

## ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА: РОЛЬ ИНЖИНИРИНГА В АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Э.Л. Ицкович (ИПУ РАН)

*Рассматривается содержание инженерных, консультационных услуг в области автоматизации технологического производства, в которых нуждается подавляющее большинство предприятий на всех этапах жизненного цикла систем автоматизации<sup>1</sup>.*

*Ключевые слова: инжиниринг по автоматизации, инжиниринговая фирма, системный интегратор, генеральный подрядчик.*

### Введение

Повсеместно принятый термин «инжиниринг» поясняется во многих источниках как инженерные, консультационные услуги, связанные с разработкой и подготовкой производственного процесса и с обеспечением нормального хода процесса производства и реализации продукции.

Конкретизируя понятие «инжиниринга» применительно к консультационным услугам в области автоматизации технологического производства, отметим существенную важность и значительное разнообразие таких услуг, необходимых заказчиком средств и систем автоматизации производства, — руководителям предприятий различных технологических отраслей. Правда, как показывает обследование существующего состояния автоматизации производства на многих предприятиях разных технологических отраслей, необходимость в подобных услугах обычно не понимается руководством, требования к ним со стороны заказчиков не формулируются, никакие объективные и квалифицированные консультанты не приглашаются, хотя квалификации собственного персонала по рациональному управлению всеми работами по современной автоматизации производства явно недостаточно. Это значительно снижает эффективность внедряемых систем автоматизации [1] и приводит к тому, что сфера полноценных консультационных услуг (инжиниринга) по автоматизации производства в нашей стране (в отличие от ведущих в области автоматизации производства стран) совершенно не развивается, поскольку на нее почти нет спроса.

### Содержание основных инжиниринговых работ по автоматизации производства

Ниже приведены инжиниринговые работы, которые должны быть востребованы на подавляющем большинстве российских предприятий различных технологических отраслей, поскольку они позволяют значительно повысить существующую эффектив-

ность автоматизации как отдельных производственных объектов и служб, так и производства в целом. Естественно, что на каждом конкретном предприятии проведение этих работ имеет свои специфические нюансы, поэтому здесь обозначены их контуры, общие для всех предприятий.

1. Обследование существующей автоматизации производства или его отдельных участков и технологических агрегатов.

Изучение назначения, состава, качества реализации функций контроля и управления, реализуемых как отдельными средствами и системами автоматизации, так и операторами агрегатов. Распределение рассмотренных функций на ряд классов:

- нормально исполняемые и не требующие вмешательства в их реализацию;
- выполняемые некачественно, заведомо устаревшими морально и/или физически средствами автоматизации, которые следует заменить;
- подлежащие корректировке из-за некачественно эксплуатируемых персоналом средств, реализующих эти функции;
- требующие перевода выполнения функций с ручного на автоматический режим, что приведет к добавлению, замене или модернизации отдельных программных и/или технических средств автоматизации.

*Результат:* отчет с выводами по текущему состоянию функционирующих систем автоматизации: выделение средств и систем автоматизации, нуждающихся в различных добавлениях, заменах, коррекциях; рекомендации по организационным мерам улучшения работы с системами автоматизированного управления; обоснование мероприятий по совершенствованию отдельных систем автоматизации производства, проведение которых требуется в первую очередь.

2. Анализ существующей на предприятии структуры управления работами по информатизации и автоматизации и функций отдельных служб в области автоматизации производства.

<sup>1</sup> Статья продолжает серию авторских материалов Э.Л. Ицковича «В помощь руководству предприятий технологических отраслей». Первая статья серии: «Проведение работ по автоматизации производства: что необходимо учитывать руководству предприятий технологических отраслей» была опубликована в нашем журнале в №1 за 2017 г.

Рассмотрение функций всех подразделений предприятия и всех его отдельных подразделений, которые управляют различными работами по автоматизации производства и его отдельных составляющих. Анализ взаимодействия этих подразделений и их иерархической подчиненности. Выявление тех особенностей существующей структуры управления автоматизацией, которая снижает эффективность разработанных систем, поскольку она:

- разделяет задачи автоматизации производства на не связанные между собой и самостоятельно решаемые задачи контроля и управления отдельными переделами и службами;

- препятствует взаимодействию отдельных систем и ограничивает получение ими информации, необходимой для рационального функционирования;

- не позволяет руководству, бизнес отделам, производственным службам своевременно и в полном объеме получать с заданной точностью необходимые ключевые показатели работы производства и его подразделений.

*Результат:* предложения по корректировке структуры, функций отдельных подразделений, их иерархической подчиненности, которая позволит улучшить разработку автоматизированного управления различных служб предприятий и совершенствовать взаимосвязи систем автоматизации отдельных подразделений предприятия.

3. Разработка концепции (стратегии) автоматизации производства и/или автоматизации производственных служб (систем класса MES).

Работа конкретизирует обоснованное дальнейшее развитие автоматизированного управления различными переделами производства. Она состоит из ряда последовательно выполняемых этапов:

- обследование существующих систем автоматизированного управления;

- формирование плана развития автоматизации и обоснование получаемых предприятием выгод от его реализации;

- выделение и конкретизация отдельных систем сформированного плана развития, которые целесообразно внедрять в начальный период его реализации;

- оценки финансовых затрат на построение выделенных систем и обоснование их эффективности и целесообразности последовательности внедрения.

*Результат:* оформленные в виде отчетов выводы по исполнению каждого этапа концепции, утвержденные заказчиком (возможно, скорректированные по его замечаниям); выработанная рациональная, обоснованная и согласованная с заказчиком стратегия развития автоматизации производства.

4. Прогноз эффективности планируемой системы автоматизации.

Реализация планируемой системы автоматизации требует обоснованного прогноза ее эффективности, под которой понимаются различные составляющие повышения конкурентности и улучшения работы предприятия. Работа заключается в обоснованном прогнозе:

- финансовых затрат на разработку и внедрение системы;

- различных составляющих повышения общей эффективности функционирования производства в результате работы системы: экономических, технических, социальных, экологических частей общей эффективности;

- важности внедрения системы как фундамента для дальнейшего необходимого развития систем информатизации и автоматизации на предприятии.

*Результат:* документ, позволяющий руководству предприятия принять обоснованное решение о целесообразности выделения средств на разработку системы в ближайший период времени.

5. Совместная с предприятием разработка технических требований на АСУТП. В значительной степени большинство указанных ниже положений этих технических требований относятся не только к технологическому процессу, но и к любому производственному объекту.

Помощь предприятию заключается в консультациях по необходимому составу, содержанию и формулировке требований ко всем свойствам и характеристикам разрабатываемой АСУТП. Ниже выделены те обязательные положения, которые повсеместно весьма неполно и поверхностно описываются заказчиками в технических требованиях (а часто эти положения просто отсутствуют):

- охват требованиями всех компонентов средств и системы автоматизации и всего персонала, использующего и обслуживающего автоматическую часть АСУТП;

- необходимость контроля и учета не только режимных показателей работы автоматизируемого объекта, но и ряда сопутствующих факторов: учета энергопотребления объекта, контроля текущего состояния его основного оборудования, мониторинга работы всех единиц системы автоматизации объекта, текущего анализа ключевых показателей работы автоматизируемого объекта;

- особо тщательный подход к формулировке требований на подсистему противоаварийной защиты и на средства защиты информации в системе автоматизации от несанкционированного доступа;

- учет в требованиях перспективности приобретаемых программных и технических средств автоматизации;

- отдельные требования к необходимой корректировке организационных и административных мероприятий по поддержке персонала, использующего и обслуживающего систему автоматизации.

*Результат:* сформированные, полноценные технические требования на АСУТП, являющиеся важнейшей частью конкурсной документации, по которой проводится тендер на продукцию автоматизации и на разработку АСУТП.

6. Организация и проведение объективного тендера на систему автоматизации и на разработку АСУТП (слово «объективный» подчеркнуто не случайно, ибо проведение объективного тендера на предприятиях встречается нечасто).

Вся работа проводится при участии руководства предприятия и путем согласования с ним всех материалов отдельных этапов проведения тендера, а также утверждения им результирующей ранжировки представленных на тендер конкурсных предложений различных фирм.

Организация тендера включает следующие этапы:

- формирование конкурсной комиссии;
- разработку и утверждение конкурсной документации (в составе которой находятся утвержденные технические требования);
- помощь заказчику в выборе и ранжировке совокупности критериев, по которым будут оцениваться конкурсные предложения разных фирм;
- анализ текущих предложений рынка в области требуемой продукции и работ;
- формирование участников тендера, готовящих свои конкурсные предложения.

Проведение тендера состоит из последовательности следующих этапов:

- анализ поступивших на тендер конкурсных предложений;
- формирование экспертной группы и оценка экспертами поступивших конкурсных предложений по отдельным заданным критериям;
- общая ранжировка поступивших конкурсных предложений по совокупности критериев автоматическим решением многокритериальной задачи, компьютерное обоснование ранжировки и в заключение выделение победителя тендера.

*Результат:* общий отчет по всем этапам организации и проведения тендера и представление заказчику всех материалов и обоснований для документального утверждения результатов тендера.

7. Экспертиза разработанного технорабочего проекта автоматизации контроля и управления любого производственного объекта.

Помощь заказчику в тщательном анализе представленного к утверждению проекта:

- проверка реализации в нем всех утвержденных технических требований к автоматизированной системе контроля и управления;
- анализ и апробирование реализации в нем заданных прикладных программ контроля, учета и управления;
- контроль наличия в проекте специальных разделов по организации работы персонала автоматизированной системы контроля и управления: обоснования числа необходимых операторов, корректировок должностных инструкций операторов и утверждения их мотиваций за рациональное использование системы автоматизации.

*Результат:* протокол рассмотрения и анализа представленного к утверждению проекта и перечень замечаний по его доработке и коррекции.

8. Экспертиза и консультации работ, проводимых на этапе внедрения АСУ.

Инжиниринговые работы, помогающие заказчику рационально организовывать и проводить стадии внедрения и опытной эксплуатации АСУ, перечислены ниже:

— участие в опытном опробовании прикладного программного обеспечения разработанной АСУ персоналом производства, который будет с ней взаимодействовать;

— помощь в организации совместной работы персонала предприятия, который будет обслуживать АСУ, с разработчиком АСУ по наладке технических средств системы;

— проверка программы обучения персонала предприятия работе и обслуживанию системы и методам оценки усвоения ими полученных сведений;

— анализ выполнения необходимых организационных и административных мероприятий по поддержке персонала, работающего с внедряемой АСУ;

— организация и проведение на стадии опытной эксплуатации системы совместно с ее разработчиком промышленного эксперимента по оценке реально полученных составляющих общей эффективности внедряемой АСУ;

— проверка достаточно полного освоения персоналом взаимодействия с внедренной системой автоматизации и учета разработчиком системы всех замечаний персонала перед окончанием опытной эксплуатации системы и переводом ее в промышленную эксплуатацию.

*Результат:* выполнение всех или большей части выше отмеченных инжиниринговых работ, зафиксированных в отдельных протоколах, отчетах, заключений, значительно улучшает и облегчает дальнейшую промышленную эксплуатацию внедренной АСУ.

9. Экспертиза функционирования АСУ на этапе ее промышленной эксплуатации.

Требуемый периодический внешний аудит (независимая проверка) функционирующей АСУ, определяющий степень и причины ее деградации за время эксплуатации состоит из следующего перечня работ:

- анализ имеющегося текущего и архивного документального материала, касающегося работы объекта, средств и системы его автоматизации;
- анкетирование персонала, использующего систему автоматизации и обслуживающую ее;
- интервьюирование руководства производственных служб данного цеха: начальника цеха, технолога, руководства службы КИПиА;
- непосредственное наблюдение и анализ работы компонентов АСУ и операторов;
- проведение специального эксперимента по оценке текущей эффективности работы АСУ и ее сопоставления с оценкой эффективности на этапе опытной эксплуатации АСУ.

*Результат:* выводы по текущему состоянию АСУ, оценки наличия и причин деградации ее составляющих, рекомендации по компенсации существующей деградации АСУ и повышения эффективности ее функционирования.

10. Проведение на предприятии ознакомительных семинаров по основным задачам автоматизации производства и методам их решения.

Семинар для руководства предприятия с рассмотрением на нем рациональных правил управления автоматизацией производства на всех этапах жизненного цикла отдельных АСУ, с ознакомлением руководства с особенностями и возможностями современных, перспективных средств и систем автоматизации.

Семинар или краткосрочные курсы для персонала служб информатизации и автоматизации предприятия по ознакомлению персонала служб с перспективными средствами и системами автоматизации, с их использованием на отдельных предприятиях данной отрасли, с особенностями их рациональной эксплуатации и с достигаемыми преимуществами их использования.

**Результат:** повышение квалификации работников предприятия в области современных методов автоматизации производства и ознакомление их с выгодами, получаемыми предприятием при рациональном проведении всех работ на этапах планирования, разработки, внедрения и эксплуатации систем автоматизации различных классов

11. Консультации, помощь и экспертизы по любым вопросам автоматизации, интересующим руководство и производственные службы предприятия.

**Результат** определяется конкретным содержанием проведенных работ.

#### **Возможные исполнители инжиниринговых работ**

Важно точно определить те главные особенности фирм, которые позволяют им достаточно квалифицированно и объективно выполнять инжиниринговые работы. Они должны обладать следующими ниже приведенными свойствами.

1. Высокая квалификация в области автоматизации производства предприятий ряда технологических отраслей или одной, определенной отрасли (в зависимости от того, как позиционирует себя данная фирма).

2. Знакомство с современными разработками по автоматизации аналогичных производств как на отечественных, так и на зарубежных предприятиях.

3. Независимость выполняемых работ от влияния любых посторонних организаций: производителей отдельных продуктов автоматизации, их дистрибьюторов, проектных институтов. Если инжиниринговыми работами занимается самостоятельный отдел любой фирмы, то его работы также не должны зависеть от продвижения работ других отделов этой фирмы.

4. Достаточно широкая эрудиция в области современных, перспективных средств и систем автоматизации различных отечественных и ведущих зарубежных производителей.

5. Полная объективность консультационных услуг и результирующих выводов, решений и рекомендаций.

6. Положительный имидж (образ) в сфере инжиниринга по автоматизации производства, который может быть оценен заказчиком инжиниринговых ра-

бот по качеству уже проведенных фирмой работ этого класса на различных предприятиях.

Следует подчеркнуть, что большинство консультационных услуг инжиниринговые фирмы выполняют при участии в составе их исполнителей сотрудников предприятия заказчика. Как минимум, в группу исполнителей включается один сотрудник предприятия — заказчика, который является связующим звеном между этой группой и обследуемыми подразделениями предприятия. При выполнении отдельных консультационных услуг может потребоваться, кроме того, привлечение в группу исполнителей постороннего специалиста в качестве эксперта (например, технолога или экономиста).

Выполнением отмеченных выше инжиниринговых работ по автоматизации производства занимаются фирмы, позиционирующие себя под ниже следующими наименованиями.

**Инжиниринговые компании** — компании, специализирующиеся на предоставлении инженерных, консультационных услуг по автоматизации производства. В частности, возможен вариант, когда фирма выполняющая проектные и/или производственные работы по автоматизации выделяет отдельный *самостоятельный инжиниринговый отдел*, который реализует общие консультационные услуги по автоматизации производства. В этом случае отдел должен обладать всеми вышеприведенными свойствами, чтобы достаточно квалифицированно и объективно выполнять инжиниринговые работы.

**Системные интеграторы** — компании, разрабатывающие комплексные системы автоматизированного управления отдельными переделами производства на базе средств и систем автоматизации различных производителей. Для квалифицированного использования продукции разных производителей они заключают партнерские соглашения с различными производителями, обучают и сертифицируют своих специалистов проектированию, конфигурированию и наладке систем автоматизации от данных поставщиков. Обоснование их конкретных решений базируется на отмеченных выше инжиниринговых работах, обеспечивающих рациональность разработок и способствующих повышению эффективности управления производством.

**Генеральные подрядчики** — фирмы, которые берут на себя функции организации и полной реализации проекта по автоматизации производственных объектов и/или служб. Они руководят подрядчиками и взаимодействуют с поставщиками продукции автоматизации, все свои решения согласовывая с заказчиком. Предусматривается их участие во всех работах по формированию технических требований на автоматизированную систему управления и на ее средства, по выбору и поставке средств автоматизации, по разработке технорабочего проекта, по наблюдению за выполнением подрядчиками монтажных и пусконаладочных работ, по проведению этапа опытной эксплуатации системы, по сервисному обслуживанию

системы во время ее промышленной эксплуатации. Естественно, что для качественного выполнения всех реализуемых ими функций, они должны проводить все или почти все перечисленные выше инженеринговые работы в области реализуемого ими проекта.

Наконец, нельзя не отметить, что некоторые кафедры автоматизации российских учебных заведений либо самостоятельно, либо через организуемые ими специальные фирмы предоставляют на базе договорных соглашений инженерные, консультационные услуги по автоматизации производства различным предприятиям.

Отметим, что существует Международная некоммерческая организация интеграторов систем управления — Control System Integrators Association (CSIA) ([www.controls.org](http://www.controls.org)), которая занимается разработкой критериев оценки компаний, занимающихся системной интеграцией контроля и управления отдельных переделов производства на базе средств автоматизации различных производителей, что включает и инженеринговые работы.

CSIA была организована в США в 1994 г. и сейчас объединяет более 500 компаний разных стран. Она выполняет квалификационные испытания фирм, желающих вступить в CSIA, и выдает им после соответствующего аудита сертификат CSIA на соответствие фирмы специальным требованиям к инженеринговым работам и к системной интеграции. Ассоциация оказывает помощь своим членам в совершенствовании работ по системной интеграции, в предоставлении им информации о нововведениях в области автоматизации производства, обеспечивающих безопасность и успешность внедрения разработок [2].

#### Заключение

Выше обозначенное множество инженеринговых работ, обеспечивающее рациональную по всем критериям автоматизацию производства и его отдельных переделов, либо вообще не выполняется, либо проводится достаточно поверхностно и не полно на подавляющем большинстве российских предприятий техноло-

гических отраслей. Подобная ситуация продолжается уже многие годы и она усложняется тем, что

— большинство руководителей предприятий не понимает важности этих работ и поэтому повсеместно не требует их проведения;

— отсутствие широкого спроса препятствует основанию и развитию настоящих, независимых инженеринговых фирм;

— наличие ряда фирм, декларирующих возможность проведения инженеринговых работ, а в действительности не способных провести их квалифицированно, объективно и независимо от рекламы своей продукции в области автоматизации, только препятствует спросу на их деятельность и негативно отражается на отношении заказчиков к наименованию «Инженеринговые работы в области автоматизации производства»;

— практически отсутствует в печати, на конференциях, в презентациях разработчиков продукции автоматизации описание необходимых инженеринговых работ по автоматизации производства и степень важности их проведения для заказчиков средств и систем автоматизации.

Необходимо в первую очередь всеми существующими способами информирования объяснять руководству предприятий важность включения инженеринговых работ во все этапы жизненного цикла систем автоматизации. Это в то же время должно подстегнуть развитие настоящих инженеринговых фирм.

#### Список литературы

1. Ицкович Э.Л. Проведение работ по автоматизации производства: что необходимо учитывать руководству предприятий технологических отраслей // Автоматизация в промышленности. 2017. № 1.
2. Фаруцев С.Д. Сертификация инженеринговой компании по критериям CSIA как необходимое условие соответствия требованиям, предъявляемым к генеральному подрядчику по автоматизации крупных национальных и международных проектов // Автоматизация в промышленности. 2013. № 1.

*Ицкович Эммануил Львович — д-р техн. наук, главный научный сотрудник ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН. Контактный телефон (495) 334-9021.*

#### НОВЫЕ КНИГИ

Э.Л. Ицкович *Особенности современных АСУТП*.  
Изд-во ИПУ РАН. 2017 г. 522 стр.

В книге рассматриваются задачи перспективной автоматизации производственных объектов предприятий технологических отраслей.

Анализируются современные технические и программные средства автоматизации производственных объектов: полевого уровня (датчики и исполнительные комплексы); промышленного уровня (контроллеры); информационного уровня (SCADA-программы); а также типовые цифровые сети, соединяющие компоненты систем автоматизации.

Выделяются варианты ПТК и распределенных систем управления (PCU). Приводятся рациональные методы построения и особенности функционирования АСУТП: создание концепции и планирование работ по автоматизации технологических агрегатов; разработка технических требований на создание АСУТП и организация тендера на выбор исполнителей; организация работ по проектированию, внедрению и эксплуатации АСУТП. Описываются направления развития средств и систем автоматизации и перспективные алгоритмы автоматического контроля, учета и управления работой технологического агрегата.

Рассматриваются важные для эффективного функционирования АСУТП: способы взаимодействия систем автоматизации с операторами технологиче-

ских агрегатов; мероприятия по рационализации функционирования персонала, управляющего производственными объектами и обслуживающего их системы автоматизации; методы защиты средств и систем автоматизации от воздействий внешней среды и кибератак; необходимые решения по преодолению типичных недостатков построения, внедрения и функционирования АСУТП на российских предприятиях.

Изложение материала рассчитано на сотрудников служб КИПиА предприятий, на специалистов по автоматизации проектных организаций, на разработчиков АСУТП, на системных интеграторов в области автоматизации производства предприятий технологических отраслей.

Книга будет полезна преподавателям, аспирантам, научным работникам, специализирующимся в области автоматизации производства предприятий технологических и энергетических отраслей, поскольку в ней дан современный анализ состояния в области автоматизации производственных объектов, рассмотрены перспективы его развития и приведены рациональные методы решения задач, касающихся планирования, построения, внедрения, эксплуатации АСУТП. Она может быть использована в качестве учебного пособия по курсу автоматизации производства.