

# КОМПЛЕКС СИНТИЗ.

## ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ПАРКА ОБОРУДОВАНИЯ



Текст: Евгений Липкин

Около 15 лет своей трудовой деятельности я посвятил работе на производственных предприятиях и работе с производственными предприятиями. И могу уверенно сказать: оборудование – самый дорогой актив предприятия.

Под оборудованием я понимаю и технологическое оборудование, и инженерные системы предприятия, а в слово «дорогой» вкладываю все толкования, которые предлагает русский язык. Пришлось даже заглянуть в словарь русского языка С. И. Ожегова: во-первых, дорогой, т. к. имеет в большинстве случаев значимую стоимость в денежном выражении («дорогой – имеющий высокую цену»); во-вторых, дорогой, т. к. у нас в стране много предприятий, которые с трудом получают финансирование на покупку нового оборудования (в том числе и под кабальные кредитные ставки) и восстанавливают своими руками бывшие в употреблении станки («дорогой – полученный ценой больших жертв, усилий»); и, в-третьих, дорогой, т. к. оборудование в определенном смысле кормит предприятие и его сотрудников («дорогой – такой, которым дорожат»). Вот такой небольшой лингвистический экскурс.

Перед тем как перейти к практической части статьи, давайте еще вспомним такую тему, как экономическая теория. Это важно, чтобы показать необходимость системного управления экономической эффективностью оборудования.

### Немного про экономику производства

Чтобы перевести вышесказанное в экономическую плоскость приведу одну очень простую формулу:

$$C_{\text{сред}} = TCO/N,$$

где:

TCO – общая (совокупная/полная) стоимость владения оборудованием в течение всего срока эксплуатации;

N – общее количество произведенных операций в течение всего срока эксплуатации;

$C_{\text{сред}}$  – средняя себестоимость одной операции в течение всего срока эксплуатации.

Чтобы исключить критические замечания, сразу оговорюсь, что это несколько упрощенная модель. Однако она очень наглядно и емко отражает зависимость себестоимости производственных операций от общей стоимости владения оборудованием и ресурса, выраженного в количестве произведенных операций.

Важно: когда мы говорим об управлении экономической эффективностью конкретного станка или всего парка оборудования, то в большинстве случаев мы говорим об управлении именно этим параметром, то есть себестоимостью выполняемых операций, что оказывает

непосредственное влияние на себестоимость продукции. Цель, разумеется, в снижении значений при прочих равных условиях. Срок окупаемости инвестиций также напрямую зависит от данного показателя.

Представленная формула, как бы проста она ни была, дает нам очень четкое направление работы по оптимизации экономической эффективности парка оборудования:

- минимизировать общую стоимость владения;
- увеличить срок службы станка, а точнее, общее количество произведенных операций как в течение всего срока службы, так и в текущий момент времени.

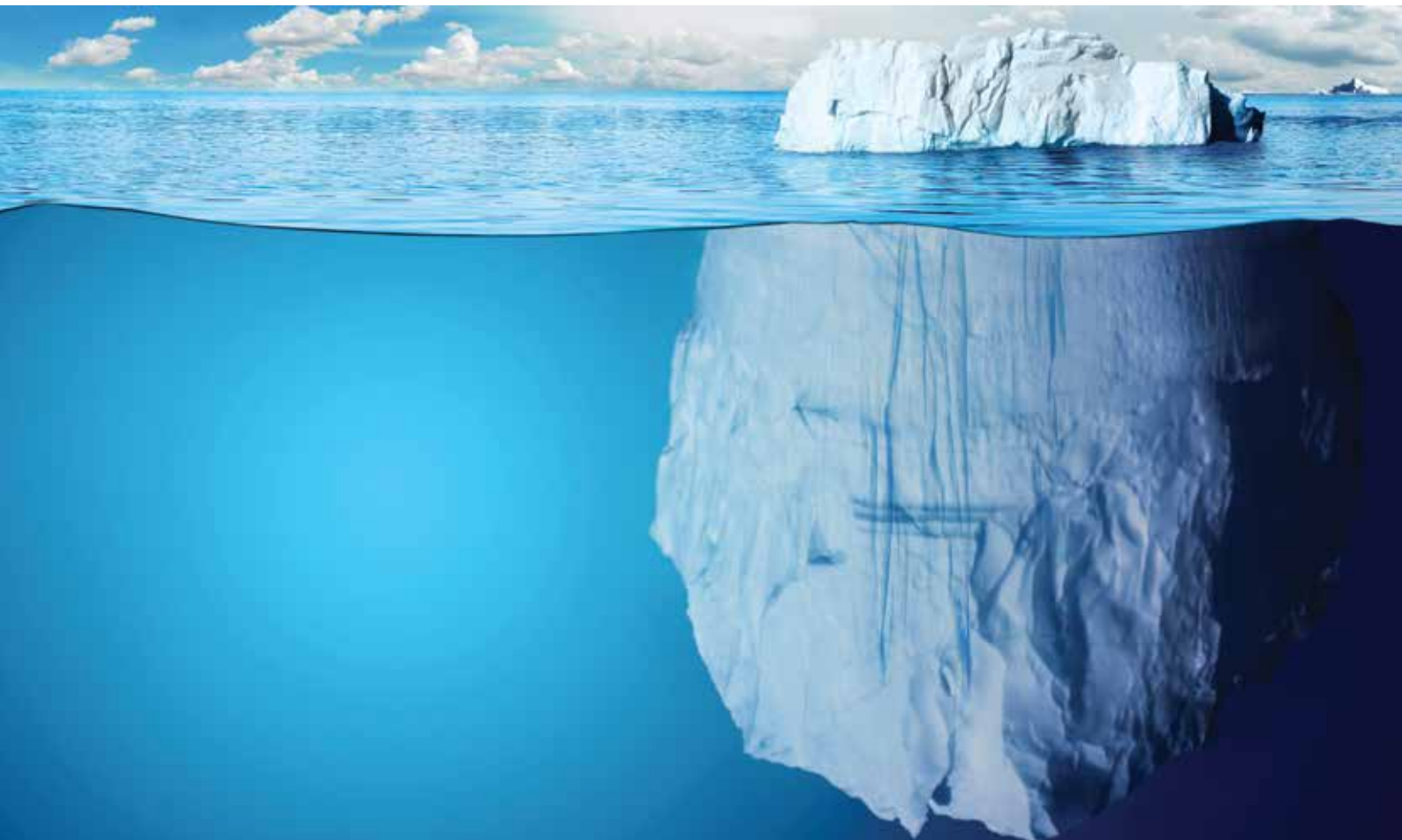
Предвижу, что сейчас многие скажут, что я забыл упомянуть об одном очень важном параметре. Нет, не забыл. И сначала расскажу о том, что собой представляет параметр «Общая стоимость владения», который во всем мире принято обозначать аббревиатурой ТСО (Total Cost of Ownership) и который оказывает самое непосредственное влияние на экономическую эффективность оборудования.

## Общая стоимость владения (ТСО)

Когда мы говорим про общую стоимость владения оборудованием, то невольно напрашивается сравнение с айсбергом, значительная часть которого скрыта под водой и находится вне зоны прямой видимости.

В большинстве случаев у нас в стране (хотя не только у нас) при приобретении оборудования не проводится детальный анализ и прогнозный расчет общей стоимости владения. Основными экономическими факторами при выборе являются первичные затраты: стоимость оборудования, затраты на логистику, затраты на подготовку помещения и запуск. На то есть свои причины, и они понятны, но речь не о них. Речь о том, что это, по сути, лишь надводная часть айсберга, которая принимается в расчет. Управлять ею можно через организацию процедуры закупок, переговоры с поставщиками, получение скидок и т. д.

Так как мы говорим о решении по управлению эффективностью использования оборудования, которое уже, скорее всего, стоит на производстве, нам важно разобраться с тем, как управлять тем, что скрыто под водой.



А под водой много чего скрыто.

Перечислим основные статьи затрат, которые формируют общую стоимость владения (кроме «надводных»):

- на техническое обслуживание;
- на обновление технологии (модернизация, замена узлов, обновление ПО);
- на помещение;
- на персонал;
- на вспомогательное оборудование;
- на расходные материалы;
- на оснастку;
- на ремонт;
- на простой оборудования;
- на энергоресурсы;
- на некачественную продукцию, произведенную на оборудовании;
- на утилизацию оборудования.

Таким образом, «над водой» у нас остались затраты, связанные с приобретением оборудования и его внедрением, а «под водой» оказались затраты, которые возникли в процессе эксплуатации. Если оборудование уже приобретено и работает, то мы можем управлять только «подводной» частью общей стоимости владения.

Чаще всего, если оборудование работает и не развалилось в первый год, «подводная» часть нашего айсберга превышает «надводную». Для отдельных видов оборудования разница может быть в 10 и более раз. Эта ситуация характерна, например, для энергоемких технологий, низкокачественного оборудования и оборудования с дорогостоящими расходными материалами. Уж не знаю почему, но сразу вспомнил про бритвенные станки со сменными кассетами одной известной фирмы, которыми пользуюсь каждый день.

## История вопроса

В разговорах с некоторыми нашими партнерами выяснился ряд проблем в сфере управления экономической эффективностью оборудования.

Проблема 1. Почти все думают об эффективности, но не все считают показатели, связанные с ней. Здесь можно только процитировать Питера Друкера: "Нельзя управлять тем, что нельзя измерить".

Проблема 2. На ряде предприятий эффективность оборудования считают. И эти предприятия сильно заинтересованы в оптимизации эффективности, но не могут влиять на эффективность в режиме реального времени.

Дело в том, что любые аналитические отчеты появляются с задержкой. А какова ценность информации о том, что, например, станок сломался, и организация понесла затраты? Намного полезнее было бы увидеть, что станок работает в режиме длительных перегрузок

или его параметры вышли за рекомендуемые пределы, и своевременно предупредить поломку.

И вот здесь нам задали задачу: предложить решение, которое позволяло бы не только анализировать параметры эффективности постфактум, а в режиме реального времени отслеживать факторы, влияющие на эффективность, и своевременно помогать в принятии оперативных решений. Более того, надо видеть картину не по одной отдельной установке, а по всему парку оборудования, независимо от того, где оно находится фактически.

Как выяснилось, существующие решения либо не позволяют решить задачу в комплексе, либо с учётом необходимой доработки вырастают в цене до неприемлемого уровня. Попытки предприятий решать задачи своими силами влекли за собой колоссальные трудозатраты, потерю времени и, в конечном итоге, давали минимальный эффект. Поэтому мы и решили вплотную заняться данной проблемой.

Над вопросом мы работали несколько лет. В итоге родилось решение, которое уже работает на отечественных предприятиях.

## Программно-аналитический комплекс СИНТИЗ

После целого ряда встреч с представителями промышленных предприятий, подробного изучения текущей ситуации, длительного процесса разработки и цикла тестовых испытаний разработанных решений мы смогли сформировать окончательную конфигурацию комплекса, который назвали СИНТИЗ.

Название СИНТИЗ – это аббревиатура, полученная от сочетания: Система ИНТеллектуальных ИЗмерений. Именно на основе измерений в режиме реального времени строится весь аналитический модуль комплекса. В процессе разработки мы поставили себе задачу найти наиболее эффективный способ получения оперативной информации по всем ключевым параметрам, связанным с работой оборудования. В разрезе управления экономической эффективностью оборудования мы обратили внимание на факторы, которые влияют на стоимость владения оборудованием и его работоспособность.

В конечном итоге наши заказчики получили инструмент, позволяющий держать под контролем весь парк оборудования, своевременно принимать решения, влияющие на эффективность работы оборудования, и анализировать результаты.

Формат статьи не позволяет привести полное описание функциональных возможностей комплекса СИНТИЗ, поэтому расскажу только о наиболее значимых из них в разрезе управления экономической эффективностью оборудования.

## Управление энергоэффективностью

Ещё лет десять назад об энергоэффективности вспоминали, только когда исчерпывали лимит выделенных мощностей. Тогда многие (и я был в их числе) иронизировали над теми же немцами, которые изобретали все новые технологии энергосбережения и управления энергозатратами. Тарифная политика в нашей стране позволяла не сильно беспокоиться на этот счёт. Но все меняется. В условиях растущих тарифов и ценовой конкуренции на рынке конечной продукции для многих производств стоимость энергоресурсов становится значимой статьёй затрат, требующей особого внимания.

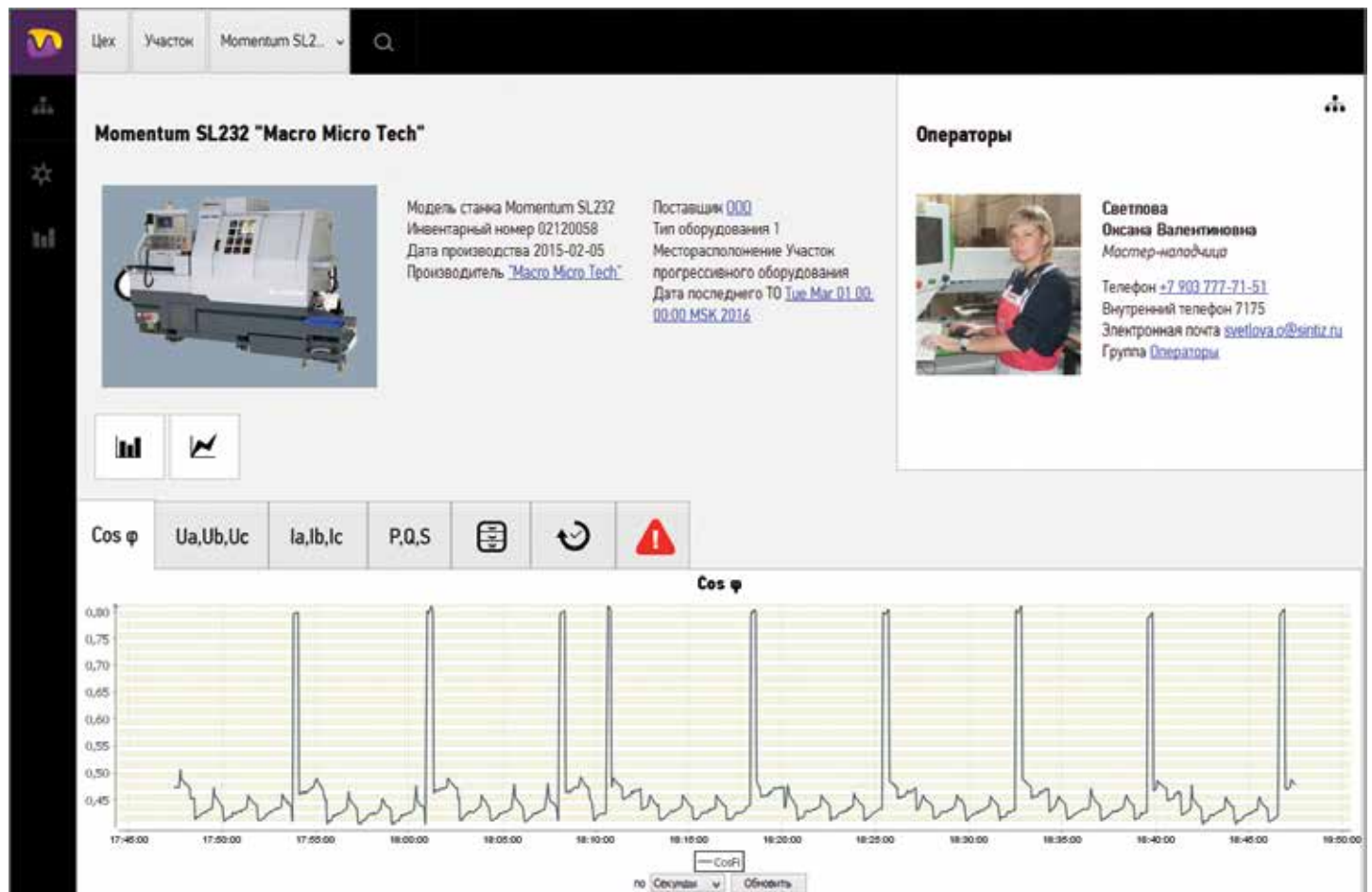
В части управления энергоэффективностью СИНТИЗ позволяет реализовать широкий функционал. Комплекс выполняет функции автоматизированной системы технического учёта энергоресурсов. При этом в одну систему интегрируются данные замеров по всем основным видам ресурсов: электроэнергии, сжатому воздуху, воде, теплу и газу. Данные учёта представлены как в виде физических величин, так и в денежном выражении с учётом структуры тарифов, действующей на предприятии.

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

Это даёт пользователям следующие выгоды:

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

Кроме того, СИНТИЗ позволяет реализовать управление сценариями энергопотребления. Что это такое и зачем это нужно? Поясню на реальных примерах.



1

Мониторинг параметров работы оборудования в режиме реального времени

**ПРИМЕР 1**

В автоматизированной линии стоит электрическая печь мощностью несколько сотен киловатт. Печь в течение рабочего дня не выключается, но периодически возникают простои, и заготовки не подаются в печь иногда в течение 5-6 или более часов. Часто известно, что до конца дня заготовок на линии уже и не будет. Для справки: время выхода печи на режим – 1 час. С учётом пиковых нагрузок при выводе на режим и других факторов максимально обоснованный простой составляет 2,5-3 часа.

**РЕШЕНИЕ НА БАЗЕ СИНТИЗ**

В системе настраивается допустимое время «холостой работы» (простоя) энергоёмкого оборудования (печей, компрессоров и т. д.). Путём сбора данных с оборудования отслеживается факт простоя. В случае превышения допустимого времени простоя в автоматическом режиме выдаётся 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.

**ПРИМЕР 2**

У заказчика два основных типа производимой продукции с существенной разницей в удельных энергозатратах. Доля энергозатрат в себестоимости значима, а рентабельность невысокая. На предприятии два тарифа на электроэнергию. Для оптимизации энергозатрат энергоёмкая продукция должна производиться во временном интервале с низкой стоимостью электроэнергии, а менее энергоёмкая – по остаточному принципу. В силу влияния человеческого фактора данное правило часто не выполняется. В итоге

руководство с существенной задержкой узнает о том, что был перерасход по электричеству, и продукция, возможно, продана с убытком.

**РЕШЕНИЕ НА БАЗЕ СИНТИЗ**

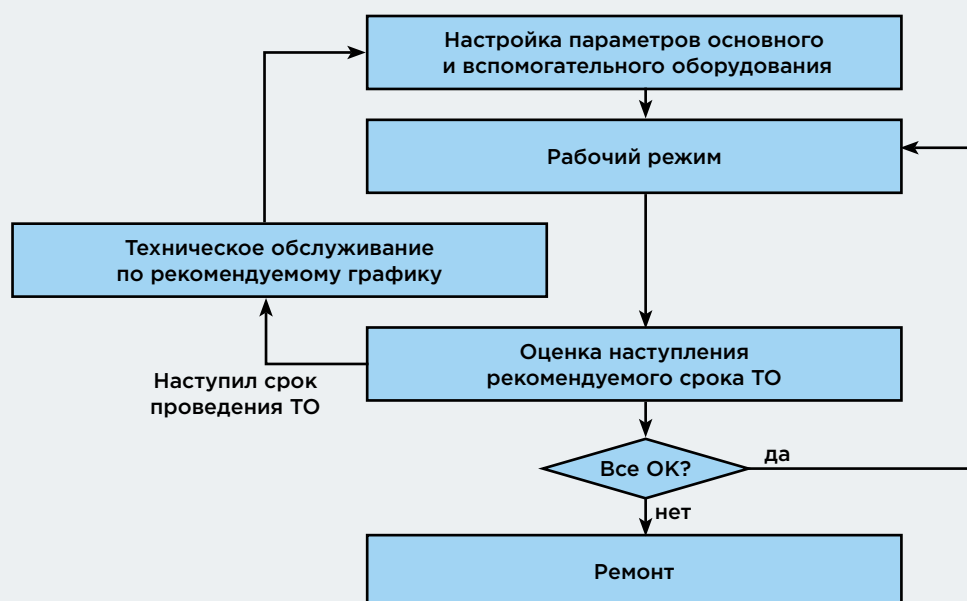
В системе настраиваются временные интервалы и предельно допустимые значения энергопотребления в указанных временных интервалах. В случае, если текущие значения превысят рекомендуемые, система немедленно оповестит об отклонении. Это позволит отследить ситуацию, когда энергоёмкое изделие будет производиться при повышенном тарифе. Более того, если дополнительно настроить предельное время простоя, как в предыдущем примере, то можно оптимизировать загрузку оборудования и в отношении менее энергоёмкой продукции.

**Предупреждение поломок и управление работоспособностью оборудования**

Если станок вышел из строя, то предприятие несёт затраты на ремонт, не может производить продукцию и в конечном итоге получает финансовые и репутационные потери.

Так как работоспособность оборудования самым серьёзным образом влияет на показатели эффективности предприятия, при разработке комплекса СИНТИЗ мы учли самые современные подходы к оптимизации показателей работоспособности и, в конечном счете, к продлению срока службы оборудования.

Традиционный подход к управлению работоспособностью оборудования в упрощенном виде можно описать блок-схемой, приведенной на рис 2.



Данный подход с учётом сегодняшнего уровня развития технологий уже считается устаревшим. Дело в том, что в нем заложено несколько мин замедленного действия:

- Так как ранее не считалось обязательным отслеживать в реальном времени весь комплекс параметров систем (фокус был сделан на первичную настройку), то часто причиной поломок становился выход, например, параметров работы инженерных систем за границы рекомендуемых.
- Техническое обслуживание проводилось с учётом рекомендаций производителя на гарантийный срок, а не с учётом фактического состояния оборудования. В результате, обслуживание часто выполнялось несвоевременно.
- Так как производитель по определению заинтересован в продаже услуг сервиса и быстро изнашиваемых деталей, то в рекомендуемом графике обслуживания присутствовала избыточность. В результате, предприятие переплачивало за данные услуги и материалы (автомобилисты меня поймут).

Стремительными темпами разработчики оборудования и производители систем автоматизации реализуют новый принцип управления работоспособностью, его ещё называют превентивным. Главная цель перехода на превентивный подход – минимизация затрат на обслуживание оборудования и ремонт при улучшении показателей работоспособности и срока службы оборудования.

Основные принципы современного превентивного подхода:

- мониторинг в реальном времени параметров оборудования, которые могут быть предвестниками поломок или влиять на работоспособность;
- автоматическая разработка плана обслуживания оборудования с учётом фактической наработки, режимов эксплуатации и динамики технического состояния;
- своевременное информирование специалистов, отвечающих за техническое состояние оборудования, о повышении вероятности выхода оборудования из строя.

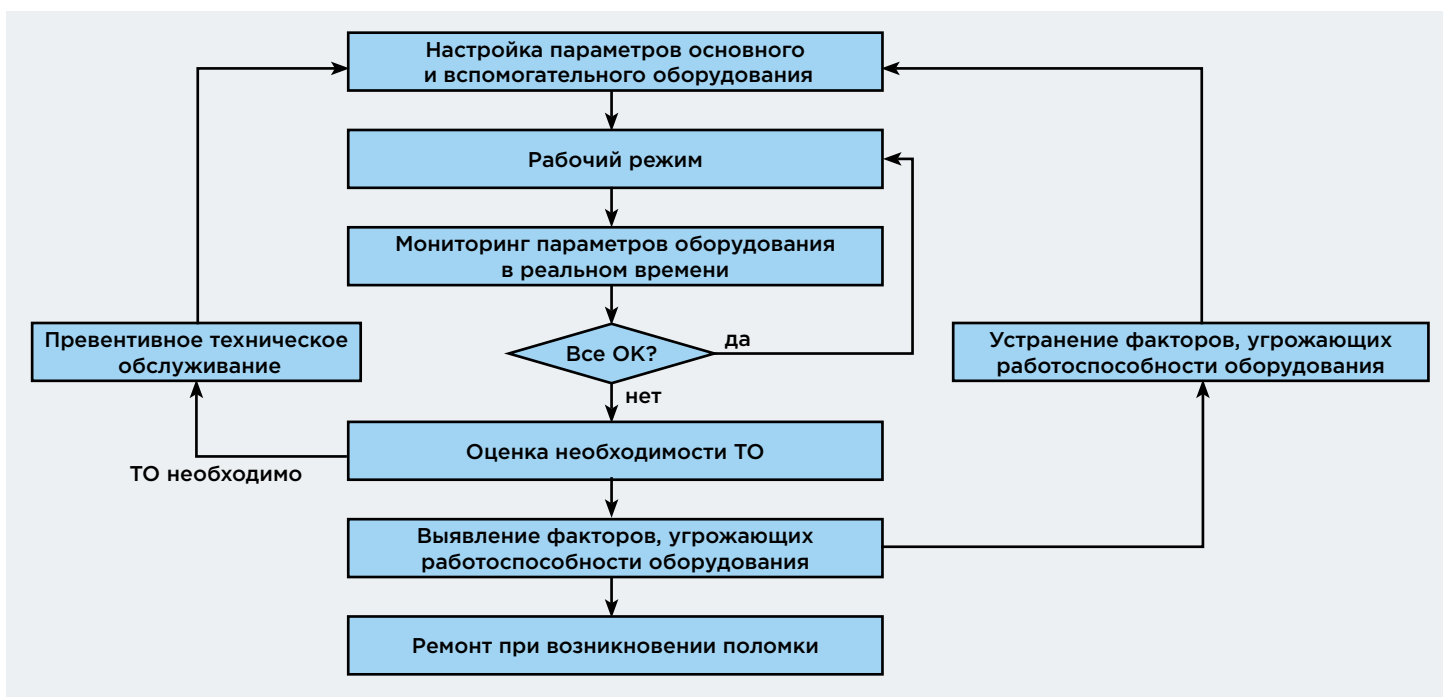
Превентивный подход можно представить в виде блок-схемы рис 3.

Думаю, ни для кого не секрет, что работоспособность оборудования во многом зависит от таких факторов, как:

- качество энергоснабжения;
- соблюдение рекомендуемых режимов работы;
- своевременное техническое обслуживание;
- квалификация обслуживающего персонала, который может влиять сразу на все вместе взятые факторы.

Комплекс СИНТИЗ позволяет качественно и оперативно отслеживать первые три фактора, а также своевременно давать нужную информацию персоналу для исключения негативного влияния последнего фактора.

Как показывает мировой опыт, переход на превентивный подход к обслуживанию оборудования продлевает срок его службы на несколько лет и сокращает ежегодные затраты на обслуживание и ремонт до двух и более раз в зависимости от типа оборудования.



3 Блок-схема превентивного подхода к управлению работоспособностью оборудования

## Управление общей эффективностью и загрузкой оборудования

Одним из наиболее важных ориентиров руководства предприятия в части управления инвестициями является срок окупаемости. Так как оборудование часто является самым дорогостоящим активом, то это особенно актуально.

Чтобы срок окупаемости инвестиций в оборудование был минимальным, недостаточно просто оптимизировать стоимость владения, необходимо также обеспечить максимально возможное количество производимой качественной продукции. Собственно говоря, если совсем ничего не производить, то затраты на станки будут минимальными, вот только они никогда не окупятся.

Для эффективного управления этим процессом необходимо получать оперативную и объективную информацию о причинах, влияющих на уменьшение объема производимой продукции. Разумеется, имеется в виду, что заказы у предприятия все-таки есть.

На что необходимо обратить особое внимание, так это на анализ причин простоев.

Именно детальный анализ причин простоев позволяет своевременно вносить коррективы в бизнес-процессы, устраняя причины имеющихся проблем. СИНТИЗ позволяет в автоматическом режиме выявлять простои оборудования. В отдельных случаях для более точного анализа может требоваться участие оператора для ввода данных о причинах остановки. Все полученные данные СИНТИЗ позволяет анализировать в табличном и графическом виде. Данные могут быть сгруппированы, например, по целому цеху и отдельно по каждому станку **рис 4**.

Но СИНТИЗ не только анализирует данные по факту – система предоставляет возможность оперативного влияния на производственные процессы. Это относится и к управлению простоями. Функционал

системы может в режиме реального времени отслеживать возникающие простои и их причины и на основе особенностей бизнес-процессов реализовывать различные сценарии оповещения.

Как это работает?


Для каждой единицы оборудования могут быть настроены предельные значения времени простоев и указаны лица, ответственные за данный тип простоя. Как только система мониторинга фиксирует, что время простоя на станке превышает предельно допустимое значение, информация об этом направляется ответственному сотруднику. Благодаря этому появляется возможность оперативно вмешаться в процесс и своевременно предпринять корректирующие мероприятия, например, поменять сломавшийся инструмент или ускорить доставку заготовок.

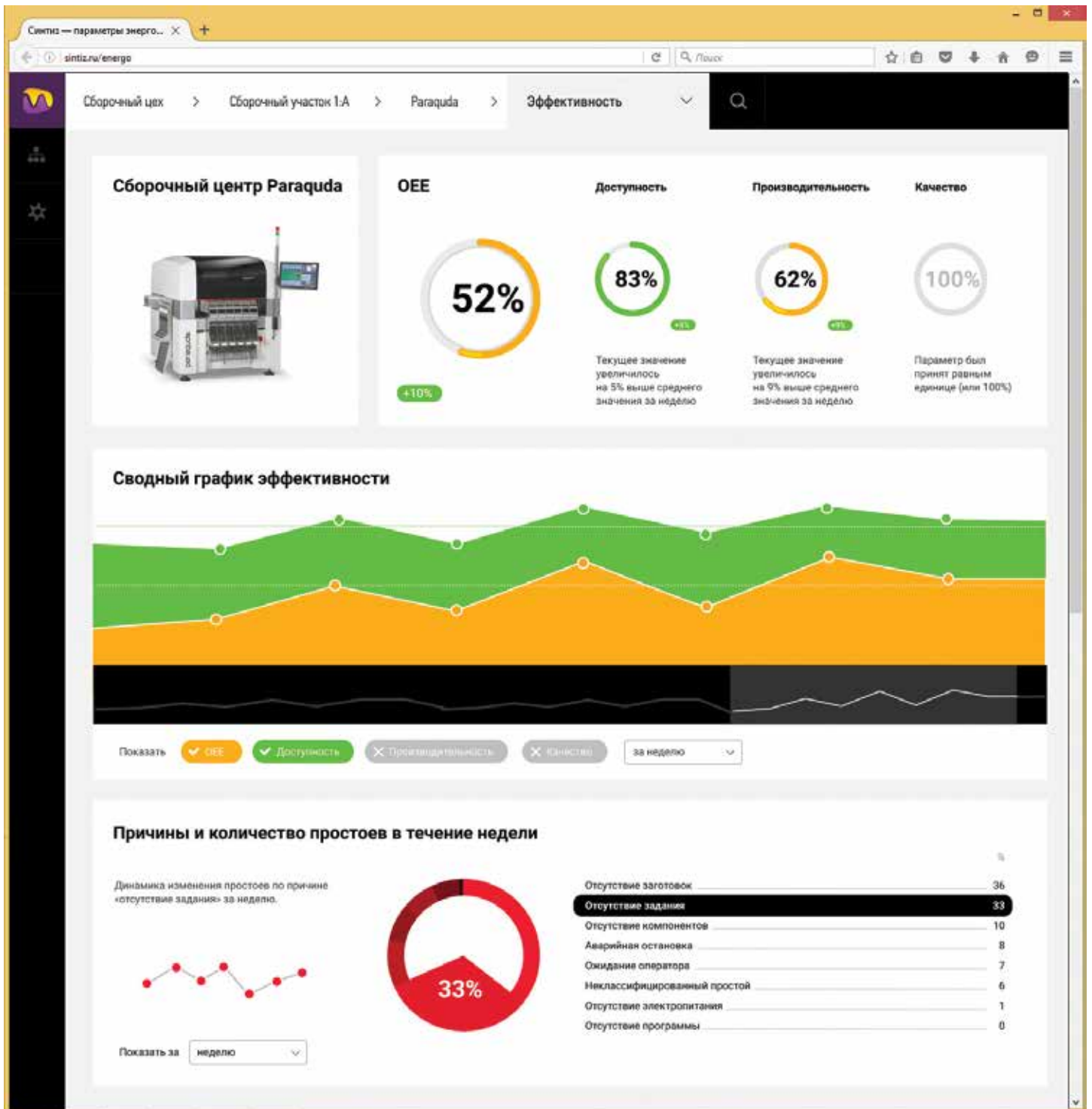
## Результаты внедрения

Комплекс СИНТИЗ обладает намного более широкими функциональными возможностями, чем удалось описать в формате данной статьи. В него включены инструменты, которые смогут облегчить решение производственных задач широкому кругу руководителей и технических специалистов.

Внедрив на своем предприятии комплекс СИНТИЗ, наши заказчики получают мощные инструменты, которые помогают повысить эффективность и качество управленческих решений:

- аналитический комплекс, который охватывает широкий диапазон параметров, относящихся к производственным процессам и состоянию оборудования.
- систему мониторинга в режиме реального времени.

**Благодаря комплексу СИНТИЗ руководство предприятия сможет своевременно принимать управленческие решения на основе самой оперативной и объективной информации, что положительно скажется на экономической эффективности управления парком оборудования и сроках его окупаемости. **



4 Экран анализа причин простоев станка, динамики простоев и показателей эффективности OEE