



## МАЛОБЮДЖЕТНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

Э.Л. Ицкович (ИПУ РАН)

*Рассматривается способ реализации мероприятий по автоматизации производства в современных кризисных условиях функционирования предприятий, который учитывает и отсутствие значительных финансовых средств на цели автоматизации, и необходимость уверенности в достаточно быстрой отдаче затрат за счет экономической эффективности мероприятий.*

*Ключевые слова: мероприятия по автоматизации производства, финансовые ресурсы, экономическая эффективность.*

### Введение

В текущих, достаточно сложных условиях функционирования многих отраслей промышленности автоматизация производства для большинства предприятий, с одной стороны, необходима, поскольку она способствует их инновационному развитию и повышению конкурентоспособности, но с другой — при рассмотрении любых мероприятий по автоматизации производства руководство предприятия явно или неявно вынуждено учитывать следующие ограничения:

- жесткую экономию финансовых средств;
- сосредоточенность на тактических задачах (малый горизонт планирования);
- короткий период разработки и внедрения любых мероприятий по развитию, модернизации, замене систем и средств автоматизации;
- гарантированную эффективность планируемых мероприятий;
- малый срок окупаемости мероприятий;
- последовательное поэтапное приобретение средств и внедрение крупных мероприятий при условии окупаемости каждого отдельного этапа;
- максимальное использование служб предприятия в качестве основных исполнителей новых разработок;
- основное направление разработок — снижение себестоимости продукции.

В этих обстоятельствах работы по автоматизации производства имеют ряд специфических черт, содержанию которых на всех этапах от обоснования работ до их завершения посвящена данная статья. Материал статьи базируется на реализованных практических разработках на предприятиях разных отраслей промышленности, проведенных под руководством автора или при его консультативном сопровождении.

### Первый этап: выявление рациональных мероприятий по автоматизации

Первым и важнейшим этапом является обследование производства с целью определения тех его резервов, которые могут быть использованы мероприятиями в области автоматизации.

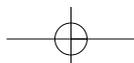
Для проведения этого этапа (так же, как и последующих) может быть привлечена консалтинговая организация, но более экономным вариантом является создание на время обследования специальной группы из наиболее квалифицированных специалистов предприятия по автоматизации, технологии, оборудованию из разных подразделений и цехов. В последнем случае важно подчеркнуть участие в обследовании каждого подразделения специалистов группы из других подразделений, поскольку они свежим (не "замыленным") взглядом могут выявить значимые резервы, которые могут быть эффективно использованы мероприятиями по автоматизации. Включение в группу кроме специалистов служб автоматизации также технологов, электриков и механиков позволит шире и глубже проанализировать существующие резервы, а также увязать рекомендуемые мероприятия по автоматизации с необходимыми изменениями в технологических режимах работы агрегатов, в методах обслуживания оборудования, в формах работы оперативного персонала.

Задачами этой группы являются:

- выявление зависящих от автоматизации резервов в работе основных участков производства;
- анализ компенсируемых автоматизацией недостатков в подразделениях, обслуживающих производство;
- изучение качества использования эксплуатируемых систем автоматизации;
- рассмотрение согласованности работы оперативного персонала с действиями систем автоматизации.

Из наиболее важных, подлежащих обследованию участков производства на предмет выполнения данных задач следует выделить:

- участки, являющиеся узким местом производства по производительности. Анализ их работы выявляет возможности увеличения производительности при более точном соблюдении режимов их работы, при оптимальном распределении нагрузок между параллельно работающими в них агрегатами, при снижении простоев оборудования за счет изменения форм их обслуживания и т. д.;



- участки, в наибольшей степени ответственные за процент брака продукции. Рассмотрению подлежат точность стабилизации заданных качественных показателей на выходе агрегатов, оперативность и качество работы аналитических лабораторий, формы их связи с оперативным персоналом производства, потребность автоматизации лабораторий (внедрение ЛИМС), необходимость установки на производстве поточных анализаторов и т. д.;

- участки, первенствующие по числу незапланированных остановок оборудования и аварийных ситуаций. Изучение причин этих неполадок позволяет выявить целесообразность мероприятий по изменению режимов их работы, по внедрению средств автоматического мониторинга износа оборудования, по автоматизации планирования его обслуживания на базе анализа текущего состояния и т. д.;

- участки, потребление энергетических ресурсов в которых превышает нормативы. Из многих подлежащих анализу особенностей перерасхода энергоресурсов можно выделить одну широко распространенную причину: отсутствие оперативного учета энергоресурсов непосредственно на участках производства и соответственно невозможность своевременной мотивации оперативного персонала по экономии ресурсов.

Из наиболее важных, подлежащих обследованию функций контроля и управления на выделенных участках производства следует отметить:

- функции, реализуемые оператором вручную, которые могут быть экономически эффективнее исполнены системами автоматизации;

- автоматически выполняемые функции, точность реализации которых неудовлетворительна. Причинами этого могут быть недостаточная точность измерительных средств, некачественная настройка систем регулирования, нестационарность объекта, требующая автоматической подстройки параметров систем регулирования во времени и т. п.;

- предусмотренные программами автоматически реализуемые функции, которые на практике совсем или недостаточно используются ввиду различных объективных или субъективных причин, типа недостаточной надежности используемой в них информации, нечетко прописанных условий реализации, недостаточной квалификации операторов, отсутствия у операторов мотивов их использования и т. п.

Из наиболее важных, подлежащих обследованию эксплуатируемых средств автоматизации на выделенных участках производства следует отметить:

- недостаточность программных и/или технических средств автоматизации для реализации необходимых функций контроля и управления;

- наличие морально устаревших средств, которые некачественно или неполно, или неточно реализуют заданные функции;

- неэффективность работы отдельных средств по энергетическим затратам, стоимости обслуживания, надежности работы.

Из наиболее важных, подлежащих обследованию условий работы оперативного персонала, взаимодействующего с системами автоматизации на выделенных участках производства, следует оценить:

- качество и оперативность представления информации на рабочих станциях операторов и простоту и удобство ее использования при взаимодействии операторов со средствами автоматизации;

- конкретность и четкость формулировок функций операторов в их должностных инструкциях и их увязка с функциями, реализуемыми системами автоматизации;

- существующую систему мотивации операторов ТП и ее связь с критериями систем автоматизации и с требуемыми экономическими показателями работы производства;

- соответствие числа и квалификации оперативного персонала существующему уровню автоматизации.

Следует отметить, что независимо от результатов обследования работы участков производства важно проанализировать работу служб ремонта оборудования производства с точки зрения получения и использования в них автоматически измеряемых данных о текущей степени износа оборудования, поскольку это может существенно сократить расходы на его обслуживание. Судя по литературным источникам (например [1]), проведение планово-предупредительных ремонтов (ППР) не по календарному графику, а в соответствии с текущим состоянием оборудования позволяет существенно уменьшить число аварий, на 3...12% снизить вероятность выхода оборудования из строя и примерно на столько же увеличить срок его службы. В целом стоимость технического обслуживания оборудования снижается при этом примерно на 50%.

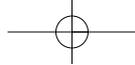
Основная трудность проведения ППР по текущему состоянию оборудования заключается в необходимости оперативной, достаточно объективной оценки этого состояния. Целесообразно рассмотреть возможные способы прямого и косвенного автоматического мониторинга текущего состояния оборудования:

- простейшим косвенным способом для оборудования, работающего не в непрерывном режиме, а в отдельные периоды времени, является учет фактического времени наработки отдельных единиц оборудования от момента их последнего ремонта;

- распространенным способом оценки текущего состояния оборудования является автоматический мониторинг отдельных величин, характеризующих состояние оборудования (например, его температуры, вибрации, люфта, скорости вращения и т. д.). Средства этого мониторинга специально приобретаются и включаются в соответствующие АСУТП;

- иногда при наличии современного оборудования удается воспользоваться для оценки его текущего состояния уже встроенными в него датчиками;

- важными косвенными оценками текущего состояния многих типов оборудования являются авто-



матически определяемые изменения во времени оперативных показателей его работы (например, коэффициента полезного действия, производительности, мощности, расхода энергоресурсов и т.п.);

- для отдельных типов оборудования оказывается полезной разработка математической модели их нормальной работы, что позволяет по сопоставлению отдельных показателей оборудования и их моделей судить об износе оборудования;

- в ряде классов оборудования (в том числе в средствах автоматизации) имеются встроенные элементы самодиагностики, которые оперативно сигнализируют о приближении оборудования к нештатному состоянию.

Результатом проведенного на этом этапе обследования производства должен явиться перечень отдельных мероприятий по автоматизации, каждое из которых внесет свою лепту в использование имеющихся резервов производства:

- коррекция работы отдельных систем автоматизации;
- внедрение новых средств/систем автоматизации для замены или дополнения имеющихся средств/систем;
- расширение и/или совершенствование реализуемых функций автоматизации;
- организационные изменения, затрагивающие функционирование оперативного персонала управления и ремонтного персонала обслуживания всех типов оборудования.

#### Второй этап: конкретизация выделенных мероприятий по автоматизации

Чтобы обоснованно проанализировать экономическую целесообразность проведения отдельных, выделенных на предыдущем этапе мероприятий и принять решение о необходимости реализации некоторых из них в рассматриваемый период времени необходимо конкретно оценить указанные ниже *основные показатели реализации каждого мероприятия*.

1. **Требуемые финансовые ресурсы на проведение мероприятия** (или на проведение отдельных этапов крупного мероприятия, если оно разделяется на последовательно реализуемые этапы), то есть капитальные затраты, состоящие из стоимости закупаемых средств, проектных, монтажных и внедренческих работ.

Капитальные вложения на мероприятие за время ее разработки и внедрения без учета дисконтирования определяются следующей формулой:

$$K = \sum_{t=-S}^0 k_t,$$

где  $k_t$  — предполагаемые капитальные вложения в  $t$ -м году, 0 — год ввода мероприятия в промышленную эксплуатацию,  $S$  — год начала разработки мероприятия.

Учитывая, что год ввода мероприятия в промышленную эксплуатацию обозначен нулевой цифрой, прогнозируемый общий период разработки и внедрения мероприятия равен  $S$ .

Более точно, с учетом дисконтирования капитальные вложения определяются следующей формулой:

$$K_0 = \sum_{t=-S}^0 k_t \alpha_t, \quad (1)$$

где  $\alpha_t$  — коэффициент дисконтирования, который вычисляется по формуле сложных процентов:

$$\alpha_t = (1 + E)^{-t},$$

где  $E$  — норма дисконта, которая в настоящее время в подавляющем большинстве случаев для мероприятий по автоматизации принимается равной 0,1.

2. **Прогнозируемый годовой экономический эффект** от внедрения мероприятия (или от внедрения отдельных этапов мероприятия); то есть  $q$  — прогнозируемая годовая дополнительная прибыль после ввода мероприятия в промышленную эксплуатацию.

3. **Срок окупаемости мероприятия** (или каждого его отдельного этапа), который полностью определяется предыдущими показателями и в приближенном виде без учета дисконтирования вычисляется по формуле:

$$CO = K/q.$$

4. **Оценка временного периода разработки и внедрения мероприятия** (или каждого его отдельного этапа), который принят (как указано выше) равным  $S$  лет.

5. **Доля (процент) участия подразделений предприятия в реализации мероприятия**, который оценивается исходя из численности, квалификации и загрузки соответствующих служб предприятия.

6. **Перечень необходимых изменений (коррекций) в областях организации работы оперативного персонала, технологических режимов агрегатов, обслуживания и ремонтов оборудования**, который должен сопровождать внедрение мероприятия и без реализации которых дополнительная прибыль от мероприятия будет получена не в полном объеме.

При оценке приведенных показателей очевидную сложность прогноза для большинства мероприятий представляют две величины: стоимость закупаемых средств автоматизации, необходимых для реализации мероприятия, и годовая дополнительная прибыль от внедрения мероприятия. Сложность оценки первой величины определяется большим разнообразием имеющихся на рынке программных и технических средств, которые могут реализовать рассматриваемое мероприятие, и существенным разбросом их стоимости, что следует внимательно проанализировать из-за необходимости уменьшить расходы на приобретение средств при сохранении всех качественных параметров мероприятия. Сложность оценки второй величины определяется трудностью обоснованного прогноза изменений показателей производства от внедрения мероприятия, на основе которых можно было бы рассчитать дополнительную прибыль от ее реализации. Ниже приводятся способы, помогающие обоснованно оценить эти величины.

Для отбора типов программных и технических средств автоматизации, которые могут реализовать



рассматриваемое мероприятие, необходимо произвести анализ текущего состояния рынка средств автоматизации.

Просматривая имеющиеся на рынке различные классы средств, нужно иметь в виду наличие таких вариантов современной продукции у отдельных производителей и таких взаимоотношений с ее продавцами, которые могут, не снижая качества рассматриваемого мероприятия, существенно сказаться на стоимости, объеме работ и времени внедрения, а также на простоте дальнейшей модернизации рассматриваемых мероприятий:

- вариант большого числа модификаций необходимых технических средств (в том числе полевых нано- и микроконтроллеров) и их модульной сборки, что позволяет отобрать средства, которые точно соответствуют техническим требованиям (не имеют лишних блоков и деталей), но позволяют проводить дальнейшую модификацию средств в процессе эксплуатации путем добавления или замены в них отдельных модулей при расширении возлагаемых на них функций (такое решение имеется, например, у компании Allen Bradley). Структура ПТК из таких средств является наиболее экономичной;

- вариант модульного построения основных пакетов типовых, прикладных программ: SCADA-программ (Supervisory Control and Data Acquisition – сбор данных, наблюдение и управление), EAM-систем (Enterprise Asset Management – управление основными фондами предприятия), пакетов APC (Advance Process Control – совершенное управление процессом), MES (Manufacturing Execution System – система управления производством), что позволяет разделять общий пакет программ на базовую часть (обычно информационную платформу) и совокупность программных модулей, каждый из которых реализует определенную функцию или замкнутый круг отдельных задач контроля и/или управления (например, у Siemens, Wonderware). Цена таких пакетов подразделяется на стоимость базовой части и стоимости каждого отдельного модуля и, кроме того, зависит от числа закупаемых лицензий (числа одновременно работающих рабочих станций операторов). Это дает возможность приобретать вначале точно соответствующий техническому заданию комплект модулей (а не весь пакет), а затем в процессе эксплуатации докупать по мере необходимости недостающие для решения новых задач модули действующего на производстве пакета программ;

- наличие специализированных ПТК, которые оснащаются прикладными программами, нацеленными на реализацию определенного класса функций или на контроль и управление определенными типовыми агрегатами; имеют технические средства, рассчитанные на особые условия окружающей среды, на различную реактивность, на связь с определенными нестандартными сигналами особых датчиков и т. п. Приобретение такого ПТК может зна-

чительно снизить затраты и время внедрения мероприятия, повысить качество реализаций функций контроля и управления;

- вариант беспроводной реализации локальных сетей по стандарту IEEE 802.11, соединяющих контроллеры между собой и с рабочими станциями оператора (или с серверами) [2]. Применение в таких сетях промышленных вариантов стандарта Ethernet, то есть стандартов Profinet, Foundation Fieldbus HSE и др. унифицирует беспроводные и проводные сетевые структуры систем автоматизации и определяет легкость их интеграции; в то же время по данным зарубежных источников при расстояниях свыше 500 м беспроводная технология оказывается дешевле прокладки оптоволоконной, так как отсутствуют трудоемкие работы по прокладке кабеля. Кроме того, такие сети значительно быстрее монтируются и внедряются, а модификации сетей при изменении числа и расположения подключаемых к ним средств автоматизации существенно проще. Современные беспроводные сети имеют достаточно высокую скорость передачи информации  $\geq 1...54$  Мбит/с; значительную пространственную зону покрытия сетью, составляющую от нескольких сот метров до нескольких десятков километров;

- вариант беспроводной связи находящихся на небольших расстояниях друг от друга средств (порядка 10 м) [3], который предназначен для соединения датчиков и исполнительных механизмов с контроллерами. Достоинствами данного вида связи являются отсутствие кабельных соединений в непосредственной близости от технологических установок, низкая стоимость программно-аппаратных средств связи, исключительно малая требуемая мощность ее реализации, устойчивость к различным помехам. Ряд производителей (например, [4]) выпускает серии датчиков, снабженных специальными компонентами для организации такой связи: радиомодемами и направленными антеннами;

- вариант выбора класса любых средств и систем должен также учитывать существующие, рыночные стоимости необходимых средств одного класса и близких характеристик, производимых различными российскими и зарубежными фирмами. Если раньше, как показывает опыт проведения тендеров, эти стоимости отличались незначительно, а в ряде случаев у российских фирм они были выше зарубежных, то сейчас, в связи со значительным изменением курса рубля, следует обратить внимание на усиление ценовых позиций средств российских производителей.

Для обоснованного прогноза дополнительной прибыли от реализации любого мероприятия необходимо выполнить определенную последовательность действий:

- конкретно проанализировать все реализуемые намечаемым мероприятием функции и определить количественное влияние каждой функции на производственные показатели функционирования автома-



тизируемого объекта и других, связанных с ним подразделений предприятия;

- прогнозируемое изменение каждого производственного показателя от внедрения мероприятия пересчитать в годовую дополнительную прибыль. Суммирование всех слагаемых дополнительной прибыли от разных производственных показателей даст искомый прогноз экономического эффекта.

Содержание этих действий требует некоторых, приведенных ниже пояснений.

Количественное влияние каждой реализуемой мероприятием функции на производственные показатели может быть оценено факторами:

- непосредственными математическими расчетами в случае ясных источников улучшения показателей при реализации определенных функций;

- статистической обработкой технических и экономических показателей как самого автоматизируемого объекта, так и связанных с ним участков производства за различные периоды времени и выявлением тех негативных изменений в них, которые будут заведомо исключены автоматизацией определенных функций;

- анализом влияния реализации отдельных функций систем автоматизации на производственные показатели, полученными на аналогичных объектах других предприятий данной отрасли промышленности;

- изучением литературных источников, обосновывающих автоматизацию отдельных задач контроля и управления на объектах рассматриваемого типа и оценивающих их влияние на производственные показатели.

Под производственными показателями здесь понимаются те характеристики производства, которые непосредственно могут быть пересчитаны в экономические, стоимостные величины. Ниже перечисляются некоторые из этих характеристик.

1. Производительность автоматизируемого участка производства, повышение которой целесообразно и экономически просчитываемо в случаях, если:

- данный участок является узким местом производства, и повышение производительности на нем приводит к росту выпуска готовой продукции, излишек которой затребован рынком;

- повышение производительности данного участка снижает загрузку других участков производства и, тем самым, снижает затраты на выпуск продукции.

2. Качество продукции (полуфабриката), вырабатываемой автоматизируемым участком производства, повышение которой целесообразно и экономически просчитываемо, если это улучшение:

- непосредственно переводит готовую продукцию в другой сорт более высокой стоимости;

- снижает процент брака полуфабриката или готовой продукции;

- приводит в последующих по производственной цепи участках производства к уменьшению затрат на его дальнейшую переработку.

3. Материальные и/или энергетические ресурсы. Их экономия, достигаемая изменением режима рабо-

*Слово "кризис", написанное по-китайски, состоит из двух иероглифов: один означает "опасность", другой - "благоприятная возможность".*

Д. Кеннеди

ты объекта автоматизации, целесообразна и экономически просчитываема, если при этом не ухудшаются качественные и количественные показатели выпускаемой продукции.

4. Дисперсия стабилизации режимных параметров агрегатов автоматизируемого участка производства. Ее уменьшение целесообразно и экономически просчитываемо, если:

- позволяет приблизить режим работы к границе допустимого диапазона без опасности его перехода и тем самым экономить энергетические и материальные ресурсы, используемые в объекте автоматизации;

- позволяет снизить выпуск низкосортной (или бракованной) готовой продукции или полуфабриката за счет уменьшения разброса их качественных показателей.

Результатом этого этапа является формирование паспорта каждого мероприятия, в котором приведены все указанные выше шесть показателей этого мероприятия и даны их обоснования, описаны классы предполагаемых к использованию средств автоматизации, особое место уделено способу и обоснованию прогноза дополнительной прибыли от внедрения мероприятия. Фактически перечень таких паспортов мероприятий по автоматизации является документом, на основе которого руководство предприятия может обоснованно решать вопрос о выделении финансовых ресурсов на каждое из этих мероприятий.

**Третий этап:**

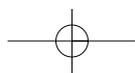
**реализация утвержденных руководством мероприятий по автоматизации**

Все множество отобранных мероприятий, независимо от их вида, места приложения, достигаемого эффекта целесообразно подразделить на две категории, в зависимости от требуемых на их проведение финансовых затрат, и далее рассматривать для текущей реализации только категорию малобюджетных мероприятий. Естественно, что граница малобюджетности зависит от текущего состояния предприятия и должна устанавливаться его руководством.

Из множества малобюджетных мероприятий руководство предприятия, основываясь на их паспортах и ориентируясь на имеющиеся финансовые средства, само либо с помощью приглашенных экспертов отбирает мероприятия для реализации.

В технические требования для каждого запланированного к реализации мероприятия вносятся специальные пункты, учитывающие выдвинутые предприятием ограничения:

- возможное разделение мероприятия на самоосушаемые этапы и последовательное во времени внедрение этапов и их оплата;



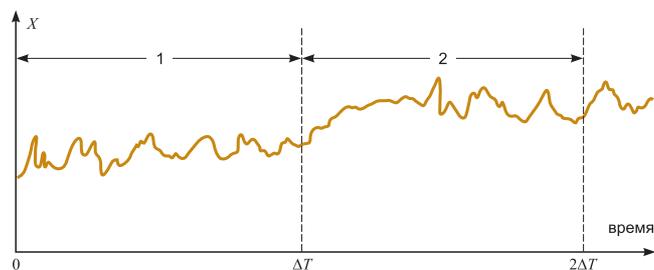


Рис. 1. График проведения эксперимента по определению изменения среднего значения некоторого производственного показателя  $X$  после внедрения мероприятия на объекте, работающем в стационарном режиме, где: 1 – базовый режим (без мероприятия); 2 – режим при использовании мероприятия

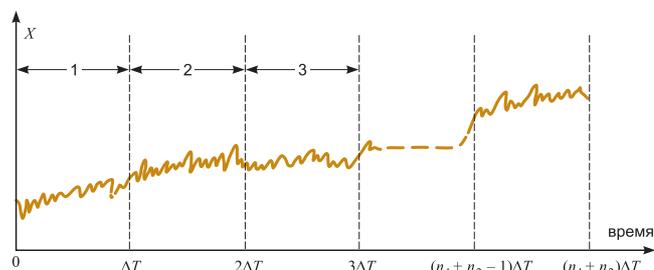


Рис. 2. График проведения эксперимента по определению изменения среднего значения некоторого производственного показателя  $X$  после внедрения мероприятия на объекте, работающем в нестационарном режиме, где: 1 – базовый режим (без мероприятия); 2 – режим при использовании мероприятия

- целесообразные формы оплаты разработки и внедрения мероприятия; например, малый задаток и окончательный расчет после окончания внедрения и подтверждения планируемого экономического эффекта; лизинг средств для реализации мероприятия с последующим возможным выкупом средств.

При конкурсном рассмотрении предложений ряда фирм на реализацию мероприятия целесообразно кроме оценки заявок по техническим критериям особое внимание уделить их экономическому анализу. Обычное экономическое сопоставление заявок по их стоимости справедливо при идентичной реализации ими всех заданных в техническом задании функций. Если же содержание заявок различается по точности и качеству выполнения функций или по числу реализуемых в них функций и поэтому может прогнозироваться разная дополнительная прибыль от внедрения содержащихся в них предложений, то их экономическое сопоставление правильнее произвести по интегральному экономическому эффекту, достигаемому за все время функционирования предлагаемого в них мероприятия. Следует отметить, что срок функционирования систем автоматизации различных классов обычно принимается равным 10 годам, что примерно соответствует сроку морального старения средств автоматизации.

Интегральный дисконтированный экономический эффект (или, как принято называть у экономистов, ЧДД – чистый дисконтированный доход) вычисляется как разность между общей дополнительной прибылью за все время функционирования мероприятия с учетом дисконтирования, которая вычисляется по формуле:

$$Q_0 = q \sum_{t=0}^T \alpha_t, \quad (2)$$

где  $T$  – срок функционирования мероприятия (остальные обозначения расшифрованы в предыдущем разделе статьи), и капитальными вложениями с учетом дисконтирования (1).

Следовательно, в общем случае основной экономический показатель каждой заявки есть интегральный дисконтированный экономический эффект за все время

разработки, внедрения, функционирования мероприятия, который определяется следующим выражением:

$$ЧДД = Q_0 - K_0.$$

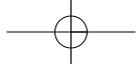
Условием эффективности мероприятия является выполнение неравенства  $ЧДД > 0$ , а наиболее экономически эффективной заявкой из всех рассматриваемых есть заявка, у которой величина ЧДД имеет наибольшее значение.

Важно отметить, что использовать срок окупаемости для экономического сопоставления заявок и определения наиболее экономически эффективной заявки абсолютно неправильно, поскольку он не имеет функциональной связи с ЧДД.

В процессе внедрения мероприятия важно выполнить одно из заданных руководством предприятия ограничений: практически подтвердить прогнозируемый экономический эффект от внедрения мероприятия. Форма эксперимента по оценке полученного эффекта зависит от конкретных функций мероприятия и свойств объекта автоматизации. Для большинства случаев, в которых внедрение мероприятия непосредственно сказывается на изменениях производственных показателей, можно предложить две формы эксперимента, каждая из которых пригодна для определенных свойств ТП в автоматизируемом объекте.

В случае стационарного во времени ТП непрерывного типа; при случайном характере действующих на объект возмущений; при однородном качестве материальных и энергетических ресурсов; при отсутствии каких-либо усовершенствований технологического характера во время проведения исследований эксперимент представляет собою последовательное во времени измерение производственных показателей в двух одинаковых по длительности интервалах времени (рис. 1): вначале в базовом режиме (интервал  $\Delta T$  без включения оцениваемого мероприятия), а затем в автоматизированном режиме (интервал  $\Delta T$  после его включения). Общая длительность эксперимента равна  $2\Delta T$ .

В случае нестационарного во времени ТП непрерывного типа; при случайном и необязательно стационарном характере действующих на объект возмущений; при отсутствии гарантий однородного качества



материальных и энергетических ресурсов; при возможности слабых технологических изменений во время проведения исследований эксперимент представляет собой чередующиеся во времени последовательности одинаковых по времени интервалов  $\Delta T$  включений/отключений исследуемого мероприятия (рис. 2). Общая длительность эксперимента  $(n_1 + n_2)\Delta T$ .

Общее время проведения эксперимента в обоих случаях зависит от точности, с которой следует оценить изменение среднего значения производственного показателя  $X$  после внедрения мероприятия. Задавшись погрешностью оценки изменения показателя  $X$  можно рассчитать интервал времени  $\Delta T$  и для случая рис. 2 также число необходимых переключений  $(n_1 + n_2)$ . Соответствующие формулы и упрощенные графики расчета приведены в [5]. Следует отметить, что общее время проведения эксперимента существенно зависит от наиболее низкочастотных случайных колебаний измеряемого показателя, например, в случае стационарного ТП (рис. 1) для оценки изменения среднего значения  $X$  с точностью порядка 10...20 % следует установить такой интервал  $\Delta T$ , чтобы он был порядка несколько десятков периодов указанных колебаний. Более длительные интервалы  $\Delta T$  могут не привести к увеличению точности из-за возможного появления нестационарности в технологическом режиме объекта.

*Ицкович Эммануил Львович — д-р техн. наук, проф., заведующий лабораторией ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН. Контактный телефон (495) 334-90-21. E-mail: itskov@ipu.ru*

### Заключение

Применение изложенного способа обоснования, конкретизации и внедрения мероприятий по автоматизации позволяет руководству предприятия:

- выделять наиболее важные мероприятия по автоматизации производства, гарантированно эффективные и с малым сроком окупаемости;
- обосновать и минимизировать финансовые затраты на мероприятия по автоматизации;
- получать подтвержденный, реальный экономический эффект от работающих систем автоматизации;
- планировать ежегодные финансовые ресурсы на цели автоматизации с обоснованием их влияния на основные показатели работы предприятия.

### Список литературы

1. Куцевич Н.А., Кирюхин С. Практические вопросы внедрения ЕАМ-систем. <http://www.asutp.ru/?p=600523>.
2. Ицкович Э.Л. Современные беспроводные сети связи в системах автоматизации на промышленных предприятиях // Датчики и системы. № 6. 2008.
3. Баскаков С.С. Беспроводные сенсорные сети: вопросы и ответы // Автоматизация в промышленности. № 4. 2008.
4. Хамов А. Беспроводные решения Smart Wireless от компании Emerson для автоматизации технологических процессов // Там же. № 4. 2008.
5. Ицкович Э.Л. Методы рациональной автоматизации производства. Изд. "Инфра-Инженерия", 2009.

### Транзас продемонстрировал макет отраслевой системы мониторинга судопотоков и грузопотоков на ВВП РФ

Федеральное агентство морского и речного транспорта (ФАМРТ) провело совещание, посвященное разработке ЗАО "Транзас" — типовой системе мониторинга грузопотоков и судопотоков в зоне ответственности Государственных бассейновых управлений водных путей и судоходства (ГБУВПиС).

Отраслевая система мониторинга, разрабатываемая ЗАО "Транзас", — первая из подсистем АСУ "МоРе" (Единой автоматизированной информационно-управляющей системы Росморречфлота). Она работает на основе стратегической информации о движении судов, дополненной данными о грузах и условиях перевозки от уже существующих бассейновых речных информационных служб. Отраслевая система предназначена для анализа интенсивности судопотоков и грузопотоков, а также загруженности отдельных участков внутренних водных путей и гидросооружений. Наличие надежной и быстродействующей системы мониторинга грузопотоков и судопотоков позволит решить одну из важных задач Федеральной программы развития транспортных путей России на 2010-2015 гг. — увеличить безопасность навигации.

На совещании разработчики ЗАО "Транзас" представили проекты основных технических решений и провели демонстрацию макета автоматизированной системы мониторинга судопотоков и грузопотоков в зоне ответственности ГБУВПиС. Макет был реализован с использованием сервера БД системы AIS Network на реке Неве и Ладожском озере совместно с информационной платформой ГБУ "Волго-Балт" и отраслевым сервером БД сквозного учета рейсов.

Участниками совещания было отмечено, что работа, проведенная специалистами ЗАО "Транзас", очень актуальна для отрасли и выполнена на высоком уровне. На встрече также обсуждались проблемы речного транспорта, осложняющие дальнейшее развитие проекта. Среди них отсутствие единой нормативной базы, регулирующей деятельность Речных информационных служб, и отсутствие единых электронных справочников, обеспечивающих классификацию и кодирование судов, грузов, портов и других элементов инфраструктуры внутреннего водного транспорта, гармонизированных со справочниками, рекомендованными ЕЭК ООН.

На совещании было принято решение о продолжении работ по созданию типовой системы мониторинга грузопотоков и судопотоков. Так, ГБУ "Волго-Балт" было рекомендовано в 2010 г. провести пилотный запуск системы мониторинга судопотоков и грузопотоков на базе своей информационной платформы и центрального сервера, а во время навигации протестировать принятые технические решения на участках, оборудованных техническими средствами системы АИС. В этом же году руководители управлений водных путей единой глубоководной системы должны будут опробовать систему мониторинга в производственной деятельности. Федеральным агентством морского и речного транспорта, в свою очередь, было решено начать разработку единой отраслевой электронной БД по справочникам, обеспечивающим кодирование судов, грузов, портов и других элементов инфраструктуры внутреннего водного транспорта.

[Http://www.transas.ru](http://www.transas.ru)

