

цессов и топ-менеджмента о достигнутых результатах желательно с их публичным обсуждением.

Заключение

Выше рассмотрены основные подходы к оценке эффективности внедрения MES для различных типов производств. Обозначены ключевые аспекты, влияющие на сложность задачи оценки эффективности, в том числе имеющие сугубо российскую специфику, приведены некоторые фактические данные об эффективности внедрения MES. Проведен анализ и выявлены особенности оценки эффективности внедрения MES для предприятий с непрерывным циклом производства, в том числе на основе опыта авторов в оценке результатов внедрения MES для таких предприятий. Предложен общий подход к проведению оценки эффекта от внедрения MES

Кудинов Антон Викторович — канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники, заведующий лабораторией геоинформационных систем, *Марков Николай Григорьевич* — д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой вычислительной техники Института кибернетики Национального исследовательского Томского политехнического университета,

Острась Павел Михайлович — канд. техн. наук, начальник отдела корпоративной сети, зам. начальника управления информационных технологий ОАО «Востокгазпром». Контактные телефоны (3822) 70-17-77, 70-16-09. E-mail: KudinovAV@tpu.ru, MarkovNG@tpu.ru, op@vostokgazprom.ru

на предприятиях с непрерывным производственным циклом.

Список литературы

1. Внедрение MES: мы уже это проходили с ERP-системами 10 лет назад // Intelligent Enterprise/RE (Корпоративные системы). 2006. №19 (151).
2. *Поддубный А.* Расчет экономического эффекта от внедрения системы автоматизации. Режим доступа: http://antegra.ru/news/experts/_det-experts/4/.
3. *Евтушенко С., Патрахин В.* MES-система и ее эффективность // Корпоративные системы. 2006 № 4.
4. MES Explained: A High Level Vision for Executives. MESA International's White Paper No. 1. Режим доступа: <https://services.mesa.org/resourcelibrary/showresource/334444c5-388f-4360-beb4-3c86dc0f4de4>.
5. *Кудинов А.В., Марков Н.Г.* Проблемы автоматизации производства газодобывающих компаний. Томск: Изд. ТПУ. 2012.

Путь развития автоматизации современного предприятия

В.Ю. Горошков (ЗАО "ИНТМА-Автоматика")

Одновременно автоматизировать все бизнес-процессы предприятия не могут даже вновь строящиеся современные производства. Помимо значительных инвестиционных затрат, этому также препятствует сложность оценки экономического эффекта в комплексе. Показано, что наиболее оправданным является развитие автоматизации поэтапно.

Ключевые слова: энергосберегающая система, MES, архитектура информационной производственной системы, KPI-показатели.

Предпосылки создания/развития информационной системы предприятия. Экономический эффект

Вновь строящиеся производства или предприятия, ставшие на путь модернизации, еще на этапе проектирования или в первые годы начала производственной деятельности приходят к выводу, что между современным промышленным оборудованием и эффективными управленческими решениями должна функционировать современная информационная система. Основная цель, которую преследуют заказчики информационной системы — это сокращение времени передачи информации между производственным и управленческим звеном предприятия в ходе технологических и производственных процессов снизу вверх и получения управляющих воздействий сверху вниз на производственный уровень. Если не вдаваться в подробности, то основные функции подобных производственных информационных систем сводятся к следующим:

1) собрать данные о состоянии технологических и производственных процессов;

2) осуществить автоматическую обработку полученных данных и по возможности провести анализ с целью автоматического формирования производственных заданий;

3) предоставить производственные данные в удобном для восприятия и обработки виде для принятия эффективных управленческих решений;

4) передать управленческие решения в соответствующее производственное подразделение.

Ни один заказчик не будет внедрять информационные системы, если они не принесут экономический эффект, который, кстати, может выражаться не только материально. Экономический эффект от внедрения информационных систем на производстве, и это подтверждается выполненными проектами, обычно складывается из нескольких составляющих.

1) *Сокращение обслуживающего персонала.* При внедрении систем подобного уровня обновляется, как правило, парк КИПиА, учетных приборов. Акцент делается в сторону интеллектуального оборудования, затраты на обслуживание которого меньше. Соответ-

ственно сокращается необходимость в обслуживающем персонале. Кроме того, если взять для примера систему учета энергоресурсов, то прямая экономия получается в результате отказа от выполнения ручных операций по обходу расходомеров и перенесении данных расхода на бумагу, а потом – в ПК.

2) *Повышение качества выпускаемой продукции.* На современных промышленных предприятиях, начиная с самых первых переделов производства продукции, формируется паспорт изделия (готовой продукции), в который записываются все данные о производстве данного изделия (технологические параметры изготовления изделия, данные о химическом составе материалов, лабораторные результаты испытаний и т. д.). Естественно, в зависимости от характера производства, стоимости готовой продукции, возможности сбора информации по изделию, ее целесообразности и многих других факторов прослеживаемость изделий (сбор данных о ходе ТП) может группироваться в партии и далее уже поддерживаться на уровне партий продукции. Внедрение различных маркирующих и считывающих/сканирующих систем в местах выполнения технологических операций сводят к минимуму человеческий фактор в процессе формирования сведений жизненного цикла изделия, что в свою очередь приводит к повышению качества продукции и/или ее удешевления.

3) *Своевременные и эффективные управленческие решения.* Наиболее значимый эффект зависит от своевременности передачи производственной информации управленческому персоналу. Цена неправильного или несвоевременного управленческого решения, как правило, наиболее высока, поэтому цель формирования единого информационного пространства на предприятии состоит именно в том, чтобы обеспечить весь персонал предприятия, а особенно людей, принимающих решения, всем объемом достоверной производственной информации в кратчайшие сроки.

Таким образом, руководствуясь вышесказанным, заказчик в зависимости от характера производства выбирает цели создания информационной системы, перечисляет необходимые функции системы, после чего осуществляет расчет экономического эффекта и производит экономическое обоснование. Это происходит, как правило, без оглядки на существующие стандарты построения информационных систем предприятия, что в дальнейшем при развитии системы приводит к лишним вопросам по обмену данными со смежными системами.

Уровни автоматизации

Информационная система предприятия состоит из ряда разрозненных, как правило, разработанных разными поставщиками решений.

Укрупненно пирамиду автоматизации делят на три уровня [1].

1) *Нижний уровень автоматизации* включает системы, ответственные за выполнение ТП. Также в плане формирования единого информационного пространства предприятия системы нижнего уровня осуществляют сбор и хранение первичных данных о ходе ТП, о расходе энергоресурсов и т. д.

2) *Средний уровень автоматизации* ответственен за ведение производственных процессов, таких как детальное планирование, прослеживаемость производства продукции, складской учет, учет рабочего времени и т. д. На данном уровне формируются данные по качеству и количеству выпускаемой продукции на всех производственных переделах. Включает системы управления производством MES, системы управления активами предприятия EAM, системы детального планирования ALS.

3) *Верхний уровень автоматизации* представляет собой систему управления ресурсами. В отличие от нижних уровней автоматизации здесь появляется денежное выражение ресурсов, а не только количественные и качественные характеристики продукции. С учетом конъюнктуры рынков закупки исходных материалов, сбыта готовой продукции, текущего финансового состояния компании, изменений законодательства и пр. менеджмент предприятия управляет производственным процессом. На данном уровне предприятия внедряют систему управления ресурсами ERP и аналитические системы BI.

Каждая информационная система имеет четкие функциональные границы, которые описаны в соответствующем стандарте. Кроме того, существуют стандарты по интеграции систем различного уровня между собой ISA-95, ISA-88, B2MML. Но на практике границы реальных систем практически никогда не совпадают со стандартами построения систем. Причиной тому, как правило, – требования заказчика, который не может автоматизировать все и сразу в виду ограниченного бюджета на ИТ-расходы, но вполне оправданно хочет начать получать эко-

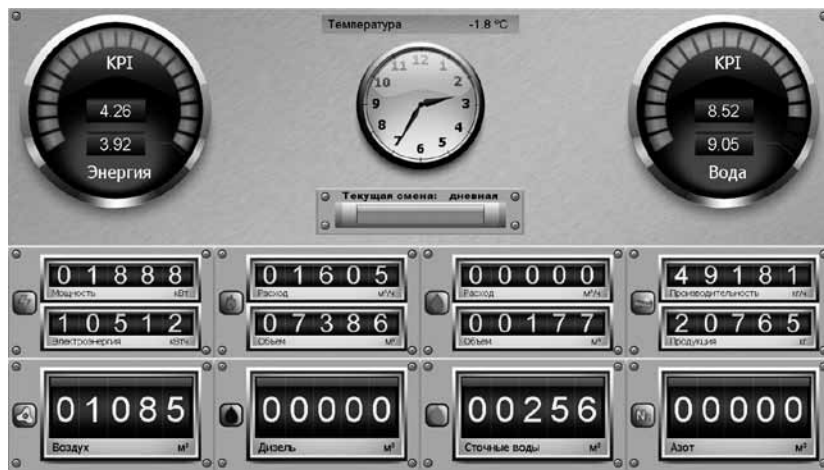


Рис. 1. Показатели расхода энергоресурсов

С чего начать?

Энергосберегающая система

В себестоимость готовой продукции входит стоимость различных ресурсов (материальных, человеческих и энергетических). Доля каждого типа ресурсов в себестоимости определяется характером производства. Например, для металлургических производств при выплавке стали основную часть себестоимости составляют затраты на железную руду и уголь, для машиностроительных производств в виду большого числа операций по обработке и сборке, обслуживанию оборудования и т.д. значительная часть себестоимости готовой продукции состоит из затрат на человеческие ресурсы. Но все производства в большей или меньшей степени несут затраты на энергетические ресурсы (электроэнергия, тепло, вода, газ и т.д.). В виду изношенности зачастую энергетической инфраструктуры и постоянного роста тарифов многие предприятия принимают решение начинать или продолжать автоматизацию именно с модернизации энергетической инфраструктуры и внедрения учетных систем расхода энергоресурсов.

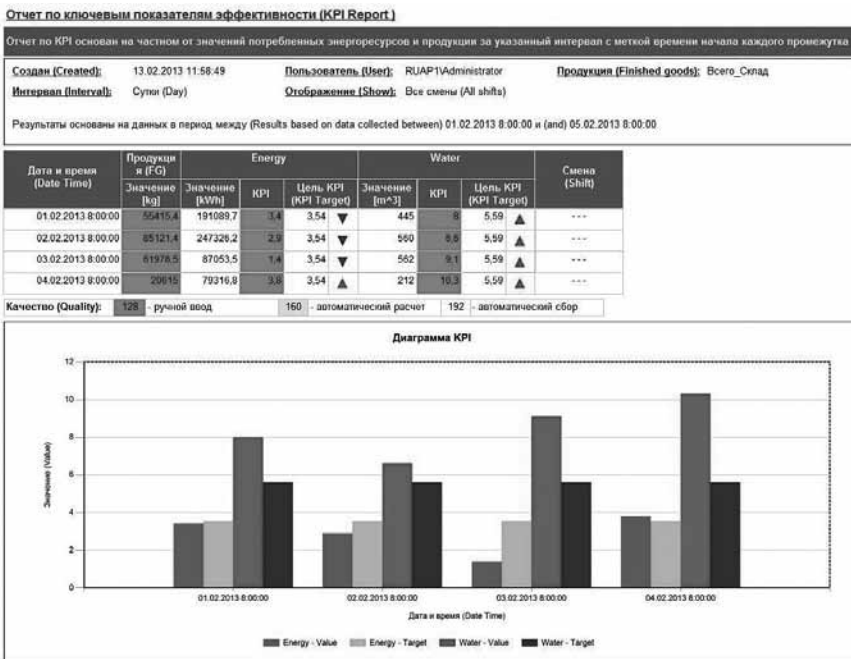


Рис. 2. KPI-показатели расхода энергоресурсов

номическую выгоду практически сразу от начала внедрения системы [2]. Поэтому в ТЗ на какую-либо конкретную информационную систему часто встречается «наполнение функциональности» на систему совершенно другого уровня, что вносит в дальнейшем некоторую сумятицу при развитии информационной системы как по горизонтали, так и по вертикали.

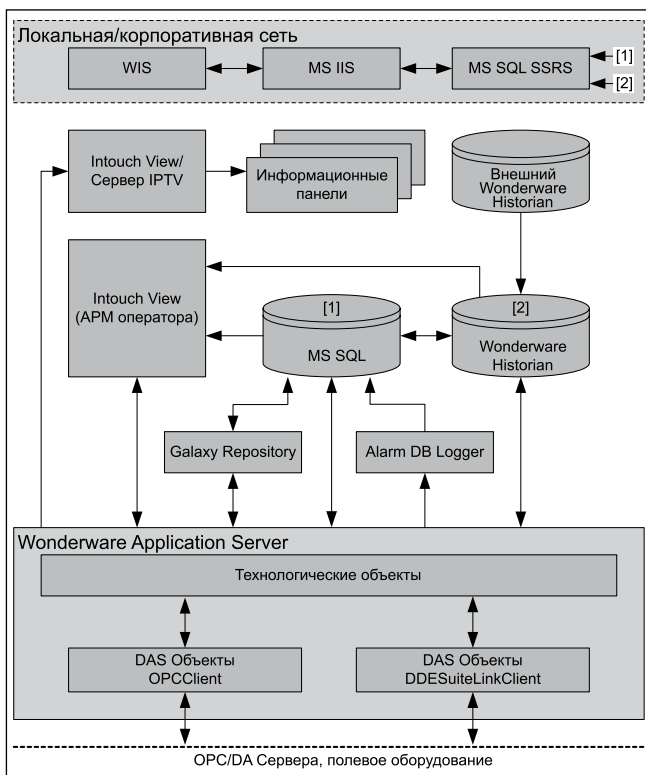


Рис. 3. Архитектура системы

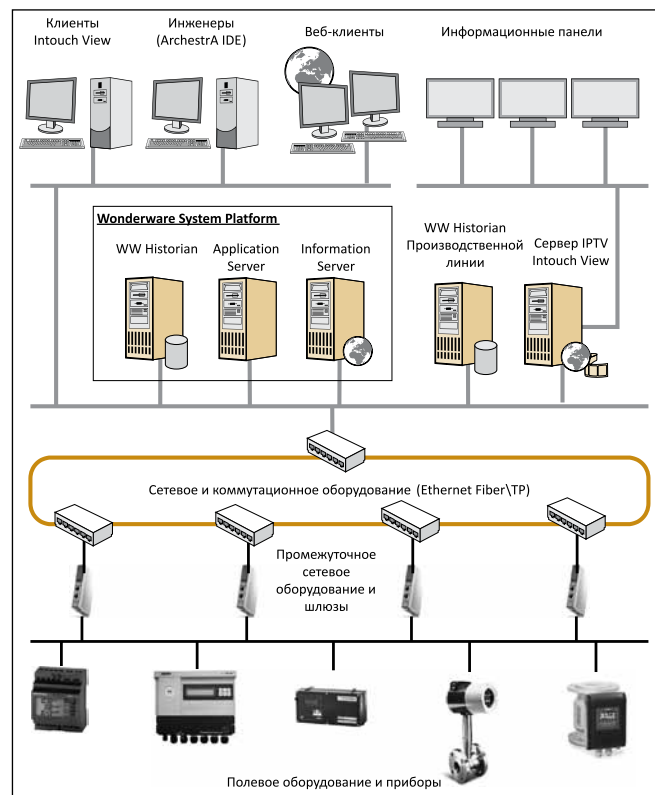


Рис. 4. Схема комплекса технических средств

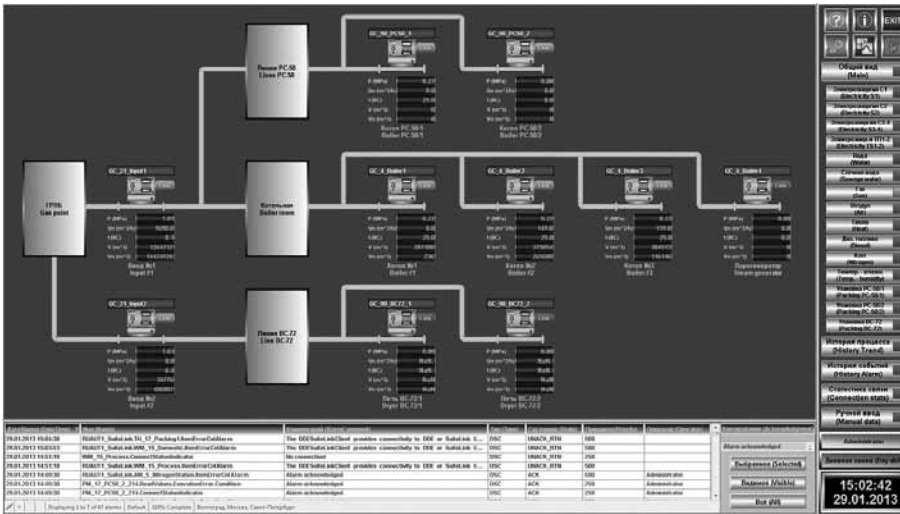


Рис. 5. Мнемосхема оператора

Автоматизированная система учета энергоресурсов за счет снижения энергетических затрат и потерь производства приводит к повышению общей эффективности производства. Корректно выполненное проектирование подобной системы и последующая реализация позволяет осуществлять сбор оперативной информации о расходе энергоресурсов в РВ. Автоматическая обработка собранной информации (динамика отклонений) и визуализация ее для инженерно-технического персонала позволяет выявить места появления потерь энергоресурсов и принять своевременное решение по ремонту участка трассы, где были выявлены потери. Также данные по общему расходу энергоресурсов во временном разрезе позволяет персоналу предприятия вести более гибкую политику на рынке закупок энергоресурсов.

Сбор первичной информации о расходе энергоресурсов и ее минимальный анализ не может привести к быстрому возврату инвестиций, поэтому заказчик включает в ТЗ сразу нескольких функций, которые уже относятся к функциональности MES.

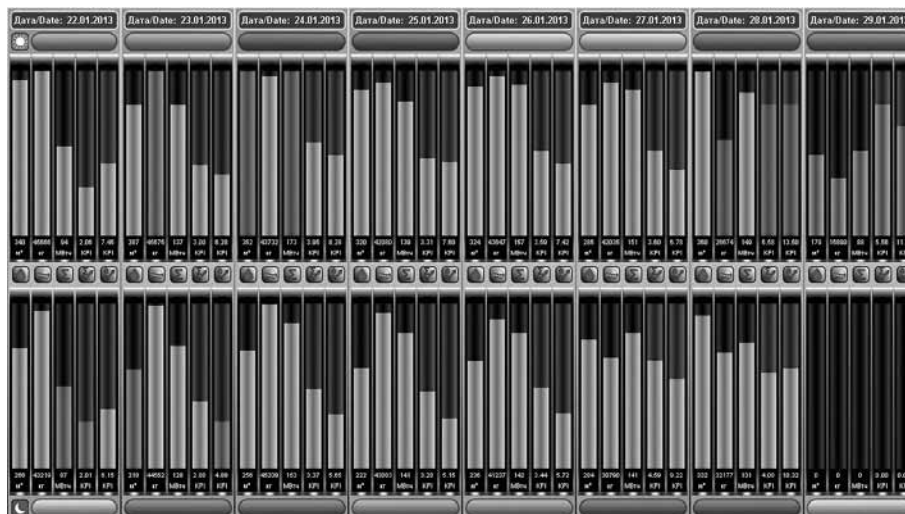


Рис. 6. Пример отчетной формы

1) *Планирование расхода энергоресурсов на единицу продукции* позволяет за счет выбора выгодных тарифов поставщиков энергоресурсов, а иногда и за счет использования собственных генерирующих мощностей, гибко управлять поставками энергоресурсов.

2) *Учет расхода энергоресурсов на единицу продукции.* Данный процесс позволяет точно подсчитать долю энергоресурсов в себестоимости продукции, а также спланировать обслуживание и текущий ремонт приборного парка энергосистемы.

3) *Расчет ключевых показателей энергоэффективности*

производства. Мониторинг KPI энергоэффективности (на рис. 1 и 2 – пример реализованного проекта) позволяет своевременно выявлять и реагировать на отклонение от запланированных расходов на энергоресурсы. Это могут быть аварии в энергосистеме, отклонение от регламентов производства, другие изменения, связанные с тарифной политикой поставщиков энергоресурсов.

Реализация. Системная платформа Wonderware

Для реализации подобной функциональности «с прицелом» на дальнейшее развитие системы необходимо серьезно подойти к выбору ПО системы учета энергоресурсов. Как правило, заказчики, видя достигнутый результат, принимают решение о дальнейшем расширении функциональности системы или разрабатывают смежные системы, опираясь на уже купленное и развернутое базовое ПО. Такой масштабируемостью обладают платформы, которые широко представлены на рынке. С одной из них – Wonderware System Platform – наша компания имеет богатый опыт внедрения. Архитектура реализованного нами решения на системной платформе Wonderware представлена на рис. 3.

Как упоминалось ранее, всех производителей объединяет справедливое желание сэкономить на энергоресурсах без потери качества выпускаемой продукции и снижения темпа производства. Этим объясняется большое число запросов на создание и внедрение систем учета энергоресурсов. Типовое техническое решение таких систем с использованием продуктов Wonderware позволяет добиться следующих результатов:

– минимизировать время разработки и внедрения за счет применения объектно-ориентированного подхода;

– осуществить прозрачное взаимодействие с разнообразным оборудованием отечественных и зарубежных производителей;

– расширить функционал системы без остановки основных компонентов;

– масштабировать решение вследствие расширения производства (добавления новых объектов автоматизации);

– осуществлять интеграцию с ПО (автоматизированных участков и установок в производстве), уже установленным на объекте.

С нижнего уровня системы (рис. 4) осуществляется сбор первичной информации с приборов учета, расходомеров производственных зон по стандартным протоколам Modbus RTU/TCP, OPC, HTTP.

На уровне сервера приложений каждой точке учета/контроля соответствует объект заданного типа, содержащий: набор атрибутов измеряемых параметров; логику функционирования; набор графических представлений.

Помимо основных измеряемых параметров и конфигурационно-настроечной информации, источниками данных также являются:

– Wonderware Historian Server производственных линий, предоставляющий данные по запущенным в производство рецептам;

– внешние источники данных, предоставляющие информацию о продукции на складах, расходу сырья и ингредиентов, браке (несоответствующей продукции) на каждой стадии производства.

Интеграция информации от приборов учета энергоресурсов и данных по прослеживаемости продукции позволяет в дальнейшем реализовать функции MES, о которых мы говорили ранее: планирование энергоресурсов на единицу продукции, учет энергоресурсов на единицу продукции, а также формирование KPI энергоэффективности предприятия.

На уровне визуализации система имеет три способа представления информации:

– детальное представление в виде интерактивных мнемосхем на рабочих местах операторов (рис. 5).

Горошков Владимир Юрьевич – директор проектного офиса ЗАО "ИНТМА-Автоматика".

Контактный телефон (495) 974-12-95.

E-mail: vgoroshkov@intma.ru [Http://www.intma.ru](http://www.intma.ru)

Реализовано на базе Wonderware InTouch for System Platform;

– представление консолидированной информации на интерактивных отчетных формах через Web (рис. 6). Информация доступна авторизованным пользователям внутренней и/или корпоративной сети. Реализовано на базе Wonderware Information Server;

– представление сводной информации на информационных панелях коллективного пользования. Информация доступна всем работникам предприятия. Реализовано с использованием Wonderware InTouch for System Platform с использованием вещания в формате IPTV.

Как правило, внедрение автоматизированной системы учета энергоресурсов приводит к снижению расхода энергоресурсов (данные взяты из конкретного реализованного проекта): электроэнергия ~2%; природный газ ~2%; технологическая вода/сточные воды ~2%; азот/воздух ~2%; дизельное топливо ~2%; тепловая энергия ~2%. Срок окупаемости системы составил ~10 мес.

Развитие системы

Если заказчик удовлетворен полученными результатами от внедрения системы, то рано или поздно у него может возникнуть желание расширить общее информационное пространство. Например, реализовать другие функции MES: складской учет, управление качеством, диспетчеризация и т.д. Реализовать такой сценарий будет намного проще, опираясь, во-первых, на положительный предыдущий опыт, во-вторых, на уже установленное базовое ПО. Если функционал будущей системы может быть реализован на установленной платформе, то для масштабирования (кроме, непосредственной разработки решения) может потребоваться только обновление платформы до необходимого объема и покупка дополнительных лицензий.

Список литературы

1. *Горошков В.Ю.* Внедрение MES-системы на Аксуском заводе ферростлавлен // Автоматизация в промышленности. 2011. №10.
2. *Ицкович Э.Л.* Методы рациональной автоматизации производства. М.: Инфра-Инженерия. 2008.

Конкурс научно-технических статей «Автоматизация в промышленности»

Выставочное объединение «ФАРЭКСПО» – учредитель и организатор Международной специализированной выставки «Автоматизация» (Санкт-Петербург) и журнал «Автоматизация в промышленности» – генеральный информационный партнер международной специализированной выставки «Автоматизация» объявляют о проведении Конкурса лучших научно-технических статей «Автоматизация в промышленности».

Тематика статей, принимаемых на конкурс

1. «Опыт применения» – рассматриваются статьи, посвященные опыту применения программных и аппаратных средств автоматизации.

2. «Новое в автоматизации производства» – рассматриваются статьи, описывающие новые программные, аппаратные, архитектурные или любые другие решения в области промышленной автоматизации.

Конкурс приурочен к проведению 14-й Международной специализированной выставки «Автоматизация – 2013», которая пройдет с 30 октября по 01 ноября 2013 г. в Санкт-Петербурге.

Итоги конкурса подводятся на однодневном семинаре в рамках деловой программы выставки «Автоматизация – 2014».

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