

Интеллектуальные системы управления типа SIAM как новые механизмы повышения конкурентоспособности отечественных предприятий

В настоящее время автоматические системы управления (АСУ) все активнее замещаются интеллектуальными системами управления (ИСУ). Они характеризуются самообучением, интеллектуальными обратными связями, применением множества алгоритмов управления из библиотеки и другими возможностями. В статье речь пойдет об ИСУ промышленного назначения.

Александр Завалко

energo@ostec-group.ru

По данным доклада группы экспертов Комитета ООН по всемирной продовольственной безопасности, в мире ежегодно выбрасывают 30% продуктов [1]. В развивающихся странах эту проблему вызывает не богатство, а нищета. Нехватка инвестиций в агротехнические способы обработки, транспортировку и хранение приводит к потере доходов мелких фермеров и более высоким ценам для бедных потребителей — возникает ситуация «расточительства от бедности». Исследования ВЦИОМа подтверждают эту ситуацию в Российской Федерации [2]: 44% респондентов выбрасывают продукты, потому что не успевают их съесть прежде, чем они испортятся. Так, по сведениям Департамента продовольственных ресурсов Москвы и организации «Гринпис», в кризисном 2008-м столичные жители выбросили за год почти 3 млн т еды, или четверть того, что купили.

Такие потери происходят на фоне снижения реальных доходов граждан РФ. Доля бедных россиян, которые стали экономить на товарах и услугах, в марте 2016 года выросла до 89%. Доля продуктов питания в объеме розничной торговли в феврале впервые с 2008 года превысила 50% [3].

Эти данные статистических исследований отражают нетривиальный факт — бедные голодающие люди расточительно выбрасывают продукты, не берегут еду. Рост потерь пищевых продуктов приводит к дальнейшему обнищанию населения.

Возникает соблазн провести параллели потерь пищевых продуктов с расходом топливно-энергетических ресурсов. Схожесть поведения есть: хотя мы говорим о других ресурсах, но об одних и тех же людях, об одинаковых подходах к распределению. Аналогия подтверждается статистическими исследованиями. Для большинства наших сограждан (64%) расходы на электричество являются существенной

статьей семейного бюджета, при этом подавляющее большинство опрошенных россиян (88%) затруднились назвать хотя бы примерную стоимость 1 кВт·ч. Также более двух третей респондентов (69%) не представляют, из чего складывается стоимость тарифа на электричество [4].

Описанная ситуация с распределением ресурсов и недостаточной заботой об их эффективном использовании среди наиболее нуждающихся категорий важна для понимания тенденций на отдельных промышленных предприятиях РФ.

В условиях непрерывного роста тарифов на энергоносители и экономического спада часть промышленных предприятий терит рентабельность и сокращает инвестиции в повышение энергоэффективности своего производства, что приводит к дальнейшему падению рентабельности. Возникает угроза для предприятия.

Автору запомнилась фраза коллеги, сказанная об отношении к вопросам модернизации инженерных систем в Республике Беларусь: «Белорусы активно инвестируют в модернизацию инженерных систем, потому что сейчас тяжелые времена и надо экономить». И действительно, энергоемкость белорусской экономики снизилась с 0,78 кг нефтяного эквивалента (н.э.) на \$1 ВВП по паритету покупательной способности (ППС) в 1991-м до 0,32 кг н.э./\$1 ВВП в 2008-м. Для сравнения: в 2005 году в РФ энергоемкость составляла 0,42 кг н.э./\$1 ВВП [5, 6].

Сопоставление энергоэффективности экономики РФ и РБ наглядно показывает, что эффективность экономики определяется, прежде всего, стратегией ее развития, а не внешней средой, ведь изначально у стран были схожие климатические условия, общая структура экономики, схожий уровень человеческого потенциала и т. д.

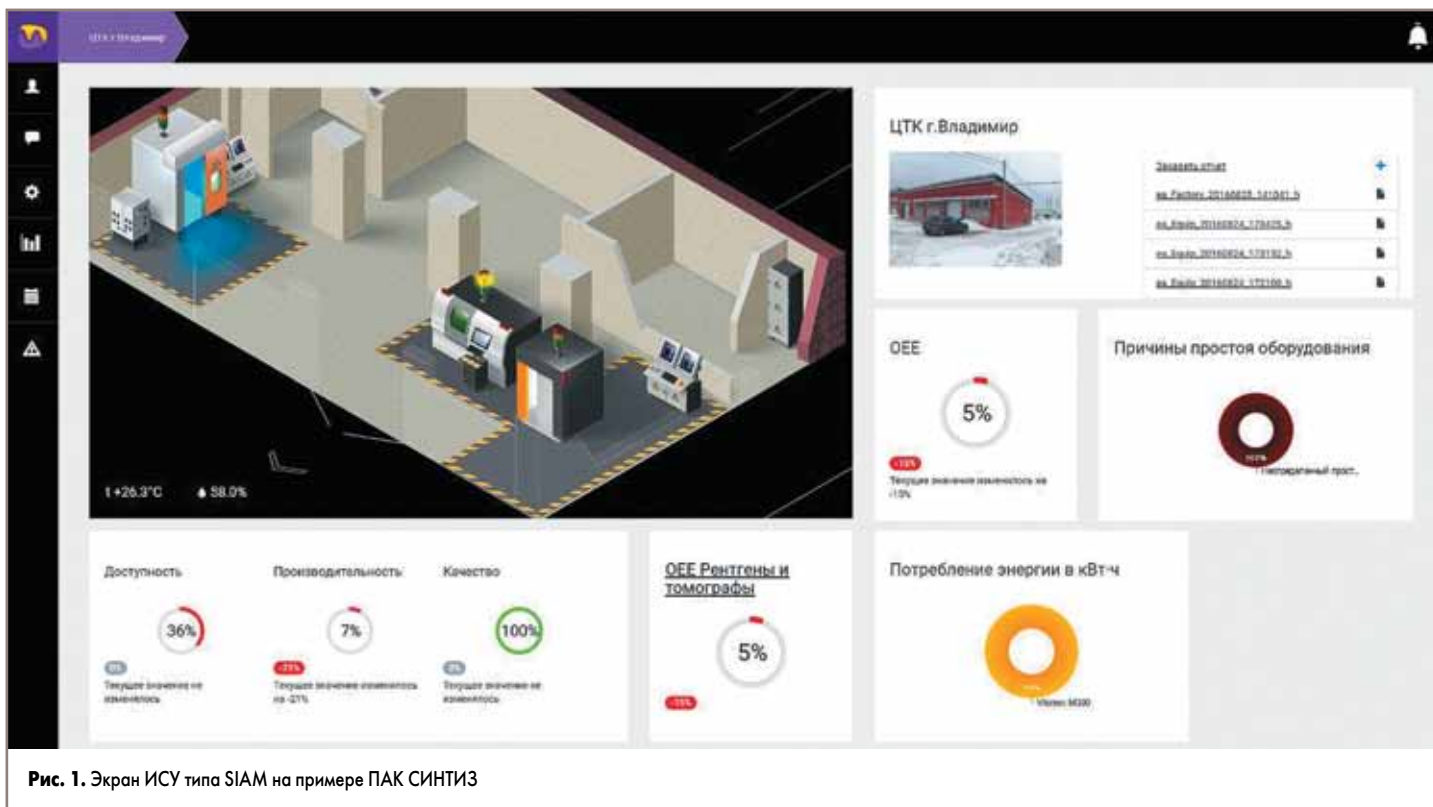


Рис. 1. Экран ИСУ типа SIAM на примере ПАК СИНТИЗ

По мере развития современной промышленности непрерывно возрастает роль систем управления как ключевого фактора конкурентоспособности. Речь идет не только о таких актуальных трендах, как «Интернет вещей» и «Индустрия 4.0», но и о современных подходах к контролю качества продукции, ее разработке, и даже развитию высокоточного оружия [7].

От автоматических систем управления происходит переход к интеллектуальным системам управления. Среди ключевых отличий ИСУ и АСУ: самообучение, интеллектуальные обратные связи, применение не одного, а множества алгоритмов управления из библиотеки алгоритмов. При этом иерархические структуры ИСУ и АСУ похожи, в любом случае все системы базируются на подсистемах сбора и передачи данных.

Далее речь пойдет об ИСУ промышленного назначения, поскольку уже более 25 лет Группа компаний Остек решает задачи оснащения и обслуживания промышленных предприятий, внедрения новых технологий. Применительно к задачам производства это развитие автоматических систем технического учета энергоресурсов (АСТУЭ), автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого/технического учета энергоресурсов (АИИС КУЭ), автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ), информационных систем управления производственными активами (ЕАМ).

В силу опережающего развития информационных технологий относительно скоростей внедрения систем АСУ на предприятиях многие развернутые системы АСТУЭ оказались внедрены с определенными недостатками:

- узкая специализация под задачи отдела главного энергетика;

- внедрение систем, носящих локальный характер, без взаимосвязи с другими АСУ;
- привязка рабочего места пользователя системы к определенному ПК;
- чрезмерное количество информации, выдаваемое пользователю без анализа;
- отсутствие возможности масштабирования, модульности;
- отсутствие прогнозирования и разработки рекомендаций в автоматическом режиме.

Перечисленные факторы иногда приводили к дискредитации идеи АСТУЭ и тормозили дальнейшее развитие в ИСУ. Следует также отметить, что внедрение АСТУЭ в классическом варианте на передовых высокотехнологичных производствах с высокой стоимостью продукции при малой доле энергоемкости показало весьма скромные результаты.

Для борьбы с указанными недостатками специалисты ООО «Остек-СМТ» предлагают создавать ИСУ, максимально раскрывающие потенциал аппаратного оснащения систем учета, — «умные счетчики» (smart metering). Современные аппаратные средства уже оснащены микроконтроллерами с возможностью интеллектуальных обратных связей и аналитики. Такой «умный» аппаратный комплекс позволяет реализовать в программном обеспечении верхнего уровня (ИСУ) ряд функций систем управления производством и активами (MES и ЕАМ).

В качестве примера подобной системы можно назвать собственную разработку «Остек-СМТ» — программно-аналитический комплекс (ПАК) СИНТИЗ (рис. 1).

На примере ПАК СИНТИЗ можно говорить о зарождении нового класса «умных» автоматизированных систем — SIAM-систем (Smart Industrial Asset Management — интеллектуальное («умное») управление производ-

ственными активами). Кроме привычного технического учета энергоресурсов, статистического анализа (АСТУЭ) и мониторинга (SCADA) они осуществляют разработку рекомендаций (часть функций ИСУ типа MES и ЕАМ), прогнозирование, выявление многофакторных тенденций; частично в них применяются методы бережливого производства (LEAN-производство).

Особенности данной категории систем:

- Мощный аналитический пакет, позволяющий в автоматическом режиме выявлять и прогнозировать важные события и изменения, тем самым сокращая срок устранения проблемы или предупреждая ее возникновение.
- Встроенная экспертная система поддержки принятия управленческих решений.
- Разработка рекомендаций на основе анализа огромного массива данных.
- Комплексный анализ работы технологического оборудования, инженерных систем и их взаимодействия между собой.
- Интеграция всего парка оборудования без «теневых зон», включая и ультрасовременные системы, и раритетные экземпляры оборудования.
- Формирование коммуникационной сети предприятия, позволяющей увязать между собой оборудование и персонал.
- Интеграция с автоматизированными и информационными системами предприятия.
- Формирование статистических и аналитических отчетов.

У Остека есть исследовательские лаборатории, производственные цеха, склады и другие активы, разнесенные территориально, поэтому разработка и тестирование ПАК СИНТИЗ возможны в полном объеме на собственных площадях и задачах (рис. 2).

Комбинация источников данных позволила в дополнение к требуемому функционалу АСТУЭ добавить полезные функциональные возможности для целого ряда подразделений предприятия (рис. 3), а именно:

- **Хранение информации о парке оборудования:** централизованное хранение расширенной информации об оборудовании начиная с даты изготовления и серийного номера и заканчивая руководством по эксплуатации и датой последнего ремонта с указанием подрядчика, его осуществлявшего. Пользователи: производство, служба главного энергетика, служба главного механика.
- **Планирование технического обслуживания и ремонтов (ТОиР):** динамическое интеллектуальное планирование ТОиР на основе автоматического учета наработки станков и динамики их технического состояния. Например, если система обнаружит участвовавшие аварии станка, то выдаст рекомендацию провести внеплановую диагностику. Пользователи: производство, служба главного механика.
- **Анализ энергопотребления:** СИНТИЗ позволяет осуществлять комплексный учет и анализ расходования энергоресурсов, в том числе электроэнергии, воды, сжатого воздуха и специализированных ресурсов, например технологических газов. Пользователи: служба главного энергетика, отдел подготовки и нормирования производства.
- **Мониторинг эффективности ОЕЕ:** анализ того, насколько используется ресурс оборудования. Это может быть учет доли времени работы к времени простоев или полный анализ с выводом коэффициента общей эффективности оборудования ОЕЕ. Пользователи: руководство предприятия, руководители производств.
- **Анализ аварийных ситуаций:** СИНТИЗ фиксирует все аварийные ситуации и сортирует их по степени важности. Позволяет проанализировать, что происходило до аварии, в момент аварии и непосредственно после нее. Предоставляет пользователю основную информацию, необходимую для анализа причин внештатной ситуации, тем самым снижая вероятность повторения. Пользователи: производство, служба главного энергетика, служба главного механика.
- **Мониторинг состояния производства:** наглядная визуализация в виде планировок цехов, мнемосхем, диаграмм и светофоров позволяет в удобной форме без избыточной информации видеть все важные события и показатели. Более того, система может оповестить через мобильный телефон о важном событии, например о потере давления в магистрали сжатого воздуха. Пользователи: производство, служба главного энергетика, служба главного механика.



Рис. 2. Один из многочисленных тестовых прогонов ПАК СИНТИЗ

- **Анализ причин простоев:** аналитические возможности системы позволяют анализировать причины простоев. И это не простой анализ того, сколько времени станок простаивал и почему, а многофакторный анализ. Например, система может выявить зависимость причин простоев от времени суток, что поможет правильно настроить бизнес-процессы. Пользователи: руководство предприятия, руководители производств.

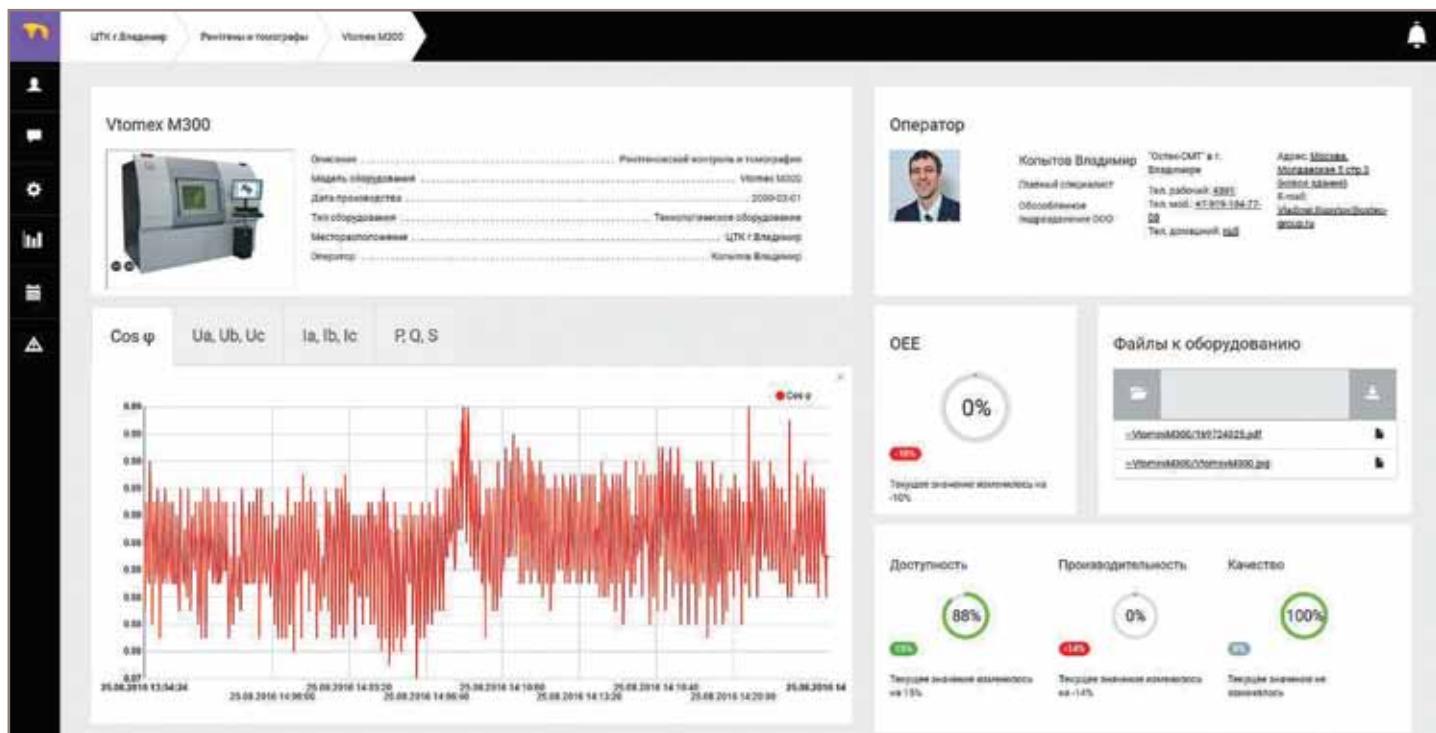


Рис. 3. Экран анализа причин простоев станка, динамики простоев и показателей эффективности ОЕЕ



Рис. 4. Мониторинг параметров работы оборудования в режиме реального времени

• **Составление отчетов:** система позволяет формировать отчеты на основе практически любой информации, которая в ней хранится. Отчеты могут быть сформированы в виде табличных данных, графических представлений или их комбинации. Для удобства пользователей можно составить расписание отправки отчетов на электронную почту. Для всех подразделений.

ПАК СИНТИЗ выполняет функции автоматизированной системы технического учета энергоресурсов. При этом в одну систему интегрируются данные замеров по всем основным видам ресурсов: электроэнергии, сжатому воздуху, воде, теплу и газу. Сведения учета представлены как в виде физических величин, так и в денежном выражении с учетом структуры тарифов, действующей на предприятии.

Логика функционала предполагает не привычный анализ «средней температуры по больнице», а детализацию до каждого потребителя (станка, установки) с частотой обновления данных не реже 1 с (рис. 4).

Это предоставляет пользователям следующие выгоды:

- оперативное выявление отклонений энергопотребления с детализацией до отдельного потребителя;
- анализ структуры энергозатрат;
- получение качественной исходной информации для планирования энергозатрат;
- учет всех основных энергоресурсов в одной системе;
- формирование детальных отчетов.

Кроме того, ПАК СИНТИЗ позволяет реализовать управление сценариями энергопотребления.

Что это такое и зачем это нужно? Рассмотрим на реальном примере.

Пример

В автоматизированной линии стоит электрическая печь мощностью несколько сотен киловатт. В течение рабочего дня печь не выключается, но периодически возникают про-

стои и заготовки в печь не подаются в течение 5–6 ч и более. Часто известно, что до конца дня заготовок на линии уже не будет. Для справки: время выхода печи на режим — 1 ч. С учетом пиковых нагрузок при выводе на режим и других факторов максимально обоснованный простой составляет 2,5–3 ч.

Решение на базе СИНТИЗ

В системе настраивается допустимое время холостой работы (простоя) энергоемкого обо-

рудования, например печей, компрессоров и т. д. Путем сбора данных с оборудования отслеживается факт простоя. При превышении допустимого времени простоя в автоматическом режиме выдается оповещение, в том числе на мобильные устройства. Это позволяет оперативно вмешаться и принять решение либо о выключении оборудования, либо об ускорении подачи заготовок на линию.

Типовые сценарии и выгоды внедрения приведены на рис. 5.



Рис. 5. Типовые сценарии внедрения и выгоды ИСУ типа SIAM



Рис. 6. Центр промышленной томографии Остек-СМТ, оснащенный ПАК СИНТИЗ



Рис. 7. Экономические факторы окупаемости ПАК СИНТИЗ

Как видно на рис. 5, польза от внедрения ИСУ типа SIAM достигается и в случаях уникального, дорогостоящего оборудования, например на участках промышленной рентгеновской томографии (рис. 6). В данном случае ПАК СИНТИЗ обеспечивает контроль качества электропитания томографических установок, дает объективную картину эффективности использования дорогостоящего оборудования (показатель ОЕЕ).

Поскольку внедрение ИСУ ПАК СИНТИЗ происходит по различным сценариям, то и выгоды распределяются по совокупности нескольких факторов.

Общая картина по результатам внедрения ПАК СИНТИЗ на отечественных предприятиях приведена на рис. 7.

При этом стоимость внедрения системы обычно сопоставима с созданием систем типа

АСТУЭ/АИИСКУЭ и составляет не более 1% от стоимости основного оборудования. Типовые сроки внедрения — от 6 до 18 мес., типовые сроки окупаемости после внедрения — от 3 до 12 мес. Данные показатели убедительно свидетельствуют о росте эффективности работы и конкурентоспособности производств, оснащенных современными системами управления типа SIAM.

Переход систем типа АСУ в ИСУ неизбежен и повлечет за собой приход на рынок промышленных программно-аппаратных средств таких инструментов и технологий обработки данных, как Blockchain. Упрощенно говоря, Blockchain — распределенная база данных, составные части которой размещаются в различных узлах компьютерной сети или промышленных устройствах, микроконтроллерах. На технологии Blockchain ос-

нованы криптовалюты, в частности биткойн и лайткойн. Поэтому сейчас эта технология будоражит умы, по большей части финансистов [8, 9]. В дальнейшем Blockchain будет представлять распределенное хранилище данных и вычислительных мощностей на тысячах разбросанных по территории промышленных холдингов «умных» счетчиков, агрегатов и исполнительных механизмов. Ситуация, таящая огромные возможности, риски и инструменты повышения конкурентоспособности.

Литература

1. www.econet.ru/articles/20680-v-mire-ezhegodno-vybrasyvaetsya-30-produktov
2. www.wciom.ru/index.php?id=241&uid=12840
3. www.rbc.ru/economics/19/04/2016/571586799a79476942a572de
4. www.wciom.ru/index.php?id=236&uid=115281
5. www.gisee.ru/articles/foreign_experience/20020/
6. www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=100
7. Лохин В., Манько С., Романов М. Интеллектуализация систем информации и управления — основа развития высокоточного оружия // Радиоэлектронные технологии. 2016. № 2.
8. www.json.tv/tech_trend_find/tehnologiya-blockchain--20160128101811/
9. www.bitnovosti.com/2015/11/27/economist-blockchain/