этом случае руководство предприятий, передавая холдингу данные об эффективности внедряемых систем автоматизации, поставит себя в невыгодную ситуацию, поскольку тогда предприятиям этот эффект учтут в нормативах следующего года и они лишатся тех скрытых от холдинга резервов, которые помогли бы им пережить будущие снижения нормативов производительности, себестоимости, потерь и энергозатрат.

Ввиду этих причин руководство предприятий (естественно скрытно) не может быть заинтересовано в официальной оценке, а следовательно, в показе достигнутой экономии от внедрения АСУТП.

### Контроль и управление текущим качеством работы АСУТП

Любая функционирующая АСУТП со временем имеет тенденцию к деградации, если она недостаточно квалифицированно эксплуатируется. Деградация АСУТП проявляется в ухудшении во времени качества ее работы и снижении эффекта ее применения. Ускоряют процесс деградации АСУТП ряд факторов:

- сложность и объем программ управления, требующих точного знания текущих характеристик ТП;

- изменчивость свойств объекта автоматизации и модификация его режимов работы во времени;

- значительные текущие изменения качества сырьевых компонентов и параметров выпускаемой продукции;

- проходящая во время эксплуатации АСУТП модернизация оборудования агрегата;

- возникающая во времени недостаточно точная и качественная работа средств КИПиА, вызванная их физическим износом.

Конкретно процесс деградации заключается в ухудшении всех или части показателей качества работы АСУТП, а именно в:

- недостаточно точном и стабильном поддержании заданного режима работы агрегата;

- увеличении материальных потерь и удельных расходов различных видов энергоресурсов;

- снижении среднего качества выпускаемой агрегатом продукции;

- увеличении числа и продолжительности различных нештатных ситуаций и т. д.

Практически степень деградации АСУТП может быть зафиксирована в сопоставлении аналогичных значений ниже следующих показателей работы объекта за текущий и близкие по характеристикам сырья и заданным режимам работы прошлые интервалы времени:

- сменной и суточной производительности агрегата;

- среднего качества выпускаемой продукции за интервалы времени порядка недели и более и числа лабораторных анализов, не соответствующих заданному качеству в рассматриваемых интервалах времени;

- сменных и суточных удельных расходов различных видов энергоресурсов;

-числа и продолжительности нештатных ситуаций за интервалы времени порядка недели и более и причин их возникновения;

-доли времени нахождения регулирующих органов основных контуров регулирования в конечных положениях за отдельные смены;

-общего времени отключения отдельных средств и систем автоматики из-за их неисправностей или из-за некачественной работы за интервалы времени порядка недели и более.

Разница в значениях этих показателей при их сопоставлении за разные интервалы времени может быть вызвана различными причинами, только одной из которых является деградация АСУТП. Поэтому далее требуется содержательный анализ полученных данных. Результаты анализа позволяют выявить причины деградации и наметить мероприятия по их устранению. В частности, такими мероприятиями могут быть коррекция отдельных алгоритмов контроля и управления или добавление новых алгоритмов, пересмотр и модификация отдельных прикладных программ, перенастройка разных контуров регулирования, замена определенных технических средств системы. Реально частота проведения рассмотренных работ определяется конкретными условиями функционирования АСУТП, она может проводиться непрерывно в процессе эксплуатации АСУТП либо периодически через разные интервалы времени: квартал, полугодие, год. Проведение таких работ должно быть вписано в норматив и должностные инструкции персонала, обслуживающего системы автоматизации ТП.

В действительности на большинстве предприятий в составе АСУТП не предусмотрен не только полный, но даже частичный контроль и учет качества работы АСУТП, не проводится анализ степени деградации систем автоматизации, не фиксируются изменения эффективности работы АСУТП в процессе эксплуатации. В значительной степени вину за это несет руководство предприятия, которое не проявляет заинтересованности в эффективном использовании АСУТП. Естественно, что отсутствие активного, постоянного внимания руководства предприятия к правильному, квалифицированному и эффективному использованию АСУТП снижает или исключает заинтересованность обслуживающего АСУТП подразделения в постоянном или периодическом слежении за качеством их текущего функционирования.

#### **Проведение административных мероприятий, способствующих рациональной эксплуатации АСУТП**

Все функционирующие АСУТП являются человеко-машинными системами управления и даже при наличии в качестве одной части этих систем самого качественного программно-технического комплекса автоматизации, потенциально возможный от его применения эффект может быть полностью или частично погашен другой частью этой системы управления — оператором, который на базе этого комплекса

*Люди очень склонны к деградации.  
Поэтому себя нужно тренировать и  
все время держать в тонусе.*

Р. Литвинова

реализует управляющие функции. Ввиду этого важно рассмотреть существующее согласование взаимодействий операторов ТП с программно-техническими комплексами АСУТП и выявить организационные и административные особенности, ограничивающие эффективное использование последних.

Анализ существующей системы административного управления производством и при необходимости его рациональная модификация всегда должна быть тем базовым фактором, который сопутствует или даже предшествует мероприятиям по автоматизации производства, поскольку любые системы автоматизации (в том числе и автоматизация ТП) работают при непосредственном участии (наблюдение, настройка, обслуживание и использование) соответствующего персонала. При не предъявлении необходимых требований по рациональной эксплуатации систем автоматизации, отсутствию у персонала определенной квалификации и не заинтересованности его в их рациональном использовании эффективность внедряемых систем автоматизации существенно снижается, а иногда и вовсе погашается.

Кстати, свыше 50 лет назад в США была разработана, а затем неоднократно совершенствовалась система административного управления предприятием (Administrative Management System), которая состоит из двух методических разделов:

-организационного управления производством, охватывающего построение рациональной структуры управления, необходимую конкретизацию содержания нормативов и должностных инструкций;

-административного управления персоналом производства, включающего, в частности, необходимые методы стимулирования персонала и поддержания его необходимой квалификации.

Подавляющее большинство крупных и средних предприятий США и почти все предприятия Японии используют у себя эту систему, которая, по оценкам экспертов этих стран, позволяет существенно повысить производительность труда персонала предприятий и одновременно значительно снизить себестоимость выпускаемой продукции.

На подавляющем большинстве российских предприятий существующая система административного управления производством никак не требует и не стимулирует рациональное и безопасное использование систем автоматизации.

Нормативы рационального использования АСУТП обычно на предприятиях отсутствуют, а должностные инструкции не содержат никаких конкретных требований к рациональному использованию имеющихся КИП и системы автоматизации, не формулируют никаких обязанностей операторов по

их взаимодействию с системой автоматизации.

Типичный пример содержания должностной инструкции о правах и обязанностях оператора технологического агрегата в отношении взаимодействия с системой автоматизации приведен ниже:

- оператор должен знать назначение КИП, средств автоматики, системы аварийной сигнализации и блокировок, принцип их действия;
- оператор обязан следить за наличием и исправностью КИП на оборудовании агрегата;
- от оператора требуется своевременное оповещение старшего оператора технологических агрегатов при отказе работы приборов КИПиА.

Это все.

Естественно, следует пересмотреть должностные инструкции операторов технологических агрегатов в части взаимодействия с системой автоматизации. Необходимо их конкретизировать, заложив необходимые требования к операторам, правила их взаимодействия с системой автоматизации в различных штатных и нештатных ситуациях, функциональные обязанности операторов по рациональной эксплуатации средств и системы автоматизации и личную ответственность за выполнение требований и обязанностей.

Аналогичная ситуация наблюдается с административной системой управления персоналом АСУТП в части его мотивации за рациональную эксплуатацию системы автоматизации и эффективность управления ТП.

На подавляющем большинстве российских предприятий существующая система материальной мотивации оператора ТП никак не связана с его личной, конкретной работой и не стимулирует рациональное использование им системы автоматизации.

Типичный пример содержания положения о премировании за основные результаты производственно-хозяйственной деятельности в месячном интервале содержат следующие основные показатели премирования оператора технологического агрегата:

- выполнение цехом заданного плана работ;
- выполнение цехом заданных показателей качества;
- выполнение цехом норм технологического регламента;
- соблюдение персоналом цеха дисциплины;
- соблюдение персоналом цеха правил промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды, правил пожарной безопасности.

Получается, что стимулирование определяется степенью выполнения цехом или самостоятельным подразделением предприятия месячного плана, в реализации которого каждый сотрудник (в том числе оператор одного из ТП цеха) вряд ли сможет выделить свою достаточно малую долю труда и, тем самым, сопоставить свою личную работу с полученной премией. Оторванность результата своего труда от его мотивации значительно сказывается на желании конкретного специалиста наиболее эффективно взаимодействовать с системой автоматизации.

Имеющееся положение по премированию следует перенацелить с общей оценки всего коллектива на оценку работы конкретного сотрудника, то есть включить в состав основных показателей премирования личную материальную мотивацию специалиста, управляющего ТП, за конкретные результаты его труда, за производительность и качество продукции управляемого им агрегата, за экономию энергоресурсов и другие, зависящие от его труда показатели.

Вопросы необходимой квалификации операторов ТП, их точной оценки возникающих нештатных ситуаций, реактивности их воздействий на нарушения технологического режима играют первостепенную роль в работе агрегата. Существует два взаимно дополняющих друг друга способа поддержания во времени необходимой квалификации операторов.

*Первый способ* заключается в периодическом (например, в крупных зарубежных предприятиях раз в 1...2 года) обязательном направлении операторов на специальные курсы повышения квалификации по управлению агрегатами данной отрасли промышленности с использованием современных средств и систем автоматизации. Правда, следует признать, что такие курсы в большинстве отраслей промышленности России сейчас отсутствуют.

*Второй способ* предусматривает использование компьютерных тренажерных систем, позволяющих проводить периодический тренаж операторов по взаимодействию с вновь внедряемыми АСУТП, а также периодическую тренировку операторов по компенсации возникающих достаточно редко нештатных ситуаций. Подобная тренировка особенно важна после периодических перерывов работы оператора, например, после очередных отпусков.

На очень многих российских предприятиях наблюдается недостаточная квалификация персонала для эффективной эксплуатации и использования современных систем автоматизации. Указанные способы поддержания необходимого уровня квалификации операторов ТП практически реализуются достаточно редко и неполно. Полностью отсутствуют обязательные формы и способы повышения квалификации. Практически разрушена система профессиональной подготовки операторов. Далеко не везде и не в необходимом объеме используются компьютерные тренажеры операторов.

#### Вместо заключения

Ниже приводятся некоторые характерные ответы работников производства на отдельные вопросы автора, возникавшие при рассмотрении работы конкретных АСУТП. Эти ответы типичны для распространенного отношения обслуживающих АСУТП сотрудников к рациональному управлению агрегатами, оснащенными современными системами автоматизации.

*Вопрос оператору АСУТП:* "Почему у Вас система учета показывает такой большой удельный расход электроэнергии?"

*Ответ:* "Потому что работает семь насосов, а для заданного режима сниженной производительности достаточно четырех, но на всякий случай я их не выключаю; если потребуют увеличить производительность, то у меня уже все подготовлено, и не придется бегать по цеху".

*Комментарий.* Следовательно, ни в какой экономии энергоресурсов оператор не заинтересован.

*Вопрос начальнику отдела КИПиА:* "На N-ом агрегате три регулятора работают некачественно; опера-

*Ицкович Эммануил Львович — д-р техн. наук, проф., зав. лабораторией ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН.*

*Контактный телефон (495) 334-90-21.*

### SIMATIC S7-200 – минимальные расходы на компоненты автоматизации

Применение качественных и надежных приборов и решений для автоматизации позволяет добиться ощутимой экономии на всех этапах: от проектирования до эксплуатации объектов различного назначения. Уже более 15 лет по всему миру для этих целей применяется серия ПЛК SIMATIC S7-200 (рисунок). Помимо того, что всемирно известная марка контроллеров SIMATIC уже давно зарекомендовала себя как надежная техника автоматизации, выпуск серии S7-200 сделал возможным применение данного оборудования не только в комплексных системах управления крупными производственными предприятиями, но и на уровне локальной автоматизации небольших объектов управления в самых разных отраслях промышленности и народного хозяйства. Эти ПЛК производства фирмы SIEMENS позволяют сократить до минимума число аварий, снизить износ оборудования, легко реализовать сложнейшие схемы управления. В октябре 2011 г. было объявлено о снижении цен на серию SIMATIC S7-200 на 30%. Это эксклюзивное предложение действует только на территории РФ и помогает отечественным производителям оборудования и инжиниринговым организациям повысить конкурентоспособность своей продукции и решений. При дальнейшей эксплуатации объектов благодаря высокой надежности и отказоустойчивости систем управления на основе контроллеров SIMATIC S7-200 можно получить существенную экономию средств на техническом обслуживании систем и поддержании в работоспособном состоянии. Применение оборудования SIEMENS в области автоматизации позволяет спроектировать, смонтировать и запустить систему в эксплуатацию в кратчайшие сроки.

ПЛК SIMATIC S7-200 применяются там, где для обеспечения потребностей системы управления требуется ≤200 входов/выходов или локальный или удаленный интерфейс операторского управления и необходимость соединения в общую сеть нескольких ПЛК для создания распределенной структуры.

В отдельно стоящей станции управления на основе S7-200 может быть максимально использовано 128 дискретных входов/выходов или 56/32 аналоговых входов/выходов. Такой запас по функциональности позволяет применять SIMATIC S7-200 в самых различных отраслях промышленности.

Большое разнообразие процессорных модулей, модулей расширения и рабочего напряжения дают возможность индивидуально подойти к каждой конкретной задаче по автоматизации и выбрать наиболее рациональное и экономически целесообразное решение. S7-200 практически незаменимы для автоматизации работы тепловых

тор уже давно обращался к Вам с просьбой об их перенастройке, почему Вы не принимаете мер?"

*Ответ:* "У меня в отделе был специалист по настройке ПИД-регуляторов, но сверху спустили очередное сокращение штатов и пришлось его сократить, не могу же я уменьшить ремонтный персонал отдела."

*Комментарий.* Здесь не лишним может быть сопоставление зарплаты одного специалиста с недополученной выгодой от некачественной стабилизации режима ТП производства.



Модульный ПЛК SIMATIC S7-200

пунктов, котельных и систем вентиляции. Они широко применяются для управления освещением, энергопотреблением, комплексного управления водоснабжением, водоотведением, канализацией и водоочисткой и т.д.

В любой системе управления авария – достаточно серьезная ситуация, приводящая зачастую к огромным финансовым потерям или опасным последствиям. Система аварийного контроля на базе S7-200 при получении сигнала об аварии от датчиков известит обслуживающий персонал о происшествии, указав зону неисправности. Когда речь идет об удаленных и необслуживаемых объектах, используется информирование по различным каналам связи, в том числе и беспроводным. Существует возможность отправки SMS сообщений на мобильный телефон или через электронную почту.

Универсальность применения SIMATIC S7-200 в любых системах автоматизации обуславливается еще и возможностью подключения к нему многообразия дополнительных компонентов сигнализации или управления механизмами, которые могут присутствовать на объекте благодаря множеству интерфейсов и протоколов, которыми обладает данная серия ПЛК.

Масштабируемость системы управления на основе S7-200 позволяет дополнить его возможности с помощью различных модулей расширения или связи между станциями по интерфейсам RS-485, Profibus DP и Ethernet.

Применение данной серии ПЛК позволяет создать самую современную систему управления и значительно сократить затраты на оборудование, обучение персонала и ЗИП. Проектные и инжиниринговые организации при этом получают значительный выигрыш по срокам разработки проекта за счет грамотно подготовленной документации, наличия обучающих курсов, бесплатных примеров и технической поддержки специалистов SIEMENS.

*Контактный телефон (495) 223-37-28, факс (495) 737-23-98. [Http://www.siemens.ru/ad/as](http://www.siemens.ru/ad/as)*