

## К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НА НПЗ ЗА СЧЕТ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

В.В. Дмитриев, Д.М. Алексейцев, Д.А. Николаев, Р.А. Хакимов (ООО «Автоматика-сервис»)

Рассмотрены инструменты повышения эффективности производства на основе внедрения систем мониторинга технологических процессов и систем управления. Представлена классическая архитектура систем управления НПЗ. Показаны практические результаты внедрения систем мониторинга.

Ключевые слова: диагностика, мониторинг, повышение эффективности производства, цифровизация, системы управления, оптимизация, НПЗ.

### Введение

Традиционными методами повышения эффективности производства для нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) являются строительство новых мощностей и модернизация существующего оборудования. Данные мероприятия влекут за собой существенные затраты и долгий период окупаемости, что в условиях рыночной конкуренции накладывает дополнительные ограничения на получение прибыли НПЗ. Помимо этого, мировые тенденции на цифровую трансформацию экономики, в том числе нефтепереработки, заставляют активно внедрять различные элементы цифровизации, такие как: big data, оптимизация технологических цепочек, мониторинг и предиктивный анализ, прогнозное моделирование; реализовывать горизонтальную и вертикальную интеграцию систем управления и т. п. (рис. 1). Извлечение полезной информации и время принятия эффективных решений на основе анализа данных является ключевым элементом современной цифровой экономики, поэтому создание систем мониторинга занимает важную позицию в поисках новых способов увеличения прибыли предприятий [1–3].

Основной задачей повышения эффективности производства является снижение издержек и получение максимальной прибыли. Мониторинг работы систем предприятия позволяет выявить потенциальные возможности и точки для снижения издержек и соответственно оптимизации работы предприятия. Кроме того, мониторинг эффективности и работоспособности средств автоматизации в режиме реального времени позволяет спрогнозировать дальнейшее поведение «наблюдаемого объекта», работать на опережение, отслеживая потенциальные риски и минимизируя возможные затраты на устранение последствий выходов из строя производственных систем предприятия [4]. Таким образом, ключевыми преимуществами внедрение такого рода систем являются:

— повышение эксплуатационной готовности;

— снижение числа отказов оборудования;

— оптимизация затрат на техническое обслуживание.

По предварительным подсчетам, ежегодный экономический эффект от снижения числа отказов оборудования может превышать 100 млн. руб. Потенциальный рост производственной эффективности за счет постоянной оценки работы систем, разработки оптимизационных мероприятий и корректирующих действий может достигнуть 5% уже в первый год внедрения.

### Мониторинг систем управления технологическим процессом

Одной из основных задач автоматизации является повышение эффективности производства. Однако для стабилизации эффекта, достигнутого за счет внедрения новых технологий, необходимо, чтобы базовые контуры регулирования, контрольно-измерительные приборы, «интеллектуальные» модули систем управления работали в оптимальном режиме. Выход из строя управляющих элементов чаще всего заканчивается для предприятия прямыми или косвенными убытками.

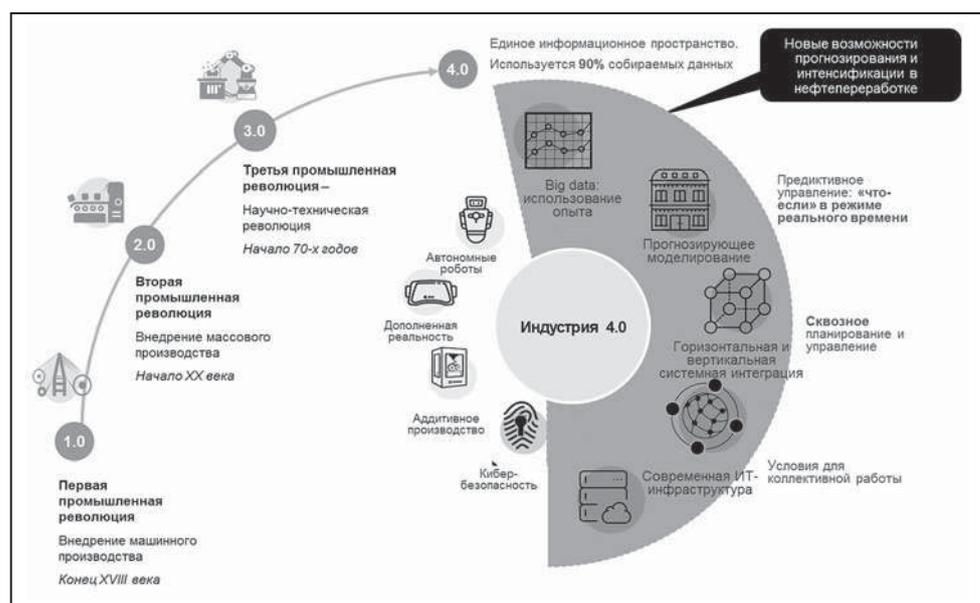


Рис. 1. Мировые тенденции, новые возможности и вызовы

Таблица. Сравнительный анализ технических решений

Показатели	Зарубежное ПО	APCMS / PCMS
<b>Мониторинг и оповещение в реальном времени</b>		
Мониторинг текущего состояния	- (среднее за прошедшие сутки)	+
Организованный бизнес-процесс управления событиями, объектами, информацией	-	+
Оповещение по событиям, система документирования событий	-	+
Отчетность по событиям, история внесения изменений, удобный интерфейс отслеживания событий	-	+
<b>Мониторинг ключевых показателей эффективности (КПЭ)</b>		
Статистические показатели ПИД контуров (Man/Auto) и APC	+	+
Метрики ограничений, эффективности использования переменных	+	+
<b>Контроль точности</b>		
Виртуальных анализаторов	+	+
Моделей APC-приложений	+	+
<b>Удобный интерфейс пользователя</b>		
Интуитивно понятный, удобный графический интерфейс	+/-	+
Система отчетности	+/- (затруднена настройка и вывод на печать)	+
<b>Архитектура системы</b>		
Возможность расширения (подключения новых APC-систем и ВА)	+	+
Мониторинг APC-приложений вне зависимости от производителя	+	+
Частотные характеристики	+	+
Подключение по OPC протоколу	+	+
Передача информации на верхнеуровневые системы	нет	Через SQL запрос
<b>Метрики качества моделей</b>		
Индекс качества моделей	+	+
Фазовый индекс	+	+
Статистика работы контроллеров	+	+
Визуализация активности пределов с использованием цветовых схем	+	+
Визуализация оптимизационных задач	+	+
Автоматизированные уведомления по e-mail	+	+
<b>Сервис и развитие системы</b>		
Инженерная поддержка в постгарантийный период	-	+
Санкционные риски	+	-

*Тораздо труднее увидеть проблему, чем найти ее решение.*

Джон Д. Бернал

Для решения данной проблематики ООО «Автоматика-сервис» разработало ряд программных продуктов, осуществляющих отслеживание работы систем управления:

- модуль мониторинга контуров ПИД-регулирования (PCMS);
- модуль мониторинга систем усовершенствованного управления технологическим процессом (APCMS);
- систему мониторинга отклонения от норм технологического режима.

Для систем PCMS и APCMS существуют прямые зарубежные аналоги. В таблице приведен сравнительный анализ технических решений. Предложенное решение — отечественный аналог, учитывающий специфику производства и разнородность систем управления. Для системы мониторинга отклонения от норм технологического режима зарубежные аналоги отсутствуют.

#### Модуль мониторинга контуров ПИД-регулирования (PCMS)

Сочетание таких факторов, как нестабильное (по физическим свойствам) сырье, изменяющиеся требования к показателям качества получаемых продуктов и кинетика химических реакций, обуславливают чрезвычайную сложность задачи настройки и поддержание на заданном качестве контуров регулирования. Так, например, анализируя работу одного из НПЗ [5], была получена следующая статистика:

- 20% регуляторов находятся в ручном режиме по причине плохих настроек либо выведены в ручной режим оператором необоснованно;
- 30% регуляторов находятся в автоматическом режиме, но работают неэффективно.

Внедрение системы мониторинга позволит повысить эффективность работы базовой системы регулирования до 50%. Для достижения указанного результата программный продукт PCMS обладает рядом функций.

— *Расчет ключевых показателей эффективности (КПЭ).* Различные КПЭ позволяют качественно оценить работу контуров регулирования, провести детальный анализ.

— *Отчетность.* Различные виды отчетов и ежедневная их рассылка позволяют оперативно следить за динамикой отклонения работы объекта от целевого состояния.

— *Модульность.* Модульная структура позволяет обеспечивать возможность модификации как отдельных компонентов, так и всей системы в целом.

— *Общий доступ к данным и управление данными.* Информация визуализируется посредством Web-

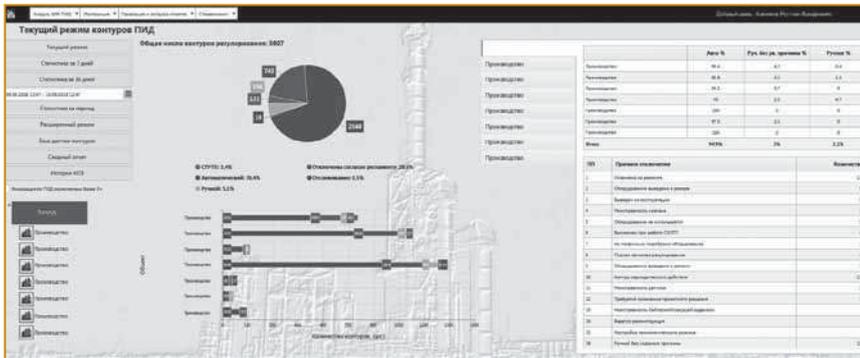


Рис. 2. Интерфейс пользователя модуля мониторинга контуров ПИД-регулирования



Рис. 3. Достигнутые результаты на отечественном НПЗ

интерфейса, доступна для просмотра и работы для всех авторизованных специалистов предприятия.

— **Интеграция.** Различные интерфейсы подключения и протоколы обмена информации позволяют легко внедрить модуль в существующую структуру информационно-управляющих систем.

— **Гибкая настройка.** Ролевая политика позволяет быстро настроить необходимую пользователю функциональность, а также определить объекты, находящиеся в зоне его ответственности.

ты APC системы, проводить мониторинг текущего статуса работы системы для оперативного сервиса и устранения причин выключения системы. Поставленные задачи можно решить при помощи программного модуля мониторинга APCMS (рис. 4), характеризующегося следующими функциями.

— **Сбор и запись параметров работы APC системы в собственную базу данных реального времени.** Хранение в БД информации о состоянии и статусе контро-

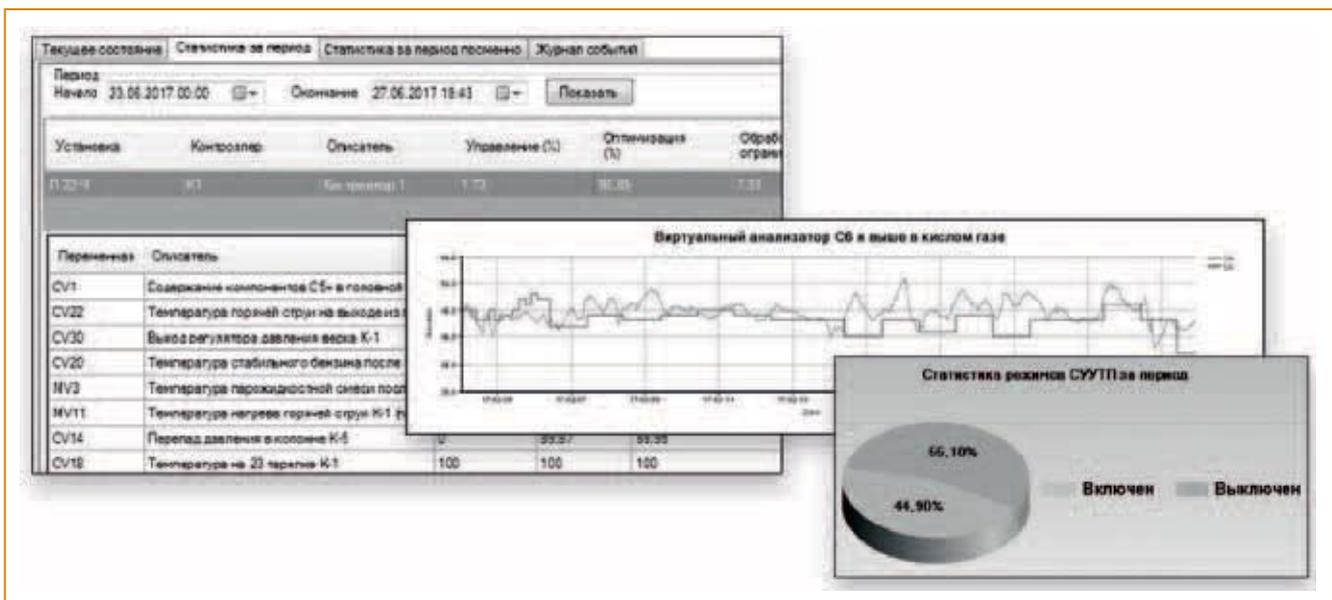


Рис. 4. Интерфейсы пользователя модуля мониторинга APC системы

Интерфейс PCMS (рис. 2) отображает информацию по текущему актуальному (on-line) состоянию контуров ПИД-регулирования и позволяет осуществлять факторный анализ по корневым причинам их отключения.

Программный продукт PCMS имеет успешное внедрение на одном из отечественных НПЗ. За год эксплуатации были достигнуты положительные результаты в области улучшения качества регулирования, эффективности производства и снижения отказов оборудования (рис. 3).

### Модуль мониторинга систем усовершенствованного управления технологическим процессом (APCMS)

В случае внедрения систем усовершенствованного управления остро встает вопрос постпроектного поддержания ее работоспособности и эффективности. Классические решения APC с течением времени деградируют и требуют периодической калибровки математических моделей. Поэтому необходимо оценивать качество работы APC системы, проводить мониторинг текущего статуса работы системы для оперативного сервиса и устранения причин выключения системы.

Поставленные задачи можно решить при помощи программного модуля мониторинга APCMS (рис. 4), характеризующегося следующими функциями.

— **Сбор и запись параметров работы APC системы в собственную базу данных реального времени.** Хранение в БД информации о состоянии и статусе контро-

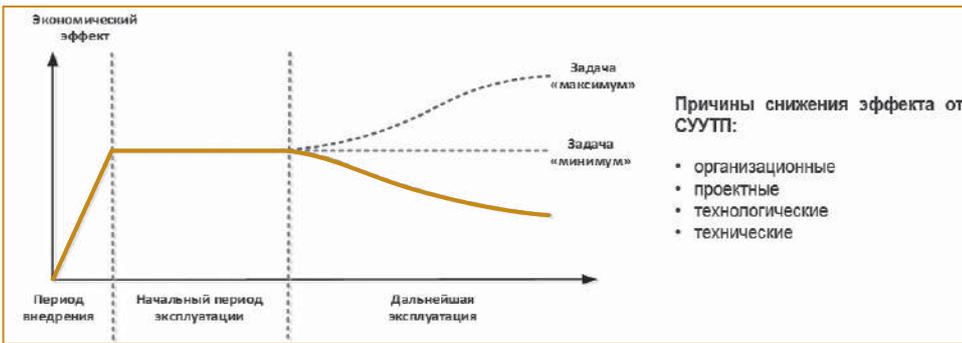


Рис. 5. Эффекты и причины выключения APC системы

**Причины снижения эффекта от СУТП:**

- организационные
- проектные
- технологические
- технические

обеспечения единого пространства и понимания по вопросам состояния управления для операторов установки, инженеров поддержки, технического персонала;

— сбор и обработку ключевых данных, необходимых для контроля работы APC системы;

— возможность мгновенного реагирования на возникающие критические ошибки.

леров APC системы, хранение расчетных значений метрик APC системы осуществляется за 5 лет.

— **Расчет статистических метрик APC системы.** Производится расчет (в том числе посменный) статистических метрик (КПЭ) за выбранный период времени: для виртуальных анализаторов (ВА), для контроллеров APC системы, для переменных контроллера (CV, MV, DV).

— **Документирование событий, формирование журнала действий сервисного персонала.** Производится документирование событий, связанных с работой APC системы.

— **Автоматическое формирование и рассылка периодических отчетов.** Система производит автоматизированную генерацию и рассылку периодических отчетов в соответствии с уровнем конечного получателя (руководитель, сервисный специалист и т. д.).

— **Визуализация текущего состояния APC системы.** Иерархическое представление статистических показателей работы APC системы

и ВА. Системой производится визуализация статистических показателей работы APC системы и ВА на уровнях предприятия, установки, контроллеров и отдельных переменных (CV, MV, DV). Производится вычисление комплексного показателя работы APC системы.

— **Развитый интерфейс пользователя.** Визуализация текущих и архивных расчетных статистических показателей работы APC системы и ВА реализована в табличной форме, в виде диаграмм и графиков.

— **Оперативный доступ к статистической информации о работе APC системы и ВА.**

Различные КПЭ модуля позволяют осуществлять:

— оценку уровня работы APC системы с целью

Основным эффектом от внедрения является снижение времени простоя в среднем на 40% за счет оперативного реагирования на своевременно выявленные отклонения в работе APC системы (рис. 5).

**Система мониторинга отклонения от норм технологического режима**

Повышение оперативности принятия управленческих решений можно достигнуть за счет комплексного автоматизированного мониторинга отклонений технологических параметров и показателей качества от нормативных требований. Однако для этого необходимо решить ключевую задачу: систематизировать и оцифровать огромный массив исходных данных, в том числе регламентных норм параметров процесса и качеств. В результате данной работы было разработано программное обеспечение мониторинга от-



Рис. 6. Интерфейс пользователя системы мониторинга отклонения от норм технологического режима

клонения от норм технологического режима (рис. 6). Ключевыми функциями системы являются:

- сбор и запись информации об отклонениях;
- расчет метрик для оценки отклонений;
- создание отчетности за произвольный период мониторинга.

Благодаря четкой и автоматической фиксации отклонений специалисты и руководство предприятия получают в едином цифровом «облаке» предельно четкую картину всех проблем при ведении технологического режима. Создается история отклонений для ретро-анализа. Это дает возможность выявлять не только разовые проблемы, которые необходимо учитывать всем участникам процесса, но и системные (повторяющиеся) нарушения, требующие проектного решения. Таким образом, система позволяет повысить эффективность производства, уровень цифровизации и промышленной безопасности в масштабах всего завода.

#### Заключение

В статье проанализированы современные методы повышения эффективности производства за счет внедрения систем мониторинга технологических процессов и систем управления. Внедрение таких решений позволяет:

- ускорить получение оперативной информации о работе оборудования;

- сократить отклонения от технологических норм;
- повысить экономическую эффективность производства;
- поддерживать уровень автоматизации в соответствии с изначальным проектным решением;
- вывести качество обслуживания АРС системы и контуров ПИД-регулирования на новый уровень;
- снизить количество отказов за счет обслуживания «по состоянию»;
- получить максимальный эффект от работающих АРС систем.

#### Список литературы

1. Bahri P.A., Bandoni A., Romagnoli J.A. Integrated flexibility and controllability analysis in design of chemical processes // AIChE Journal. 1997. №43 (4). P.997-1015.
2. Edgar Thomas F., Himmelblau David M., Lasdon Leon S. Optimization of chemical processes. 2nd ed. New York : McGraw-Hill, 2001. 672 pp.
3. Darby M.L., Nikolaou M., Jones J., Nicholson D. RTO: An overview and assessment of current practice // Process Control. 2011. №21 (6). P.874-884.
4. Albertos P., Sala A. Multivariable Control Systems: An Engineering Approach. London: Springer-Verlag London Limited. 2004. 359 p.
5. Qin S.J., Badgwell T.A. A survey of industrial model predictive control technology // Control Eng Pract. 2003. №11 (7). P.733-764.

*Дмитриев Василий Васильевич* — канд. техн. наук, директор Центра высокотехнологичных решений,  
*Алексейцев Дмитрий Михайлович* — начальник управления,  
*Николаев Дмитрий Алексеевич* — главный специалист,  
*Хакимов Рустам Анварович* — ведущий инженер Центра высокотехнологичных решений,  
 ООО «Автоматика-сервис».  
 Контактный телефон (3812) 27-77-27, доб. 72181  
 E-mail: Khakimov.RA@gazprom-neft.ru  
 Http://www.avsv.gazprom-neft.ru

#### Учет газа на котельных АО "СаранскТеплоТранс" ведет ПТК КРУГ-2000

НПФ "КРУГ" введена в эксплуатацию система автоматического сбора данных (АСД) с узлов учета газа АО "СаранскТеплоТранс" на базе ПТК КРУГ-2000. На первом этапе в систему АСД с узлов учета газа включено 14 котельных. АО "СаранскТеплоТранс" входит в состав филиала "Мордовский" ПАО "Т Плюс" и осуществляет снабжение тепловой энергией г. Саранск, эксплуатацию и ремонт городских систем теплоснабжения.

Система обеспечивает:

- сбор данных от корректоров расхода газа ЕК-260/270 в реальном времени;
- повышение точности учета за счет уменьшения размеров разбаланса природного газа по основным направлениям использования;

- оперативность взаимных финансовых расчетов по отпуску/потреблению природного газа;

- снижение технологических и коммерческих потерь за счет своевременного выявления сверхнормативного потребления.

НПФ "КРУГ" выполнены следующие работы:

- проектирование шкафов управления и верхнего уровня системы;
- поставка программно-технического комплекса;
- шефмонтажные и пусконаладочные работы.

Система разработана с применением типовых технических решений по АСУТП котельных и учету природного газа. В 2019 г. планируется расширение системы с подключением всех котельных АО "СаранскТеплоТранс".

[Http://www.krug2000.ru](http://www.krug2000.ru)

#### "ВИСТ Групп" внедрила тестовую версию АСУ подземными горными работами на опытном участке месторождения "Лунное"

Компания "ВИСТ Групп" (входит в ГК "Цифра") запустила в опытно-промышленную эксплуатацию АСУ подземными горными работами на участке месторождения "Лунное" в Магаданской области. Специалисты компании успешно запустили пилотный проект, включающий разработку новых технических решений и новой функциональности программного обеспечения.

АСУ отвечает за формирование единой отчетности на производственных участках АО "Серебра Магадана" с учетом всех имеющихся особенностей подземной отработки. Разработанная система проходит испытания сложными горными работами под землей, суровыми колымскими морозами и резкими перепадами температур от теплой шахты до сильного холода на открытом воздухе. Тестовый режим продлится не меньше 2 мес.

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