

# ОПТИМИЗАЦИЯ

## Многогранность ПАК «СИНТИЗ». Примеры реализации

Текст: **Николай Кравцов**  
**Василий Афанасьев**

”

Непростая экономическая ситуация наряду с усиливающейся конкуренцией заставляют многие предприятия если не затянуть пояса, то, как минимум, пересматривать некоторые производственные процессы и изыскивать внутренние резервы для повышения эффективности. Подспорьем в этом являются современные IT-системы в самом широком понимании этого слова. Это может быть ERP для всего предприятия, MES или АСУТП для производства, CRM, если речь идет о реализации, и так далее в зависимости от конкретных задач. Целесообразность их использования уже очевидна даже самым консервативным предприятиям. Но все же не всегда внедрение этих систем несет «излечение от всех болезней». Даже если все IT-системы на предприятии были тщательно подобраны, подобающим образом развернуты, без проблем эксплуатируются персоналом и в должной мере поддерживаются поставщиком, может оказаться, что все-таки «чего-то не хватает».

Чаще всего можно наблюдать отсутствие преемственности данных. Системы, расположенные в иерархии структуры предприятия последовательно или параллельно и отвечающие за свой узкоспециализированный участок работы, не объединены в единую информационную сеть. Это чревато тем, что на границе «зон ответственности» систем могут возникать искажения данных, вызванные несовместимостью систем или человеческим фактором. Эти искажения, двигаясь вверх по иерархии, могут радикально изменить общую картину.

Информация в IT-системах отображается постфактум. При возникновении той или иной проблемы, отображенной в системе, можно оценить масштаб и провести мероприятия по устранению или недопущению такого рода проблем в будущем. Но намного ценнее была бы возможность реагировать на проблему сразу при ее возникновении, что, к сожалению, позволяют делать далеко не все IT-системы. Также существует целый ряд факторов, оказывающий самое прямое влияние на эффективность производства, но при этом, как ни парадоксально, зачастую не учитывающийся в IT-системах. К этим факторам относятся эффективность оборудования, анализ причин его простоев, состояние инфраструктуры, квалификация и дисциплинированность персонала.

И, наконец, далеко не все IT-системы удобны в работе и интуитивно понятны. У неподготовленного пользователя их интерфейс может вызвать вполне объяснимые трудности, но и подготовленный специалист, прежде чем получит подборку важной информации, потратит определенное время, разбираясь во второстепенных данных. Неохотно переходят на работу с новым программным продуктом сотрудники с большим стажем работы. Еще каких-то 10 лет назад можно было наблюдать бухгалтеров, вооруженных счётами и калькуляторами, в то время как на их рабочих местах была установлена система 1С.

С этой точки зрения разработка «Остек-СМТ» – программно-аналитический комплекс «Синтиз» – появилась в нужное время и в нужном месте. Как показывает практика, система, совмещающая в себе элементы АСТУЭ, SCADA и MES, идеально интегрируется в информационную инфраструктуру предприятий, являясь не только тем самым «недостающим» элементом, но и здоровой альтернативой громоздким IT-системам с обилием второстепенной информации.

Сегодня «Синтиз» – это система, показывающая действительный эффект от внедрения, и к тому же с минимальным сроком окупаемости.

Для изучения эффекта от внедрения программно-аналитического комплекса были смоделированы типовые примеры по опыту реализации проектов на базе ПАК «Синтиз» на предприятиях.

## Реализация функции: бизнес-аналитика и управление производственными активами

Встроенная аналитическая система ПАК «Синтиз» способствует выработке управленческих решений, направленных на повышение эффективности производства.

### ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ

#### Исходные данные

Крупное предприятие по выпуску электрощитовой продукции и промышленной мебели. Парк станков Amada по обработке листового металла (листогибы, координатно-пробивные прессы, лазеры, гильотины) насчитывает свыше 30 штук. Режим работы цеха по обработке листового металла: 2- и 3-сменный, 5-дневный. В период пиковой загрузки работа проводится в выходные дни.

#### Проблема

Угроза срыва сроков исполнения контрактов из-за отсутствия понимания фактической полезной загрузки оборудования и имеющихся резервов производства. Периодический выход оборудования из строя без видимых причин. Отсутствие объективной оценки производительности каждой из смен. Низкая вовлеченность персонала в производственный процесс.

#### Основное требование заказчика

Рынок изделий из листового металла – высококонкурентный, поэтому необходим эффект от внедрения после двух первых месяцев, полная окупаемость проекта – в течение 9-12 месяцев после внедрения.

#### Решение на базе ПАК «Синтиз»

По результатам аудита производства и технического совещания с представителями заказчика специалистами ООО «Остек-СМТ» было предложено следующее: для получения объективных данных о состоянии и загрузке оборудования каждый из станков оснастить индивидуальным щитом мониторинга параметров электропотребления, дискретность опроса – 1 с.

На участке установили четыре терминала коллективного пользования для операторов ЧПУ с запрограммированным классификатором причин простоев оборудования (отсутствие заготовки, авария, обед, переналадка, подготовка, техническое обслуживание и т. д.). Они разделены на две группы: «неуправляемые» факторы, на возникновение и длительность которых оператор не влияет (например, прекращение электроснабжения) и «управляемые» (вспомогательное время на установку заготовок и т. д.). Это позволило четко разделить причины простоя оборудования и увеличить вовлеченность персонала в производственный процесс, т.к. оператор

концентрируется на сокращении простоев, которыми он управляет, а о прочих простоях ему достаточно оперативно проинформировать соответствующие смежные подразделения (службу эксплуатации, заготовительный участок). Кроме того, были установлены четыре видеокамеры, настроенные таким образом, когда при остановке оборудования по аварии видеофрагмент (минута до и минута после события) сохраняется на сервере. Важнейшим условием эффективности решения стала конфигурация системы с учетом всех особенностей организации производства на конкретном предприятии.

### Реализация

Перед инсталляцией на производственной площадке заказчик специалисты «Остек-СМТ» отработали функционал на собственном «полигоне» — на производстве металлической мебели ГК Остек во Владимирской области — и предъявили систему заказчику до установки на предприятии.

В процессе реализации по каждой единице оборудования и для каждой смены были сформулированы и рассчитаны ключевые параметры:

- фактическое время начала/окончания работ;
- время полезной работы оборудования;
- классификация простоев и расчет общей эффективности оборудования (ОЕЕ) в зависимости от ряда факторов;
- индикаторы перегрузки;
- индикаторы нарушения производственной дисциплины;
- оценка эффективности использования оборудования в зависимости от максимальной мощности/усилия.

С первого дня работы системы ключевые показатели и накопленная статистика (отчеты, графики) стали доступны руководителям в режиме реального времени. Благодаря аналитическим алгоритмам количество производных аналитических и интегральных показателей выросло в 5 раз.

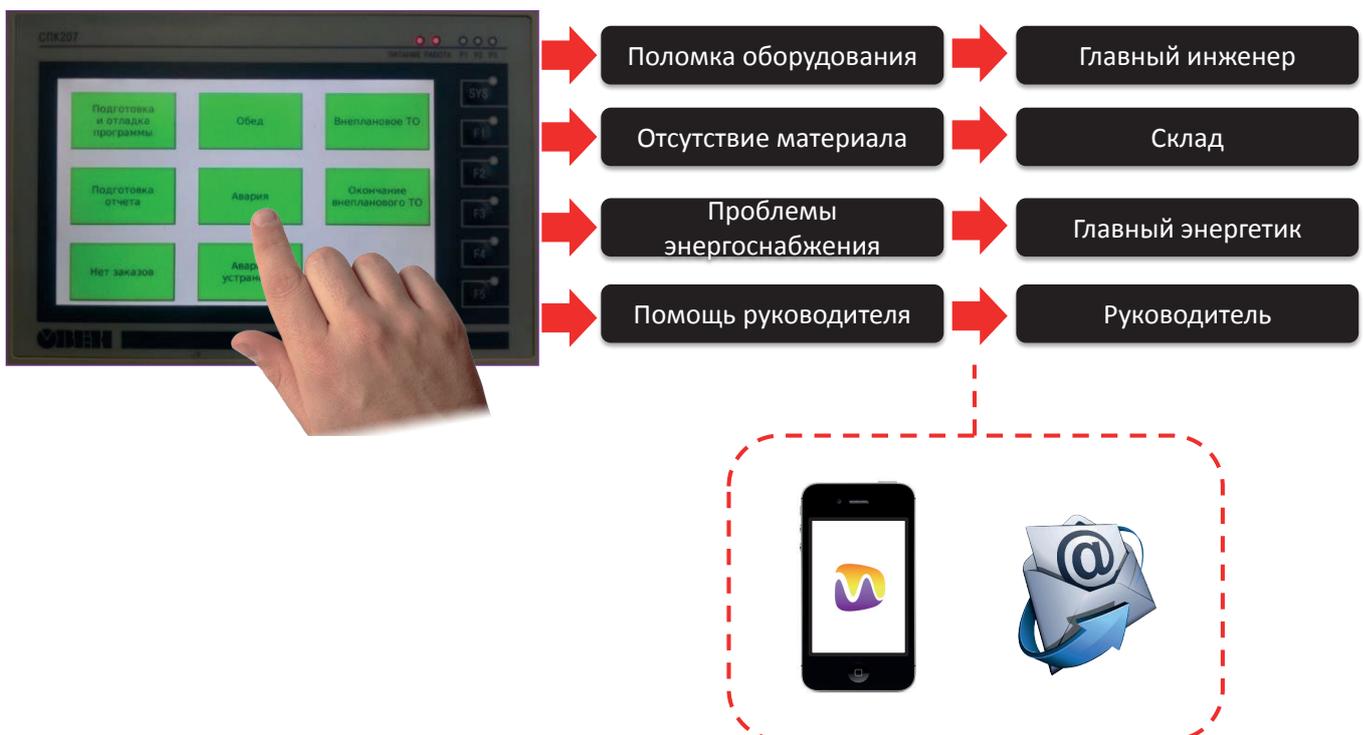
### Результаты

Руководство предприятия теперь получает достоверные данные о причинах простоев оборудования и потерях в производстве. Были выявлены факты нарушения производственной дисциплины (отсутствие обязательных по регламенту процессов прогрева, тестирования оборудования). Характерно, что это относилось к оборудованию, которое выходило из строя чаще всего и «без особых причин». Были проведены административные мероприятия.

Установка терминалов коллективного доступа на участке металлообработки позволила сократить время реакции на простой ответственных подразделений предприятия (заготовительный участок, служба главного технолога, служба главного энергетика, служба главного механика). Таким образом, загрузка оборудования увеличилась до 75%, а производительность — на 12%.

Кроме того, были выявлены факты обработки малогабаритных простых деталей на мощных листогибах Amada HFP-100-3 — «потому что оператор привык работать за этим станком». Была проведена оптимизация процесса формирования сменно-суточных заданий, после чего малогабаритные детали начали собирать в одном сменно-суточном задании и обрабатывать на листогибах малой мощности Amada HFE 50-20.

Важно, что внедрение ПАК «Синтиз» позволило пред-



приятно за счет повышения эффективности работы в рабочую неделю заметно сократить количество работы в выходные дни, экономя значительные средства на организацию работ в это время (оплата труда оператора, оплата труда вспомогательных служб – мастер участка, энергетики, механики, технологи).

Руководство предприятия получило объективную информацию по загрузке оборудования – она составила 75 %. С учетом прогнозируемого роста заказов на следующий год было принято решение о закупке нового оборудования – координатно-пробивных прессов и о модернизации ряда листогибов. При этом часть сезонных заказов было решено передать на кооперацию, так как это оказалось экономически более выгодно, чем приобретение дополнительных единиц оборудования.

Период окупаемости составил менее 9 месяцев.

### Перспективы

Следующий шаг в развитии ПАК «Синтиз» для предприятия – добавление в систему информации по участку окраски, участку ручной сборки (классификация причин простоев через терминалы ручного ввода), информации по гиброабразивным станкам.

## Контроль над парком оборудования и инженерных систем

### ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ

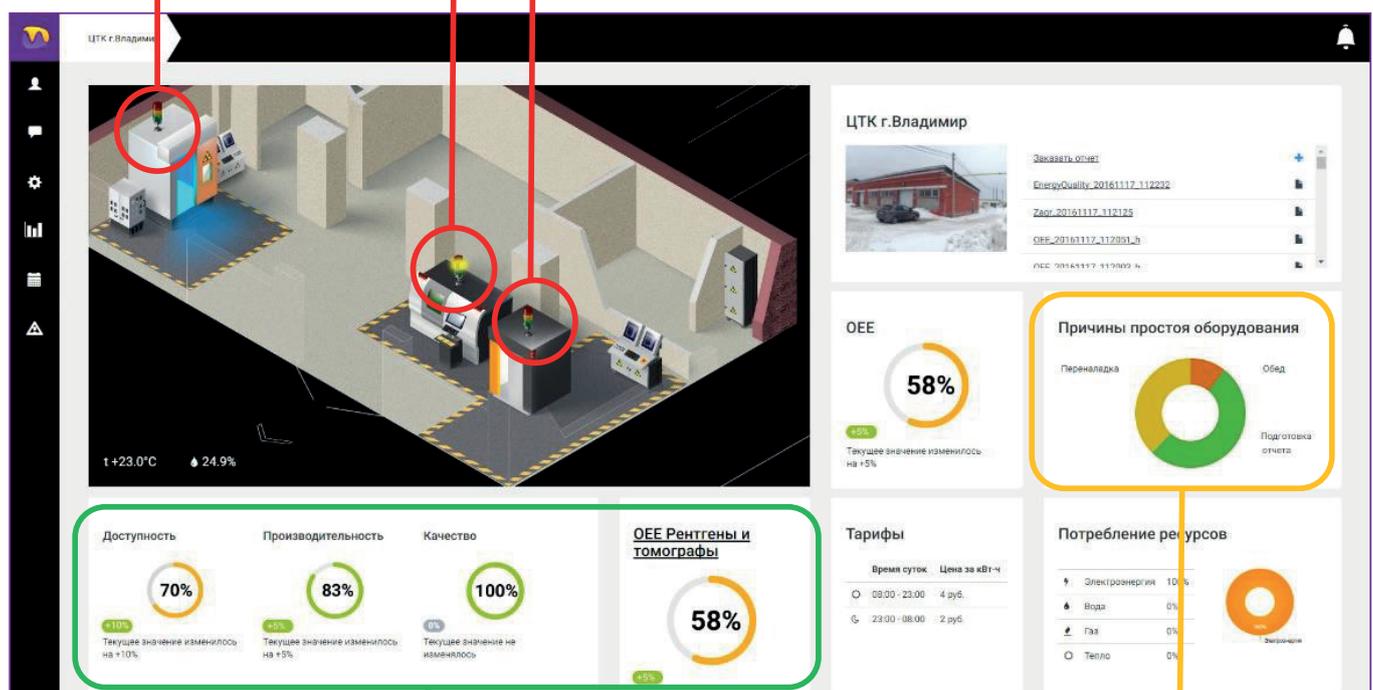
#### Исходные данные

Крупное высокотехнологичное предприятие основано более 50 лет назад, территория – более 5 Га. Существенный износ основных инженерных сетей, требует постоянного контроля состояния и работоспособности. Предприятие располагает обширным парком оборудования:

- металлообрабатывающие станки ЧПУ (HAAS, DMG, Amada, 3 участка, 60 единиц);
- промышленный 3D-принтер (участок прототипирования, 1 единица);
- промышленная томография (участок неразрушающего контроля, 2 единицы);
- энергоемкие испытательные стенды (5 единиц);
- компрессорное оборудование (AtlasCopco, Gardner Denver, 30 единиц);

Режим работы участков металлообработки 2-сменный, 5-дневный. Режим работы других участков, как правило, 3-сменный, 5-дневный (в зависимости от длительности процессов и производственной программы).

## Мониторинг состояния оборудования



Показатели эффективности

Причины простоев

**Проблемы**

- Большое количество дорогостоящего оборудования разных марок, назначения, возраста, расположенное в разных корпусах. Практически все оно имеет свое внутреннее ПО для отражения состояния и основных ошибок. Информация о состоянии и загрузке оборудования носит локальный характер (на уровне участка и оператора), а на уровне цеха (предприятия) информация передается через отчеты, подготовленные сотрудниками, и часто с существенной задержкой и искажением информации.
- Срыв сроков выполнения ГОЗ из-за отсутствия единой системы контроля состояния и загрузки оборудования и возможности оперативного влияния на производственный процесс.
- Периодический выход оборудования из строя без видимых причин.
- Отсутствие единой системы мониторинга состояния инженерных систем (электроснабжение, теплоснабжение, пневмосеть).

На этапе проработки выяснилось, что к 4 кварталу предприятие имеет «хвост» по незавершенной продукции (переходящий остаток за 1, 2 и 3 кварталы), сопоставимый по объему с 4 кварталом, т.е. в 4 квартале нужно сделать двойную норму. Недовыпуск продукции носил постоянный характер по двум основным причинам: вы-

ход оборудования из строя (низкое качество энергоресурсов, отсутствие оперативного превентивного реагирования на отклонения в работе оборудования) и отсутствие объективной картины по загрузке оборудования для возможности управления производственным процессом в режиме реального времени.

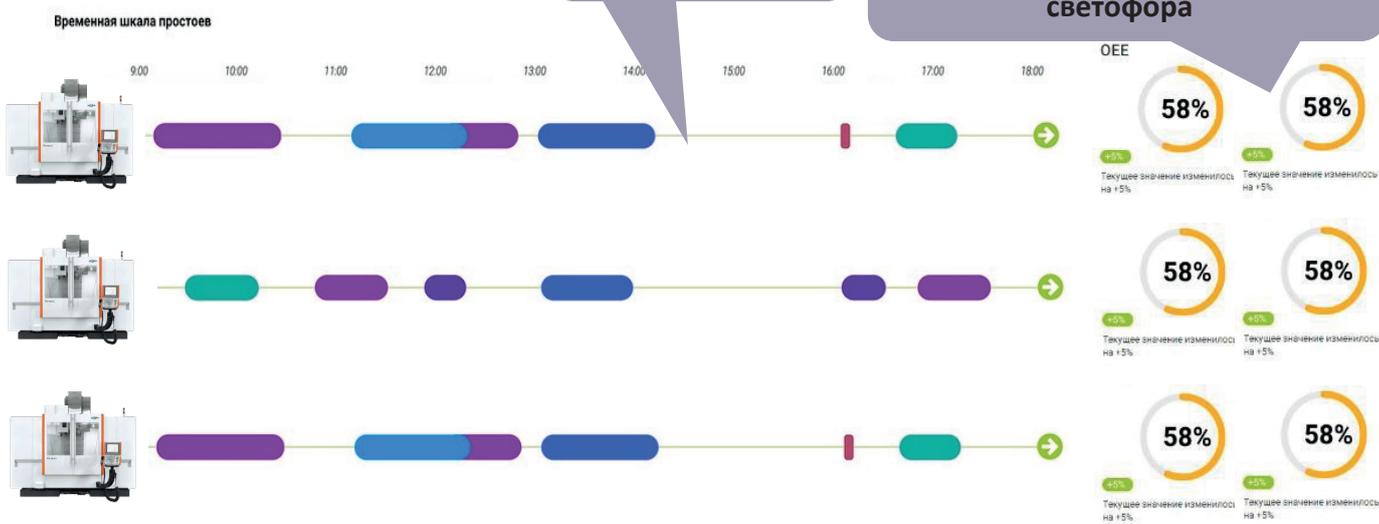
**Решение**

Решение на базе ПАК «Синтиз» объединило контроль в режиме реального времени состояния технологического оборудования и инженерных систем. Кроме того, был разработан программный модуль, позволяющий проводить автоматический комплексный анализ состояния, загрузки и взаимного влияния технологического оборудования и инженерных систем. С учетом важности задач пользователями системы были определены руководитель производства, начальники цехов и участков, службы главного инженера, главного энергетика, главного механика, главного технолога.

**Реализация**

Все современное оборудование (там, где была возможность брать данные из внутренних систем управления оборудованием) по сети Ethernet было подключено в ЛВС предприятия. Специалисты «Остек-СМТ» совместно с техническими специалистами заказчика проанализировали специфику работы оборудования и определили

**Информация по участку (образец)**



**Временная шкала состояний станков**

**Показатели эффективности и загрузки. Используется индикация цветом по принципу светофора**

**История событий станка**

№	Время возникновения	Категория события	Описание	Состояние	Длительность
1	20.04.2018 18:46:39	Критическая ошибка	Перенос фаз по такту > 2%	🟡	0 Миллисекунды
2	20.04.2018 18:39:39	Критическая ошибка	Перенос фаз по такту > 2%	🟡	0 Миллисекунды
3	20.04.2018 18:33:34	Критическая ошибка	Перенос фаз по такту > 2%	🟡	0 Миллисекунды
4	20.04.2018 18:25:26	Критическая ошибка	Перенос фаз по такту > 2%	🟡	0 Миллисекунды
5	20.04.2018 18:20:39	Предупреждение	Повышение напряжения по ф. А	🟢	0 Миллисекунды
6	20.04.2018 18:20:18	Предупреждение	Повышение напряжения по ф. Б	🟢	0 Миллисекунды
7	20.04.2018 18:20:16	Предупреждение	Низкое напряжение по ф. А	🟢	0 Миллисекунды
8	20.04.2018 18:20:15	Предупреждение	Низкое напряжение по ф. Б	🟢	0 Миллисекунды
9	20.04.2018 18:18:18	Критическая ошибка	Перенос фаз по такту > 2%	🟡	0 Миллисекунды
10	20.04.2018 18:10:42	Критическая ошибка	Перенос фаз по такту > 2%	🟡	0 Миллисекунды
11	20.04.2018 18:08:04	Критическая ошибка	Перенос фаз по такту > 2%	🟡	0 Миллисекунды

**Журнал событий на участке**

«ТОП-10» наиболее частых и критических ошибок по каждой единице оборудования. Полученная информация была выведена в единую систему верхнего уровня. Для технологического оборудования, протоколы передачи данных в котором отсутствовали, был реализован мониторинг состояния и загрузки через анализ параметров электропотребления. Каждая из единиц оборудования была оснащена индивидуальным щитом мониторинга параметров электропотребления, дискретность опроса установлена на уровне 1 с. Это позволило фиксировать скоротечные амплитудные значения, скачки и просадки напряжения.

Также на всех участках, где было установлено технологическое оборудование, установили терминалы для коллективного пользования операторов. В терминалы были запрограммированы классификаторы причин простоев оборудования (отсутствие заготовки, авария, обед, переналадка, подготовка, техническое обслуживание и т. д.). Эффект внедрения терминалов приведен в первом примере.

Компрессорное оборудование было «обязано»: потребление электроэнергии, выработка сжатого воздуха. Это позволило организовать технический учет энергоресурсов, провести анализ загрузки компрессоров с привязкой к производственной программе, а также мониторинг технического состояния компрессоров через

удельный показатель выработка/потребление.

Кроме того, на всех участках были установлены видеокамеры, настроенные таким образом, что при остановке оборудования по аварии видеофрагмент (минута до и минута после события) сохранялся на сервере.

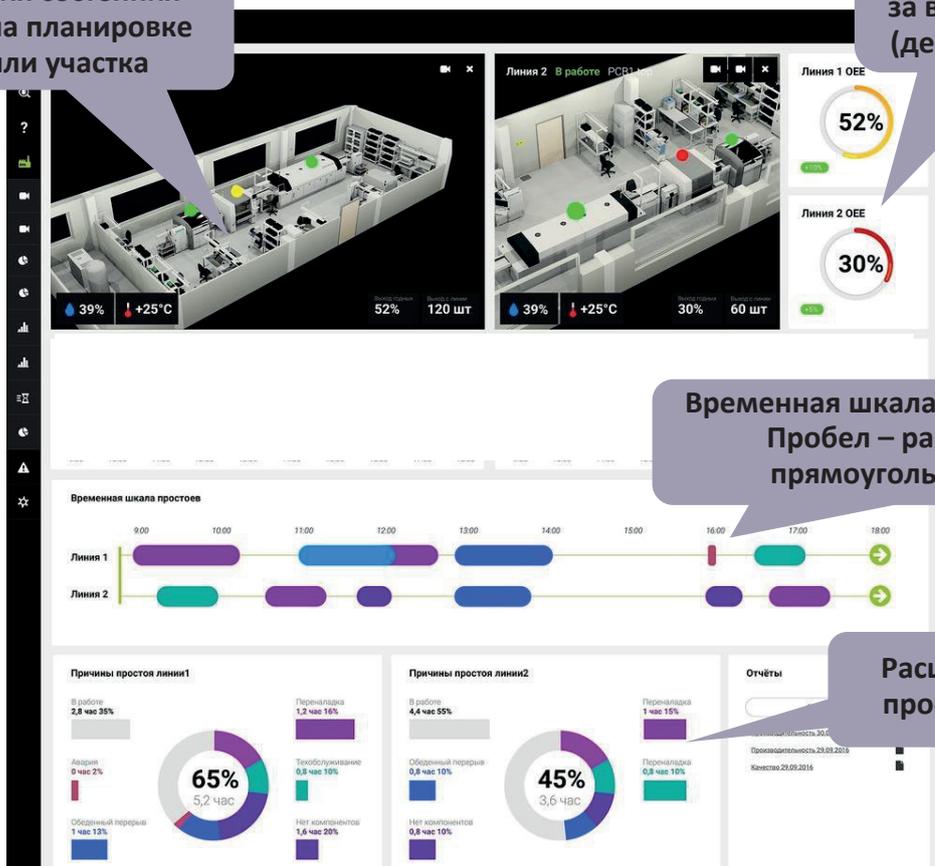
Вся информация полевого уровня теперь поступает на единый сервер, где обрабатывается в режиме реального времени. Решение построено по технологии браузера «тонкого клиента». Таким образом, количество пользователей системы не ограничено. Интерфейс системы гибко настраивается под конкретные задачи пользователей с учетом должностных обязанностей и функционала подразделений.

В процессе реализации по каждой единице оборудования и для каждого участка были сформулированы и рассчитаны ключевые параметры:

- фактическое время начала/окончания работ;
- время полезной работы оборудования;
- классификация простоев в зависимости от длительности и других факторов;
- индикаторы перегрузки;
- индикаторы нарушения производственной дисциплины;
- оценка эффективности использования оборудования в зависимости от максимальной мощности/усилия.

Индикация состояния станков на планировке цеха или участка

Показатели эффективности за выбранный период (день, неделю, месяц)



Временная шкала состояния станков. Пробел – работа, цветной прямоугольник – простой

Расшифровка причин простоев и статистика

Для инженерных систем (электропитание, тепло-снабжение, пневмосеть):

- технический учет энергоресурсов;
- расчет резервов инженерных сетей;
- расчет стоимости энергоресурсов с учетом тарифов.

### Результаты

ПАК «Синтиз» дал возможность организовать комплексный анализ состояния и загрузки технологического оборудования и инженерных систем, выявить факторы взаимного влияния; получить механизм оперативно-превентивного реагирования на отклонения в работе оборудования и инженерных систем. Все это значительно сократило время простоя и количество и тяжесть аварий. Вся собранная информация находится на сервере и доступна пользователям системы, т.е. все пользователи работают с одинаковой информацией. Таким образом, сократилось количество спорных ситуаций и увеличилась скорость взаимодействия между службами предприятия.

Внедрение системы позволило выполнить производственную программу в срок, сформировать и защитить инвестиционный план на реконструкцию и модернизацию инженерных систем, сократить расходы на ЗИП.

### Технический учет и управление энергоэффективностью

ПАК «Синтиз» способен выполнять 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. Данные учета предоставляются как в виде физических величин, так и в денежном выражении с учетом структуры тарифов, действующей на предприятии. Логика данного функционала предполагает детализацию до каждого потребителя (станка, установки) с частотой обновления данных не реже 1 секунды.

### ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ

#### Исходные данные

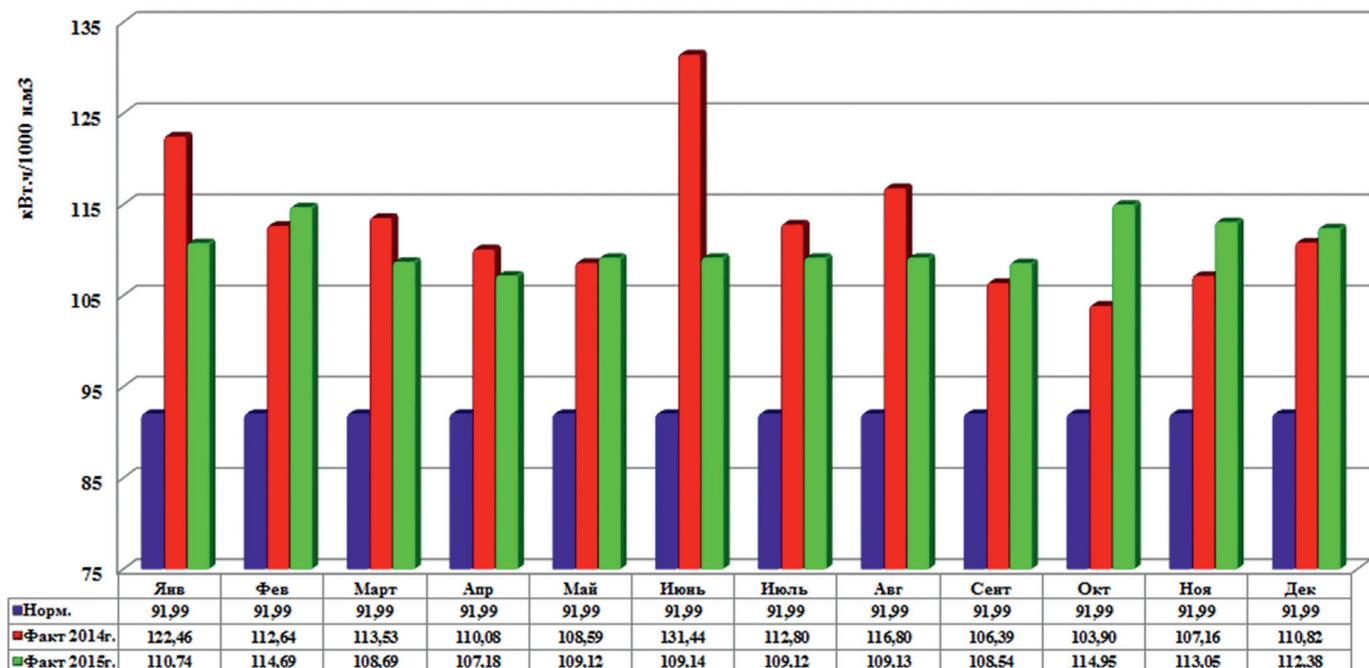
Крупный промышленный холдинг, одно из входящих в него производственных предприятий – крупный потребитель энергоресурсов: электроэнергия, вода, воздух. Доля энергоресурсов в стоимости продукции свыше 30 %. Количество корпусов на территории предприятия – более 50. Количество единиц оборудования – более 2000. Часть агрегатов потребляет два и более энергоресурсов при выпуске продукции.

#### Проблема

Повышенный расход энергоресурсов. На другом предприятии холдинга (с похожим производственным циклом и объемом выпуска продукции) удельное потребление энергоресурсов на 30 % ниже. Участились случаи выхода инженерных систем из строя.

#### Исходная задача

Для контроля и снижения затрат на энергоресурсы было решено внедрить комплексную автоматизированную систему технического учета выработки энергоресурсов



Анализ системы выработки сжатого воздуха

Сопоставление нормативных и фактических удельных норм расхода электроэнергии (кВт.ч) на выработку сжатого воздуха (м<sup>3</sup>) в 2014 и 2015гг. по месяцам

(сжатый воздух) и потребления (электроэнергия, вода, сжатый воздух) по группам и единичному энергоемкому оборудованию. Полученные данные должны импортироваться в систему 1С Предприятие.

**Решение**

С целью корректного выбора мест установки точек учета специалисты отдела энергоконсалтинга «Остек-СМТ» предложили провести целевой аудит инженерных систем (электроснабжение, водоснабжение, пневмосеть). На втором этапе предлагалась разработка детального технического задания и уточнение перечня точек учета. Третий этап включал реализацию, пусконаладочные работы, инструктаж сотрудников предприятия и подготовку исполнительной документации.

**Реализация**

В ходе первого этапа проекта – энергоаудита с использованием оборудования из собственного парка измерительных приборов, провели технические замеры. По результатам обследования был разработан перечень точек учета, предварительно определены места установки и подготовлена справка с тремя вариантами оборудования полевого уровня.

В ходе второго этапа с учетом полученных фактических данных и изучения специфики производственного процесса на предприятии специалисты «Остек-

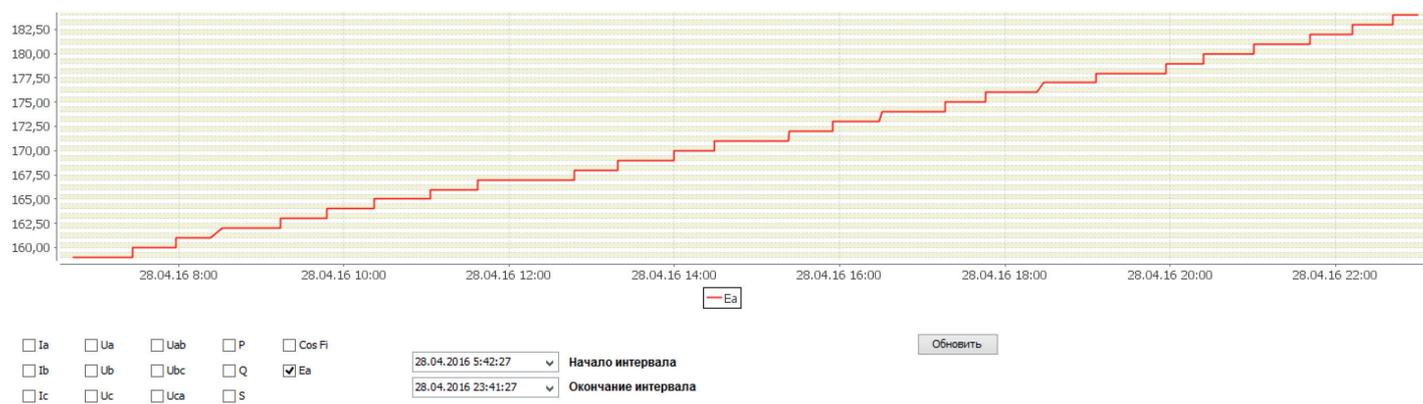
СМТ» предложили комплексное решение на базе ПАК «Синтиз», которое, в дополнение к функционалу по учету и потреблению энергоресурсов, включало мониторинг состояния ключевых технологических потребителей с периодом опроса 1 с в режиме реального времени. Мониторинг был организован через анализ параметров потребления энергоресурсов. После согласования и утверждения концепции решения было разработано детальное техническое задание, согласован перечень точек учета, разработана структура и режимы функционирования технического учета, согласованы экранные формы (интерфейс пользователей) и специализированные формы отчетов, алгоритмы рассылки отчетов и уведомлений.

**Результат**

Применение данного метода, кроме формирования полной картины по потреблению энергоресурсов, способствовало фиксации краткосрочных пиковых значений, отклонений в работе оборудования и таким образом помогло локализовать наиболее проблемные единицы оборудования и участки в инженерной инфраструктуре. Что позволило оперативно реагировать на отклонения в работе оборудования, сокращать количество и тяжесть аварий. Интеграция с 1С позволила провести детальный анализ себестоимости, оптимизировать ценообразование, увеличивая конкурентоспособность предприятия

**ТЕХНИЧЕСКИЙ УЧЕТ**

График потребления энергоресурсов



**Энергопотребление по дням**

Начало периода	Значение Ea, кВт/ч
2016-04-21	3.0
2016-04-22	21.0
2016-04-23	4.0
2016-04-25	18.0
2016-04-26	21.0
2016-04-27	21.0
2016-04-28	25.0
2016-04-29	15.0
2016-04-30	7.0
2016-05-04	7.0
2016-05-05	18.0
2016-05-06	18.0
2016-05-07	4.0
2016-05-10	9.0
2016-05-11	7.0

**по часам**

Начало периода	Значение Ea, кВт/ч
2016-04-27 21:00 - 22:00	2.0
2016-04-27 22:00 - 23:00	2.0
2016-04-27 23:00 - 00:00	0.0
2016-04-28 06:00 - 07:00	0.0
2016-04-28 07:00 - 08:00	2.0
2016-04-28 08:00 - 09:00	1.0
2016-04-28 09:00 - 10:00	2.0
2016-04-28 10:00 - 11:00	1.0
2016-04-28 11:00 - 12:00	2.0
2016-04-28 12:00 - 13:00	1.0
2016-04-28 13:00 - 14:00	2.0
2016-04-28 14:00 - 15:00	1.0
2016-04-28 15:00 - 16:00	2.0
2016-04-28 16:00 - 17:00	1.0
2016-04-28 17:00 - 18:00	2.0
2016-04-28 18:00 - 19:00	1.0
2016-04-28 19:00 - 20:00	2.0
2016-04-28 20:00 - 21:00	1.0

на рынке. Также было организовано автоматическое формирование отчетов по заданному расписанию и по запросам пользователей, что дало возможность на порядок сократить время на подготовку отчетов, повысить качество информации, исключить человеческий фактор.

С учетом комплексного эффекта от проведенного целевого энергоаудита и внедрения ПАК «Синтиз» период окупаемости проекта составил менее 6 месяцев. Предприятие вышло на показатели потребления энергоресурсов, сопоставимые с лучшими значениями по отрасли. Кроме того, сократилось количество и тяжесть поломок важного технологического оборудования благодаря своевременным предупреждениям от системы и оперативному реагированию со стороны персонала предприятия.

Приведенные примеры демонстрируют лишь часть возможностей ПАК «Синтиз». Широкий диапазон функционала комплекса позволяет говорить о зарождении нового класса «умных» автоматизированных систем – SIAM-системы (Smart Industrial Asset Management – интеллектуальное («умное») управление производственными активами).

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.
- Разработка рекомендаций на основе анализа огромного массива данных встроенной системы поддержки принятия решений.
- Комплексный анализ работы технологического оборудования, инженерных систем и их взаимодействия.
- 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. 

---

**В нынешнее непростое время такие системы как ПАК «Синтиз» являются настоящей «находкой» для производства. При сравнительно невысоких затратах на внедрение «Синтиз» дает практически моментальный эффект, в чем убедились уже многие отечественные предприятия.**