

## СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА «ДИСПЕТЧЕР» КАК ЭЛЕМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ СТЕПЕНИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРСОНАЛА

С.А. Чуранов (ООО ИЦ Станкосервис»),

Р.М. Сайдуллин (ФЯО ФГУП «РФЯЦ–ВНИИТФ им. ак. Е.И.Забабихина»)

*Рассмотрены основные возможности, особенности и состав автоматизированной информационной системы «Диспетчер». Предложена методика поэтапного эффективного внедрения системы мониторинга на промышленных предприятиях. Приводится пример внедрения системы мониторинга «Диспетчер» на предприятии ФЯО ФГУП «РФЯЦ–ВНИИТФ им. ак. Е.И. Забабихина».*

*Ключевые слова: система мониторинга, техническое обслуживание, проведение планово-предупредительных работ, планирование, контроль, анализ, аналитика, производственное время, ключевые показатели эффективности.*

Многие руководители предприятий и управляющие компании промышленных холдингов всерьез занялись вопросами повышения эффективности. Внимание обращено на системы мониторинга, которые позволяют объединить в сеть промышленное оборудование и получать объективные данные о его работе. К таким системам относится АИС «Диспетчер», предназначенная для непрерывного мониторинга работы промышленного оборудования и производственного персонала на предприятии [1].

Все производственное оборудование предприятия, независимо от типа (станки с ЧПУ, станки без ЧПУ, сварочное оборудование, термическое и т.д.), изготовителя, года выпуска объединяется в единую локальную вычислительную сеть. Под управлением специализированного программного обеспечения и при необходимости посредством дополнительно установленных станочных терминалов, это оборудование автоматически передает данные о своей работе на сервер системы мониторинга "Диспетчер".

Кроме данных, получаемых в автоматическом режиме, в системе предусмотрен ручной ввод производственным персоналом сведений о состоянии и результатах работы оборудования.

Полученная информация накапливается в базе данных и позволяет осуществлять:

1) объективный контроль за работой производственного оборудования и обслуживающего его персонала;

2) планирование и контроль производства продукции на цеховом уровне;

3) централизованное хранение и передачу управляющих программ на станки с ЧПУ различных моделей по сети;

4) контроль энергопотребления станков в различных режимах работы;

5) диспетчеризацию сервисных и ремонтных служб предприятия;

6) планирование и контроль выполнения технического обслуживания (ТО) и проведения планово-предупредительных работ (ППР) на основе автоматизированного контроля состояния оборудования.

Пользователями системы являются как административный персонал предприятия, так и различные заводские службы: главного механика, главного технолога, главного энергетика и т.д. Пользователи системы получают достоверные отчеты за различные промежутки времени о работе оборудования и персонала, обслуживающего оборудование, простоях оборудования с детализацией причин простоя, отчеты о времени выполнения технологических операций и потребления электроэнергии в различных режимах работы и т.д.

Ведутся электронные журналы, используемые различными подразделениями и специалистами предприятия. Полученные данные позволяют принимать оптимальные управленческие решения на разных уровнях производственной деятельности. Система АИС «Диспетчер» обладает глубокими возможностями анализа получаемых данных с применением ключевых показателей эффективности (KPI).

### Описание базовой технологии

Оборудование предприятия подключается к локальной сети предприятия и автоматически передает данные о своей работе на сервер



Рис. 1. Модули АИС "Диспетчер"

Таблица 1. Типовой перечень групп и включенные в них состояния и причины простоя

| Группа состояний и причин простоя | Состояния/ Причины простоя  | Описания  |
|-----------------------------------|---|---|
| <b>Производство</b>               | <b>Работа по программе</b>  | <b>Станок изготавливает продукцию</b>   |
| Производственный простой          | Наладка станка; Замена детали; Замена инструмента; Измерение детали; Уборка станка                        | Причины простоя вводятся оператором   |
| Нерегламентированный простой      | Простой станка  | Формируется автоматически, если станок включен, но не изготавливает продукцию |
| Технический простой               | Авария; Ремонт станка   | Фиксируется автоматически; вводится вручную                                   |
| Организационный простой           | Отсутствие задания; Отсутствие заготовок; Отсутствие инструмента, оснастки; Отсутствие / неисправность УП | Причины простоя вводятся оператором   |
| Станок выключен                   | Станок выключен   | Станок отключен   |

Таблица 2. Типовой перечень групп, включенные в них состояния, а также причины простоя

| КПЭ   | Цель показателя   | Расчет   |
|---|---|--|
| Коэффициент загрузки $K_z$                        | Оценка загрузки оборудования. Определяет долю машинного времени по отношению к фонду работы | Отношение времени производства продукции к фонду рабочего времени.<br>$K_z = T_{\text{произ}} / T_{\text{фонд}}$   |
| Коэффициент эффективной загрузки $K_{z\text{эф}}$ | Оценка загрузки оборудования, когда станок включен  | Отношение времени производства продукции к времени, когда станок включен. $K_{z\text{эф}} = T_{\text{произ}} / T_{\text{вкл}}$                                       |
| Коэффициент производственной загрузки $K_{zп}$    | Определяет долю штучно-калькуляционного времени по отношению к фонду работы                 | Отношение времени производства продукции и производственного простоя к фонду рабочего времени.<br>$K_{zп} = T_{\text{произ}} + T_{\text{прос.пр}} / T_{\text{фонд}}$ |
| Коэффициент готовности $K_g$                      | Оценка качества работы сервисных служб  | Отношение доступного времени к фонду рабочего времени<br>$K_g = T_{\text{дв}} / T_{\text{фонд}}$   |
| Коэффициент потерь оператора $K_{ло}$             | Оценка простоя оборудования по вине оператора   | Отношение времени нерегламентированного простоя к фонду рабочего времени.<br>$K_{ло} = T_{\text{прос.пр}} / T_{\text{фонд}}$   |

АИС «Диспетчер» для дальнейшего анализа и обработки. Если станки с ЧПУ и другое оборудование не имеет возможности передачи данных по локальной сети, то подключение осуществляется с применением аппаратных средств — станочных терминалов, которые позволяют снимать данные о работе с оборудования, и дополнительных датчиков, устанавливаемых на оборудовании и способных передавать информацию по локальной сети на сервер АИС «Диспетчер».

Сетевое подключение позволяет получать большой объем данных и осуществлять не только мониторинг работы оборудования, но и контролировать технологию обработки изделия, отклонения от технологических процессов, нарушения режимов работы, аварийные ситуации. В частности, к данным, получаемым системой в автоматическом режиме относятся: станок включен, станок выключен, станок производит продукцию, авария, контроль режимов холостого хода и т. д.

В системе предусмотрен ручной ввод данных о работе оборудования от производственного персонала. К данным, получаемым системой в ручном режиме,

относятся: регистрационные данные персонала, причины простоя оборудования, информация о выполняемых технологических операциях, количество изготовленных и бракованных деталей и т. д.

При применении станочных терминалов данные, полученные в автоматическом и в ручном режимах, дублируются во внутреннюю память терминала, что позволяет вести контроль за работой оборудования даже при сбоях в локальной сети.

После обработки данных сервером АИС "Диспетчер" они доступны пользователям через специальные клиентские места АИС "Диспетчер" или через Web-интерфейс с применением мобильных устройств на базе Android, iOS.

Программное обеспечение представляет собой блочную структуру (рис. 1).

Полученные данные могут импортироваться в системы верхнего уровня, тем самым многократно повышая эффективность систем планирования и управления.

Но часто информация с оборудования так и остается информацией, если не научиться ее правильно интерпретировать и принимать управленческие решения на основе результатов анализа полученных данных.

### Методика эффективного внедрения АИС «Диспетчер»

В связи с этим разработчики АИС «Диспетчер» разработали методику эффективного внедрения системы на крупных промышленных предприятиях. На многих предприятиях данная методика проверена на практике и внедрена для регулярного использования [2].

#### Шаг 1. Утверждение структуры производственного времени на промышленном предприятии

Методика базируется на оценке использования производственного времени в процессе работы технологического оборудования при производстве продукции. Планируемый фонд рабочего времени можно разделить на доступное и недоступное время.

*Доступное время* — интервалы времени, в течение которых оборудование производит продукцию или готово к производству. При этом станок находится в рабочем состоянии, в наличии оператор, заготовка, инструмент и т. д. Доступное время включает:

- *производство* или *машинное время* ( $T_{\text{произ}}$  или  $T_{\text{маш}}$ ) — время непосредственного изготовления детали на станке (на станке с ЧПУ — это время выполнения управляющей программы);
- *производственный простой* ( $T_{\text{прос.пр}}$ ) — время выполнения вспомогательных операций, необходимых для изготовления детали. При этом оборудование простаивает;
- *нерегламентированный простой* ( $T_{\text{прос.пр}}$ ) — время, когда на готовом к работе станке нет производственных действий оператора. Ответственность за простой несет оператор станка.

Суммарное время *T<sub>маш</sub>* и *T<sub>прос.пр</sub>* является *штучно-калькуляционным временем (Тштк)*, длительность которого определяется технологическим процессом, а ответственность за его соблюдением несет оператор станка.

*Недоступное время* — интервалы времени, на протяжении которых станок не может производить продукцию по причинам технического или организационного характера, или когда станок выключен во время рабочей смены. *Недоступное время включает:*

- *технический простой* — простой из-за технической неисправности или проведения на станке работ по ТОиР. Ответственность за простой несет техническая служба;
- *организационный простой* — простой по различным организационным причинам (отсутствие заготовки, инструмента и т. п.), ответственность за который несут различные службы предприятия;
- *неиспользованное время* — интервалы времени, когда оборудование, как правило, выключено и не используется при производстве продукции по решению администрации.

АИС «Диспетчер» может контролировать все указанные в табл. 1 интервалы производственного времени и предоставлять пользователям аналитические отчеты, позволяющие не только оценить эффективность использования рабочего времени, но и принять правильные управленческие решения.

### **Шаг 2. Организация автоматического контроля производственного времени**

АИС «Диспетчер» выполняет мониторинг производственного времени, контролируя длительности различных состояний оборудования и его простоев по различным причинам. Состояния оборудования фиксируются в системе в автоматическом режиме, а причины простоев вводятся вручную оператором.

Для контроля работы производственного персонала, обслуживающего оборудование, в первую очередь операторов станков, в системе предусмотрена регистрация операторов в начале смены непосредственно на рабочем месте (у станка). Для регистрации используются устройства мониторинга (терминалы, пульта). Регистрация выполняется работником путем ручного ввода табельного номера или при помощи подключаемых к устройствам мониторинга сканеров штрих-кодов или сканеров RFID-меток.

Если станок включен, исправен, но не производит продукцию, то на данном станке через определенное, заданное пользователем, время (по умолчанию 10 мин) автоматически будет сформировано состояние «Простой станка», что соответствует началу нерегламентированного простоя по вине оператора. Для предотвращения этого оператор должен с устройства мониторинга указать причину простоя станка. Подобные действия оператора должны быть предписаны в регламентах и обязательны к выполнению.

Общий перечень состояний и причин простоя, учитываемых системой мониторинга, и перечень для

каждой единицы оборудования задается предварительно в справочниках системы мониторинга.

Для контроля интервалов производственного времени, указанных в табл. 1, состояния и причины простоя объединяются в группы. Это позволяет легко адаптироваться к специфике различных предприятий. Типовой перечень групп и включенные в них состояния, а также причины простоя приведены в табл. 2.

### **Шаг 3. Использование аналитических отчетов и КПЭ системы мониторинга**

Для оценки эффективности работы технологического оборудования и производственного персонала в АИС предусмотрены аналитические отчеты и обзоры. Типичными входными параметрами, задаваемыми пользователем для формирования отчетов, являются:

- период наблюдения;
- интервал для формирования отчета за период времени (смена, день, неделя, месяц, год);
- подразделение (или по всему предприятию);
- станок (или по всем станкам).

При формировании отчетов система мониторинга использует график работы оборудования с учетом рабочих смен и выходных и/или праздничных дней.

Отчеты могут формироваться за определенные пользователем интервалы времени (периоды аналитики). Можно получить отчет за определенные дни и смены (например, пятница, третья смена). В отчетах вместе с количественными данными отображаются рассчитываемые по специальным правилам ключевые показатели эффективности (КПЭ). В составе базового модуля АИС предусмотрены КПЭ, приведенные в табл. 3.

Коэффициент готовности может быть рассчитан для каждой вспомогательной (сервисной) службы, ответственной за устранение тех или иных видов простоев.

Пользователь может производить настройку параметров КПЭ и даже конструировать новые КПЭ с учетом особенностей своего производства и информационных систем верхнего уровня (ERP, MES), в которые можно экспортировать сформированные в АИС данные о фактических производственных результатах. Если настройка выполнена или она не понадобилась, можно приступить к формированию отчетов.

АИС «Диспетчер» предоставляет пользователю различные варианты получения отчетов: статические отчеты, генератор отчетов, динамическая аналитика, отчеты на мобильных устройствах и на мониторах большого формата. Статические отчеты и отчеты, созданные с помощью генератора отчетов, могут автоматически рассылаться ответственным работникам по заранее созданному расписанию.

### **Шаг 4. Анализ и повышение эффективности работы оборудования и персонала**

Для оценки эффективности работы оборудования и персонала используются отчеты из разделов «Статические отчеты» и «Динамическая аналитика».

Проконтролировать загрузку оборудования можно за любой календарный период как в целом по пред-

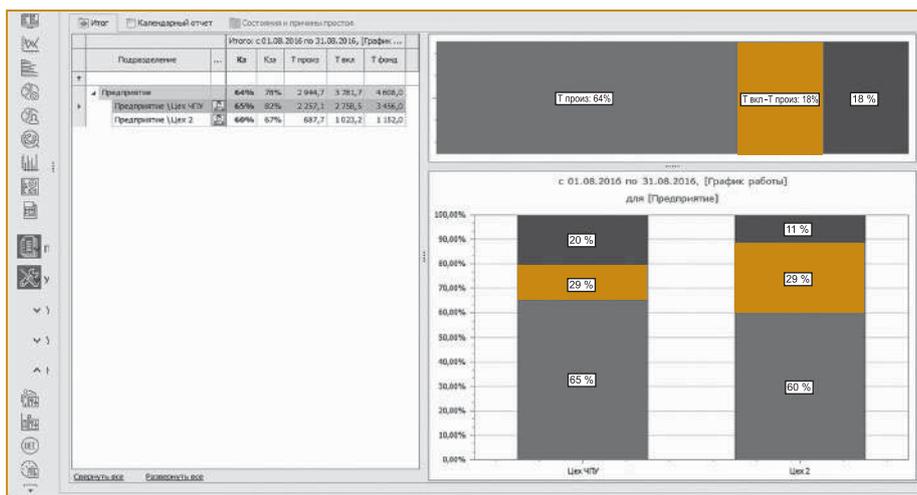


Рис. 2. Динамическая аналитика. Загрузка оборудования

приятно, так и по подразделениям, по станкам, по работникам. В отчетах выводится суммарная за период и календарная (по сменам, дням и т. д.) информация.

На рис. 2 показаны данные о работе оборудования за заданный период в целом по предприятию и по цехам.

В табличной области отчета выводится по предприятию и по цехам следующая информация: коэффициент загрузки (Кз), коэффициент эффективной загрузки (Кзэ), фонд рабочего времени (Тфонд), время производства продукции или машинное время станков (Тпроиз) время, когда станки включены (Твкл).

На графиках отображаются интервалы производственного времени (в часах или процентах к фонду рабочего времени за заданный период): производство продукции (серый цвет), станки включены, но не производят продукцию (желтый цвет), станки отключены (черный цвет).

По отчету о загрузке оборудования видно, что в цехе ЧПУ довольно велик (целых 20%) объем времени, когда оборудование не использовалось. Для

решения проблемы можно создать динамический отчет для интересующего цеха с точностью до каждого станка этого цеха. Можно проводить уточнение обстоятельств по конкретным датам, операторам, производственным заданиям.

Более детальный, чем оценка загрузки, анализ эффективности производства обычно основан на выявлении причин простоев, особо существенно влияющих на перерывы в использовании оборудования. Динамическая аналитика в АИС «Диспетчер» содержит для этого удобные средства визуализации, позволяющие быстро определить самые проблемные причины, места их возникновения и периоды времени, когда эти причины проявляются в наибольшей степени.

Если полученные значения коэффициентов загрузки оборудования выходят за рамки привычных или плановых величин, то выявление причин низких (или, наоборот, высоких) значений требует детального рассмотрения. Для этого система мониторинга формирует наглядные представления статистики, накопленной согласно заданной на предприятии классификации причин простоев.

На рис. 3 КПЭ, а также классификация состояний и причин простоя оборудования по группам показаны в увеличенном масштабе.

Для анализа производственного простоя рассмотрим перечень причин простоя, относящихся к соответствующей группе (рис. 4). Видно, что наибольшее время занимает наладка станка. На соответствующих отчетах можно дополнительно посмотреть, насколько

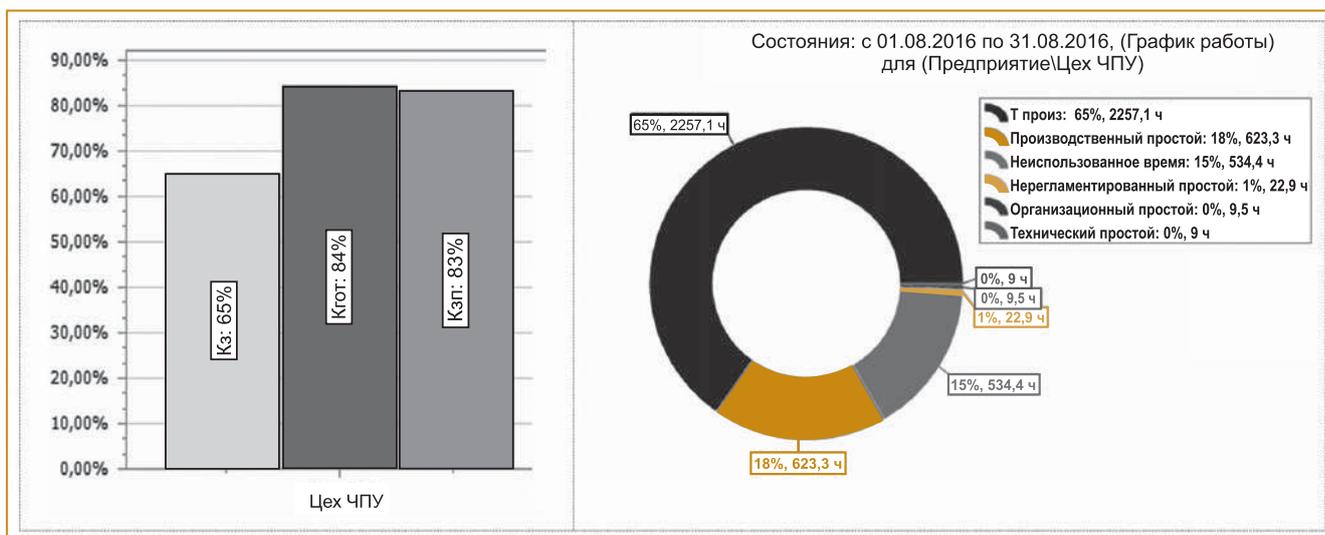


Рис. 3. Динамическая аналитика. КПЭ и группы причин простоя

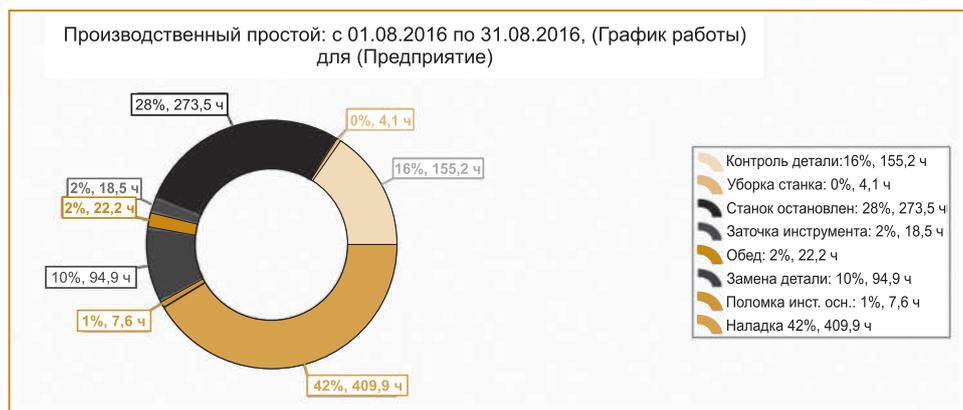


Рис. 4. Динамическая аналитика. Производственный простой

часто станки останавливаются для проведения наладочных работ.

**Шаг. 5. Рекомендации по анализу загрузки оборудования и принятию управленческих решений**

1. Проводится анализ коэффициента загрузки оборудования. Определяются подразделения, из-за которых план загрузки не выполняется. Далее анализ коэффициента загрузки можно провести по сменам, станкам и операторам.

2. Рассматриваются рассчитываемые системой КПЭ: коэффициент загрузки (Кз), коэффициент производственной загрузки (Кпз) и коэффициент готовности (Кг), а также интервалы времени (группы состояний и причин простоя), которые оказывают влияние на загрузку оборудования, рассчитанные системой КПЭ (табл. 3).

3. Рассматривается коэффициент готовности (Кг). Его отставание от 100% характеризует недоступное время оборудования, по разновидностям которого могут быть приняты определенные мероприятия:

- *технический простой* — для его уменьшения принимаются административные решения по организации работы ремонтной службы, своевременному приобретению запасных частей;
- *организационный простой* — для его уменьшения принимаются административные решения или разрабатываются определенные мероприятия;
- *неиспользованное время* — это время, когда станок выключен по решению администрации. Определяет-

Таблица. 3. Анализ рассчитываемых системой КПЭ

| Фонд рабочего времени  |                        |                             |                             |                              |                              |
|--|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Готовность оборудования Кг (Доступное время)                 |                        | Недоступное время           |                             |                              |                              |
| Производственная загрузка Кпз (штучно-калькуляционное время) |                        |                             |                             |                              |                              |
| Загрузка станка Кз (машинное время)                          | Производ. простой      | Нерегл. простой             | Технич. простой             | Организ. простой             | Неиспол. время               |
|  | <i>T<sub>маш</sub></i> | <i>T<sub>прос. пр</sub></i> | <i>T<sub>прос. нр</sub></i> | <i>T<sub>прос. тех</sub></i> | <i>T<sub>прос. орг</sub></i> |
|  |                        |                             |                             |                              |                              |

ся целесообразность таких решений. Возможно, пересматривается график работы оборудования

4. Рассматриваются коэффициенты готовности (Кг) и производственной загрузки (Кпз). Разница значений коэффициентов Кг и Кпз пропорциональна времени нерегламентированного простоя (Тпрос.нр) по вине оператора. Сокращение времени нерегламентированного простоя достигается, как правило, за счет административных решений.

5. Рассматриваются коэффициенты загрузки (Кз) и производственной загрузки (Кпз), определяющих соответственно долю машинного и штучного времени по отношению к фонду работы оборудования. Разница между коэффициентами пропорциональна времени производственного простоя (Тпрос.пр). Сокращение производственного простоя достигается принятием административных решений, а также изменением технологического процесса изготовления деталей.

6. Для принятия управленческих решений проводится анализ коэффициентов и различных параметров по сменам, станкам и операторам.

Таким образом, АИС «Диспетчер» позволяет провести анализ эффективности загрузки оборудования и персонала и определить узкие места, мешающие выходу на плановые показатели. Выявление причин низкой производительности и причин простоя может дать руководству потенциал для роста производительности 10...15%. Но это не предел. Система позволяет повышать эффективность на 20...30%, если использовать дополнительные возможности, а именно:

1) для детального мониторинга машинного и штучного времени при выполнении технологических операций, контроля производительности оборудования необходимо использовать модуль АИС Диспетчер «Контроль производства».

2) для детального контроля времени выполнения управляющих программ на станках с ЧПУ используется модуль АИС Диспетчер «Управление программами для станков с ЧПУ»;

3) для детального мониторинга времени технического простоя и управления техническими службами дополнительно устанавливается модуль АИС Диспетчер «Управление простоями»

АИС «Диспетчер» уже работает на более чем 50-ти крупных промышленных предприятиях, среди которых заводы, входящие в холдинги Вертолеты России, Росатом, КТРВ, ОАК и др. Рассмотрим проект реализованного внедрения системы «Диспетчер» в ФЯО ФГУП «РФЯЦ–ВНИИТФ им. ак. Е. И. Забабахина».

#### **Внедрение системы мониторинга в условиях мелкосерийного и опытного производства**

ФЯО ФГУП «РФЯЦ–ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина» — один из крупнейших научно-исследовательских центров России с мощной производственной базой. Обеспечивает полный замкнутый жизненный цикл разработок — создание, безопасное сопровождение и утилизацию. Обладает современной исследовательской, вычислительной, испытательной и производственной базой. Постоянно участвует в разработке новых технологий, материалов и изделий, имеющих военное и гражданское назначение.

Для предприятия выполнение требований максимальной импортнезависимости — один из главных принципов основной деятельности Ядерного Центра. Таким образом, когда встал вопрос о внедрении системы мониторинга оборудования, в первую очередь рассматривались отечественные разработки.

#### **Предпосылки для внедрения и выбор системы мониторинга**

Никакой уникальной проблемы на предприятии не было, — нужно было узнать, что происходит с оборудованием, навести порядок, поднять эффективность. Причем основным стимулом для внедрения стали не директивные указания для госкорпораций о необходимости мониторинга работы оборудования и персонала, а успешный опыт коллег. Перед внедрением были рассмотрены семь систем программных продуктов разных производителей.

Заказчик ориентировался на такие критерии выбора, как тип производства (нужно было подходящее решение для опытного производства и небольшой серии); функциональные возможности и удобство эксплуатации; возможность интеграции; гибкость системы к настройке и доработке; внедрение на российском рынке; качественное сервисное обслуживание; соотношение цены и качества.

По итогам анализа всех представленных вариантов выбор был сделан в пользу системы мониторинга «Диспетчер». И в конце 2015 г. был запущен пилотный проект.

#### **Основные функции системы**

На предприятии система мониторинга, во-первых, контролирует длительность состояний работы оборудования и его простоев и классифицирует простои по различным причинам. Происходит автоматическая фиксация и сохранение данных о состояниях оборудования (станок включен, станок выключен, работа по программе, авария и др.). Система отражает состояние по каждому станку в реальном времени. Еще одна функция — регистрация персонала (с помощью пультов мониторинга, сканеров штрих-кода, сканеров RFID). Также система формирует отчеты за любой период работы (смена, сутки, месяц, год и т.п.) с отражением рассчитанных значений КПЭ и информации по продолжительности отдельных состояний, различных групп оборудования и причин простоев. Они могут быть типовыми (заложенными в системе) или созданными пользователем. Кроме того, к функциональности системы мониторинга относится управление программами для ЧПУ и управление ТОиР.

#### **Описание опытной эксплуатации**

Использование АИС «Диспетчер» началось с пилотного проекта, то есть внедрение происходило не сразу на всем периметре станочного парка, а на небольшом его участке. К настоящему времени уже установлено 23 комплекта программно-аппаратного комплекса.

Из-за специфики производства система внедрялась фактически силами заказчика в режиме телефонных консультаций с разработчиками, так как пригласить их на место возможности не было. Основная сложность возникла на стыке двух служб — информационной и службы технического сопровождения. Конфликт интересов — разные цели и задачи, но пришлось договориться. Система вызвала негатив со стороны производства еще на подготовительном этапе, когда речь зашла о контроле, но не было понятно, зачем он нужен. В результате руководству предприятия удалось объяснить и рабочим, и менеджерам, что порядок ведет к гармонии, а контроль не подразумевает наказание, а помогает работать эффективнее.

#### **Результаты**

Полугодовой пилотный проект прошел успешно. Было принято решение о внедрении системы на всем предприятии. Решение задачи по интеграции функционала загрузки программ для систем ЧПУ, реализованного в системе мониторинга, с действующей на предприятии производственной системой позволило обеспечить контроль машинного времени с привязкой к индексам деталей.

На основе опыта внедрения и эксплуатации системы мониторинга в ФЯО ФГУП «РФЯЦ–ВНИИТФ им. ак. Е. И. Забабахина» сделаны выводы, что для достоверной и качественной работы системы и реализации возможностей ее функциональности необходимо, во-первых, качественное подключение аппаратной ча-

сти системы к оборудованию и правильная настройка ПО системы и аппаратных устройств; во-вторых, продуманное и оптимальное наполнение системы необходимыми и подготовленными исходными данными (структура предприятия, график работы предприятия, перечень и информация об оборудовании, перечень необходимых состояний и причин простоя, пользователи системы, доступ к данным), и в-третьих, соблюдение операторами и обслуживающим персоналом оборудования рекомендуемого порядка работы с системой.

После аккуратного выполнения всех указанных этапов система адаптировалась под непростое производство. В итоге производительность выросла, были выявлены технологические нарушения, значительно повысилась дисциплина, улучшилось планирование и загрузка оборудования, координация работы производственных служб. Если говорить о конкретных цифрах, коэффициент загрузки оборудования повысился примерно на 9%.

### Заключение

Решения уровня Industry 4.0 — пока еще темная лошадка для многих предприятий. Даже к системам мониторинга оборудования, которые являются только первым шагом на пути к четвертой промышленной революции, отдельные заказчики относятся с осторожностью. Те компании, которые попробовали инновационные инструменты в действии, удивляются, как обходились без них раньше.

Этот путь проходят любые инновации — от недоверия к принятию.

### Список литературы

1. Николаева Е. Диспетчер для Госкорпорации // «Эксперт». 2017. №5 (1015).
2. Чуранов С. Системы мониторинга «Диспетчер» как элемент повышения степени использования оборудования и эффективности персонала // Управление производством. 2017. май. <http://www.up-pro.ru>

*Сайдуллин Ринат Марсович — начальник лаборатории ФЯО ФГУП «РФЯЦ–ВНИИТФ им. академ. Е.И.Забабихина»,  
Чуранов Сергей Александрович — технический директора ООО «ИЦ Станкосервис».  
E-mail: [service@cncinfo.ru](mailto:service@cncinfo.ru)  
[Http://www.intechnology.ru](http://www.intechnology.ru)*

### Обработывающий центр с мотор-шпинделем от HISION

Международный бренд HISION (является одной из основных производственных компаний холдинга Haitian Group — Haitian Precision) представит на выставке «Металлообработка» обработывающий центр VMU1100 с мотор-шпинделем. Одним из основных преимуществ мотор-шпинделей является короткий трансмиссионный путь. Также технология электрического шпинделя значительно снижает вибрацию из-за меньшего числа узлов, соответственно нет необходимости выставлять оси всех узлов трансмиссии в одну линию для обеспечения высокого динамического баланса. Классический механический привод всегда будет выделять обильное количество тепла и вибраций, а мотор-шпиндель это исключает.

Еще одно преимущество — мотор-шпиндель может работать с максимальной скоростью неограниченное время. Это связано с тем, что весь мотор-шпиндель охлаждается жидкостной смазкой в отличие от редуктора, прямого привода или ремня, когда передаточный узел находится в воздухе и не имеет охлаждения. Механические приводы могут

работать с максимальной скоростью, но не долго, так как передаточное звено нагревается, что приводит к снижению жесткости передачи крутящего момента. На электрическом шпинделе нет соединительных узлов между мотором и шпинделем, поэтому выделение тепла происходит только в зоне работы подшипников.

Кроме того, во встроенных шпинделях со скоростью вращения от 8000 об./мин и выше чаще всего используются керамические подшипники. Они отличаются от стальных большей осевой жесткостью, они легче и имеют меньшее трение по сравнению с металлическими, поэтому срок службы керамических подшипников выше, чем у стальных. При этом допустимая средняя динамическая и статическая нагрузка у стальных и керамических подшипников одинаковая, поэтому жизненный цикл у керамических подшипников выше, чем у стальных.

У мотор-шпинделя есть еще одна отличительная особенность — он может симулировать работу передач аналогично станку с редукторной передачей.

[Http://www.metobr-expo.ru](http://www.metobr-expo.ru)