



**ДИСПЕТЧЕР**  
МОНИТОРИНГ ОБОРУДОВАНИЯ

**РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**  
**АИС ДИСПЕТЧЕР 3.5**  
**ДИСПЕТЧЕР MDC**  
**ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Список сокращений .....	4
<b>1 Автоматизированная информационная система Диспетчер .....</b>	<b>5</b>
1.1 Информационные объекты АИС Диспетчер .....	5
1.2 Пользователи АИС Диспетчер.....	6
1.2.1 Учетная запись пользователя.....	8
1.2.2 Роль пользователя.....	8
1.3 Программное обеспечение АИС Диспетчер .....	8
1.3.1 Серверное ПО АИС Диспетчер .....	8
1.3.2 Клиентское ПО АИС Диспетчер.....	10
1.4 Аппаратное обеспечение.....	12
1.5 Средства идентификации.....	12
1.5.1 RFID-считыватель.....	12
1.5.2 Сканер штрихкода .....	12
<b>2 Сбор производственных данных .....</b>	<b>14</b>
2.1 Объект мониторинга .....	14
2.2 Шаблон объекта мониторинга.....	15
2.3 Цифровое рабочее место .....	15
2.4 Источники данных мониторинга .....	15
2.5 Устройства сбора данных.....	16
2.6 Журнал эксплуатации .....	16
2.7 Способы подключения к источникам данных.....	17
2.7.1 Непосредственное подключение .....	17
2.7.2 Подключение с помощью аппаратных средств .....	17
2.7.3 Ручной ввод данных .....	17
2.8 Протоколы сбора данных.....	18
2.8.1 Обзор протоколов, применяемых в АИС Диспетчер.....	18
2.8.2 Регистрация библиотек протоколов .....	21
2.8.3 Универсальный протокол .....	21
2.9 Элементы данных, получаемые при помощи протоколов.....	23
2.9.1 Состояния .....	24
2.9.2 Причины простоя .....	24
2.9.3 Измеряемые параметры.....	24
2.9.4 Специализированные параметры .....	24
2.10 Сопоставление .....	25
2.11 Сопоставление специализированных параметров.....	25
2.12 Шаблоны.....	28
2.13 Цели сбора данных мониторинга .....	28
2.14 Мониторинг событий .....	29
2.14.1 Контролируемые события.....	29
2.14.2 Типы контролируемых событий.....	29



2.14.3 Оповещения .....	29
2.15 Мониторинг состояний .....	29
2.15.1 Что такое состояние .....	30
2.15.2 Справочник Состояния и причины простоя.....	31
2.15.3 Таймаут состояния .....	36
2.16 Мониторинг измеряемых параметров .....	37
2.16.1 Способы контроля измеряемых параметров. ....	38
2.16.2 Контроль энергопотребления.....	39
2.16.3 Контроль отклонений напряжения .....	40
2.17 Показатели эффективности.....	40
3 Ключевые показатели эффективности .....	42
3.1 Производственное время .....	42
3.2 Фонд рабочего времени .....	43
3.3 Штучно-калькуляционное время .....	43
3.4 Штучное время.....	43
3.5 Вспомогательное время .....	43
3.6 Машинное время.....	44
3.7 Подготовительно–заключительное время .....	44
3.8 Причина простоя .....	44
3.9 Ключевые показатели эффективности .....	45
3.10 Коэффициент Обслуживания .....	47
3.11 Коэффициент Плана .....	47
3.12 Коэффициент Простоя.....	47
3.13 Коэффициент Факта .....	48
3.14 Общая эффективность оборудования .....	48
3.15 Расчет показателей энергоэффективности.....	49

- АВР** – Аварийно-восстановительные работы
- АИС** – Автоматизированная информационная система
- АИС Диспетчер** – Автоматизированная информационная система Диспетчер
- АРМ** – Автоматизированное рабочее место
- БД** – База данных
- ДСЕ** – Деталь, сборочная единица
- ИПМ** – Индивидуальный пульт мониторинга
- КПЭ** – Ключевой показатель эффективности
- ЛВС** – Локальная вычислительная сеть
- НР** – Непланный ремонт
- ПК** – Персональный компьютер
- ПЛК** – Программируемый логический контроллер
- СМПО** – Система мониторинга промышленного оборудования
- СРС** – Сервисно-ремонтная служба
- ТВВ** – Терминал ввода-вывода
- ТОиР** – Техническое обслуживание и ремонт
- УП** – Управляющая программа
- УЧПУ** – Устройство числового программного управления
- ЦРМ** – Цифровое рабочее место
- ЧПУ** – Числовое программное управление
- MDC** (Machine Data Collection или Manufacturing Data Collection) – Система мониторинга промышленного оборудования
- MES** (Manufacturing Execution System) – Система управления производственными процессами
- OEE** – Overall Equipment Effectiveness – Общая эффективность оборудования
- RFID** – Radio Frequency Identification – Радиочастотная идентификация

## 1 Автоматизированная информационная система Диспетчер

**Информационная система** – система, предназначенная для хранения, поиска и обработки информации, и соответствующие организационные ресурсы (человеческие, технические, финансовые и т. д.), которые обеспечивают и распространяют информацию (ISO/IEC 2382:2015).

**Автоматизированная информационная система Диспетчер** (далее – АИС Диспетчер) является одной из наиболее развитых функционально и распространенных в России систем мониторинга промышленного оборудования (далее – СМПО).

**Система мониторинга промышленного оборудования** по международной классификации относится к классу MDC (Manufacturing Data Collection – сбор производственных данных, другое определение Machine Data Collection – сбор данных от оборудования).

Система мониторинга промышленного оборудования – это программно-аппаратный комплекс, который собирает данные о работе всех производственных объектов (оборудования, рабочих мест основных сотрудников, сервисных служб и т. д.) для эффективного управления производством.

Дополнительные функциональные возможности позволяют позиционировать АИС Диспетчер также в качестве **Системы оперативного планирования и контроля производства**.

Система оперативного планирования и контроля производства – это прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства. По международной классификации данные системы относятся к классу MES (Manufacturing Execution System).

Ниже рассмотрены основные понятия, характеризующие развернутый на условном предприятии программно-аппаратный комплекс на базе АИС Диспетчер.

### 1.1 Информационные объекты АИС Диспетчер

АИС Диспетчер предоставляет пользователям доступ к различным информационным объектам:

- Информационные ресурсы, заполняемые различными данными, накапливаемые и хранимые под управлением АИС Диспетчер. Они обновляются различными способами, включая автоматизированный сбор данных от оборудования и формирование новых значений в результате вычислений:
  - Справочники - относительно стабильные части базы данных АИС Диспетчер, обеспечивающие ее функционирование и отражающие специфику структуры и деятельности конкретного предприятия. Например: справочник подразделений и пользователей;
  - Объекты мониторинга – комплексные информационные структуры, описывающие состояние производственного оборудования (станки и др.), вспомогательного оборудования, рабочих мест. Они соответствуют наиболее важным элементам производственной системы, по которым АИС Диспетчер собирает информацию и формирует аналитические отчеты;



- Журналы - информационные ресурсы, отражающие ход выполняемых на объектах мониторинга процессов различного рода. В отличие от справочников, журналы постоянно обновляются и носят хронологический характер, то есть упорядочены по дате и времени;
- Отчеты разного вида, в том числе аналитические панели (дашборды), наглядно представляющие имеющиеся данные в виде графиков, диаграмм, таблиц и других визуальных элементов, содержащие возможности динамического анализа, в том числе с учетом взаимосвязи различных данных.
- Функциональные разделы и подразделы ПО АИС Диспетчер, через которые осуществляется доступ к справочникам, журналам, аналитическим отчетам и другим возможностям. В том числе:
  - Раздел **Объекты мониторинга** (ранее Справочник станков), который содержит реестр подключенного к системе мониторинга производительного оборудования и рабочих мест, на которых выполняются какие-либо технологические операции. В этом разделе также задаются основные характеристики соответствующего оборудования и рабочих мест, указываются сетевые и другие настройки, зависящие от типа используемых устройств сбора данных.

## 1.2 Пользователи АИС Диспетчер

Пользователи – это обобщенное обозначение сотрудников и иных лиц, применяющих АИС Диспетчер в своей работе. В зависимости от должностных обязанностей, производственных полномочий, решаемых задач пользователям предоставляется доступ к информационным объектам АИС Диспетчер.

В таблице 1 приведены основные типы пользователей АИС Диспетчер, соответствующие характеру их должностных обязанностей, а также указаны некоторые виды работ, выполняемых ими в программно-аппаратном комплексе Диспетчер.

Таблица 1 – Основные типы пользователей АИС Диспетчер

Наименование	Выполняемые работы
Администратор АИС Диспетчер	Администрирование сервера и БД, общие настройки протоколов взаимодействия аппаратных и программных средств АИС Диспетчер с производственным оборудованием, настройки уведомлений, отправляемых на адреса электронной почты пользователей и SMS сообщений; редактирование и справочников, первичное задание и корректировка графика работы подразделений и оборудования, контроль работы АИС Диспетчер встроенными средствами самодиагностики, контроль системных журналов, обновление программного обеспечения, применяемого пользователями АИС Диспетчер.
Инженер–электроник АИС Диспетчер	Обслуживание аппаратных средств АИС Диспетчер, диагностика неисправностей и восстановление работоспособности: замена аппаратных средств и их частей, восстановление целостности соединительных кабелей, подключение дополнительных сигналов мониторинга; обновление прошивок программного обеспечения аппаратных средств.
Оператор оборудования или рабочего места, подключенного к АИС Диспетчер	Регистрация факта прихода и ухода с рабочего места, регистрация выполняемых технологических операций, ввод отчетов о выполнении технологических операций (число изготовленных и бракованных деталей с детализацией брака при необходимости), ввод причин простоя оборудования, инициация заявок на аварийный ремонт (АВР), приемка работ у сотрудников сервисно-ремонтных служб (СРС).

Наименование	Выполняемые работы
Производственный мастер	Подготовка сменных заданий, контроль регистрации операторов на рабочих местах, контроль выполнения работы, обработка отчетов, получаемых от операторов.
Начальник цеха	Контроль работы оборудования и персонала в реальном времени, реагирование на контролируемые ситуации, контроль показателей эффективности.
Специалист отдела труда и заработной платы (ОТиЗ)	Подготовка графиков рабочего времени, контроль рабочего времени по Журналу работы персонала.
Руководитель ОТиЗ	Контроль показателей эффективности операторов, контроль работы операторов в реальном времени, корректировка графика работ для предприятия и подразделений.
Начальник отдела главного механика (ОГМ), Главный механик	Получение отчетов о состоянии оборудования и результатах работы сотрудников отдела, утверждение планов технического обслуживания и ремонта (ТОиР).
Топ менеджмент	Анализ отчетности по работе производственных (цехов, участков) и вспомогательных (службы ТОиР и другие) подразделений. Контроль и состояния производственных активов (оборудования и др.).
Инженер по ТОиР	Ведение НСИ (нормативно-справочной информации) - справочников модуля управления простоями; подготовка, ведение, контроль выполнения планов по ТОиР, подготовка отчетов по результатам работы службы ТОиР.
Руководитель ремонтной службы	Контроль на основании журналов и отчетов: аварийных и плановых ремонтов; наличия документации, инструмента, приспособлений; наличия запасных частей. Работа с пусконаладочными организациями, согласование планов ТОиР, составление отчетов.
Бригадир ОГМ	Оперативное руководство ремонтным персоналом; оформление результатов работы.
Инженер по ремонту оборудования	Выполнение ремонта оборудования, фиксация результатов работы.
Инженер отдела главного технолога (ОГТ)	Контроль отклонений технологических параметров, анализ журналов работы отдела технического контроля (ОТК), журнала событий на станках с числовым программным управлением (ЧПУ), контроль выполнения управляющих программ (УП) и хранилища файлов УП.
Инженер (планово-диспетчерского отдела) ПДО	Подготовка производственных планов (заказов), получение уведомлений о выполнении заказов в реальном времени, анализ отчетов по изготовлению деталей и выполнению заказов, корректировка журналов заказов, маршрутных листов, сменных заданий, согласование планов с графиком работ по ТОиР.
Диспетчер СРС	Распределение ресурсов СРС по плановым и аварийным заявкам, задание приоритетов заявок, корректировка план-графика исполнения заявок, анализ текущего состояния оборудования, внесение итоговой информации по факту закрытия заявок.

В системе Диспетчер пользователю присваивается **Имя пользователя**. Оно может быть произвольной символьной строкой, в частности, может соответствовать конкретному физическому лицу и даже совпадать с его фамилией. В целях информационной безопасности

для каждого Имени пользователя задается секретный **пароль**, правила формирования и изменения которого определяются требованиями конкретного предприятия.

Для идентификации пользователя в АИС Диспетчер создается **учетная запись**, в которой указаны имя пользователя и его пароль.

### 1.2.1 Учетная запись пользователя

Это условная информационная сущность, позволяющая организовать доступ пользователей к информационным объектам АИС Диспетчер. Учетная запись обычно обозначается в интерфейсе АИС Диспетчер термином «Пользователь». Подробное описание интерфейса создания и редактирования учетных записей приведено в документе «Диспетчер МДС» в разделе «Пользователи и права».

По умолчанию при установке АИС Диспетчер создаются две учетные записи: администратора «Admin» и тестового пользователя «Иванов». Запись Admin обладает доступом ко всем объектам АИС Диспетчер и недоступна для редактирования. Для других пользователей настройка доступа осуществляется индивидуально.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для вновь созданной учетной записи по умолчанию доступны подразделы **Реальное время**, **Контроль событий** и раздел **Аналитика**.

При непосредственной работе конкретного пользователя в АИС Диспетчер ему также сопоставляется Роль.

### 1.2.2 Роль пользователя

Это условная информационная сущность, обозначающая некоторую категорию пользователей АИС Диспетчер и набор предоставленных им прав доступа. Роль может соответствовать должности работника, подразделению предприятия или даже конкретному лицу. В то же время роль не обязательно тождественна должности.

Одна и та же роль может быть назначена одному или нескольким сотрудникам.

Механизм ролей позволяет оперативно управлять доступом к информационным объектам АИС Диспетчер:

- Объектам мониторинга – для этого используется справочник **Персонал**, что дает возможность пользователям работать в АИС Диспетчер в качестве операторов, ремонтников и т. п.;
- Оповещениям о возникновении определенных видов контролируемых событий в системе - для этого используется раздел **Настройки – Контроль событий**.

Доступ к функциональным разделам ПО АИС Диспетчер задаются в разделе **Настройки – Пользователи и права**, где предусмотрено обобщение доступа нескольким пользователям с помощью создания **групп пользователей**.

Новые роли создаются и добавляются в справочник ролей в веб-клиенте в разделе **Справочники – Справочник ролей**. Подробно механизм добавления ролей описан в документе «Диспетчер МДС» в разделе «Справочник ролей».

## 1.3 Программное обеспечение АИС Диспетчер

### 1.3.1 Серверное ПО АИС Диспетчер

Это главная программа АИС Диспетчер. Она устанавливается на компьютер, находящийся в локальной сети СМПО, и предназначена для:

- получения и обработки данных, поступающих с устройств сбора информации;
- предоставления пользователям клиентских программ доступа к обработанным на сервере данным.

Программа **Сервер АИС Диспетчер** должна быть запущена до запуска таких приложений, как **веб-клиент, ИПМ**. Запуск сервера должен выполняться квалифицированным пользователем – администратором. Обычно с момента старта программа Сервер АИС Диспетчер работает постоянно и не требует дополнительных действий по ручному запуску.

В случаях, когда необходимо на время остановить программу **Сервер АИС Диспетчер**, должны быть приняты организационные меры по предупреждению пользователей программ о прекращении работы сервера.

Сервер реализован в виде двух приложений – «сервер-служба» и «интерфейс сервера».

Это позволяет повысить производительность сервера за счет снижения нагрузки со стороны пользовательского интерфейса сервера. Также имеется возможность удаленно управлять сервером без необходимости непосредственного присутствия системного администратора в серверном помещении предприятия.

Так как сервер реализован в виде двух приложений – «сервер-служба» и «интерфейс сервера», то дистрибутивы каждого из них устанавливаются в отдельные папки: «сервер-служба» – на серверный компьютер, «интерфейс сервера» – на компьютер, с которого будет осуществляться администрирование АИС Диспетчер.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Интерфейс сервера может быть развернут на той же машине, что и Сервер-служба.

Серверное ПО обеспечивает ряд системных функций.

#### 1.3.1.1 Расчет статистики

Осуществляемый регулярно (ежедневно) или по мере необходимости процесс обработки накопленных данных мониторинга оборудования, приводящий в итоге к расширению или обновлению данных по результатам работы производственного оборудования и персонала. Эти данные могут быть представлены пользователям в форме различных аналитических отчетов, в том числе с использованием рассчитанных ключевых показателей эффективности.

#### 1.3.1.2 Журнал полученных пакетов

Данный журнал автоматически заполняется при получении сервером пакетов данных от устройств мониторинга.

Журнал применяется во время пуско-наладки при настройке связи терминалов с сервером, а также при настройке преобразования поступающих данных в состояния, причины простоя или измеряемые параметры.

#### 1.3.1.3 Чистка истории

Раздел **Чистка истории** программы Сервер АИС Диспетчер предназначен для удаления ненужных данных истории состояний по станкам. Очистка истории применяется, например, при изменении правил интерпретации данных, поступающих от устройств мониторинга (терминалов или УЧПУ).

В случае использования терминала принятые данные о состояниях станка сохраняются на карте памяти терминала мониторинга, и после очистки истории сервер снова считывает эти данные с терминала, после чего интерпретирует их согласно внесенным изменениям. Затем, для обеспечения корректности отчетов, необходимо пересчитать статистику за период, в котором проведены изменения.

Данные, удаленные с помощью очистки истории, не подлежат восстановлению.

### 1.3.1.4 Раздел Диагностика

Данный раздел входит в группу **Техобслуживание** и предназначен для оперативного автоматизированного реагирования на проблемы, возникающие при функционировании системы мониторинга. При этом отслеживаются нештатные ситуации (ошибки, сбои) как станочных терминалов, так и клиента – серверного программного приложения АИС Диспетчер.

### 1.3.2 Клиентское ПО АИС Диспетчер

**Клиентское ПО** предназначено для отображения данных, формируемых в АИС Диспетчер, в том числе для построения аналитических отчетов, ведения справочников, просмотра производственных журналов. Отбор необходимых данных может осуществляться с помощью фильтров.

В состав клиентского ПО входят Веб-клиент и дополнительные веб-приложения.

**Веб-клиент** и дополнительные веб-приложения – это клиентские программы, в которых пользователь взаимодействует с веб-сервером АИС Диспетчер при помощи веб-браузера.

АИС Диспетчер состоит из нескольких прикладных подсистем – **модулей**, предоставляемых заказчику в составе конкретной конфигурации в зависимости от его потребностей, подтвержденных пользовательской лицензией. Это означает, что некоторые модули доступны пользователю только при их включении в пользовательскую лицензию. Для каждого предприятия файл лицензии является уникальным и определяет конкретную конфигурацию модулей.

**Пользовательская лицензия** – это правовой инструмент, определяющий условия использования и распространения программного обеспечения, защищённого авторским правом. Обычно лицензия разрешает получателю использовать одну или несколько копий программы, причём без лицензии такое использование рассматривается в рамках закона как нарушение авторских прав издателя.

**Файл лицензии** – это программный инструмент, создаваемый поставщиком программного продукта и содержащий детальную информацию о пользовательской лицензии, включая количество, срок действия и условия лицензии, а также ограничения, касающиеся конфигурации модулей. Соответственно, некоторые модули доступны пользователю только при их активации в пользовательской лицензии. Для каждого предприятия, которому поставлен программный продукт АИС Диспетчер, файл лицензии является уникальным и определяет конкретную конфигурацию модулей.

Модули комплекса АИС Диспетчер:

- Диспетчер MDC - базовый набор функций мониторинга производственного оборудования;
- Диспетчер MES – набор функций подсистемы управления производством (контроля производства);
- Диспетчер ТОиР – набор функций подсистемы технического обслуживания и ремонта оборудования;
- ИПМ - дополнительное веб-приложение для таких сотрудников, как операторы оборудования;
- Мобильный ТОиР - дополнительное веб-приложение для работников сервисно-ремонтных служб;
- АРМ Холдинг - дополнительное веб-приложение для центрального аппарата корпоративных иерархических структур;

- Интеграция – предоставляет дополнительный программный интерфейс взаимодействия с АИС Диспетчер для стороннего ПО. Взаимодействие может осуществляться как с помощью интеграционного API по протоколу HTTP, так и с использованием интеграционной шины данных Apache Ni-Fi.

Файл лицензии также определяет количество доступных для добавления объектов в справочник объектов мониторинга и устройств в справочник устройств сбора данных.

Клиентское ПО предназначено для отображения данных, накапливаемых и формируемых в АИС Диспетчер, в том числе для построения аналитических отчетов. В клиентском ПО также есть разделы для ведения справочников и просмотра производственных журналов. Отбор необходимых данных в разделах клиентского ПО может осуществляться с помощью фильтров.

### 1.3.2.1 Фильтр

Область экрана клиентского ПО, состоящая из нескольких полей и экранных кнопок, позволяющих выбрать интересующие пользователя сведения из базы данных и отобразить их в расположенной ниже основной части экрана.

### 1.3.2.2 Диспетчер MDC

Представляет собой «базовый модуль» АИС Диспетчер, который решает задачи мониторинга производственного оборудования (станков), управления программами для станков с ЧПУ, учета работы персонала.

Базовый модуль – это обобщенное название для минимального набора функций АИС Диспетчер, предоставляемого во всех конфигурациях.

### 1.3.2.3 Индивидуальный пульт мониторинга (ИПМ)

Это основная программа автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора производственного оборудования и рабочих мест. Предназначена для взаимодействия работников предприятия с АИС Диспетчер непосредственно на рабочих местах, в том числе и территориально удаленных.

Один оператор может взаимодействовать через ИПМ с несколькими единицами оборудования (далее – станками), в том числе находящимися в разных подразделениях. В ИПМ предусмотрен функционал и для работника СРС.

ИПМ предусматривает выполнение, в частности, следующих действий:

- регистрация оператора на рабочем месте. При использовании приложения «Безопасный браузер» возможна регистрация по штрихкоду;
- загрузка/выгрузка оператором управляющей программы (УП) на станок/со станка;
- регистрация оператором причин простоя;
- отображение хода выполнения сменного задания (текущее время изготовления ДСЕ, расчетное время на изготовление всех ДСЕ);
- получение уведомлений о событиях от системы мониторинга;

Для регистрации оператора **на устройстве** с предустановленным ПО ИПМ оператору/ремонтнику необходимо ввести табельный номер.

Регистрация оператора **на станке** — это действие в приложении ИПМ по закреплению станка за определенным оператором. После регистрации в карточке станка на экране ИПМ отображаются дата и время регистрации и ФИО оператора.

**ПРИМЕЧАНИЕ 1.** Безопасный браузер – приложение для Android, блокирующее возможности Android.

**ПРИМЕЧАНИЕ 2.** В ИПМ несколько операторов могут поочередно работать на разных станках, без сброса регистрации на них.

## 1.4 Аппаратное обеспечение

Локальная сеть содержит Сервер, клиентские компьютеры, устройства сбора данных, устройства управления производственным оборудованием (УЧПУ, контроллеры).

См. также пункты «Средства идентификации», «Устройства мониторинга».

## 1.5 Средства идентификации

Средство идентификации – это устройство, позволяющее выбрать конкретный информационный объект в БД АИС Диспетчер.

Средства идентификации предоставляют:

- быстрый доступ пользователю к устройству мониторинга и выбору необходимой информации (маршрутный лист, УП, технологическая операция);
- контроль движения (прослеживаемость) материалов и заготовок в ходе технологического процесса.

В АИС Диспетчер доступны следующие средства идентификации:

- RFID–считыватель;
- сканер штрихкода;
- клавиатура (терминал, киоск и т.д.).

Последнее средство также позволяет работнику вводить информацию, которую невозможно получить от оборудования в автоматическом режиме.

### 1.5.1 RFID-считыватель

Позволяет регистрироваться сотруднику под своей учётной записью на рабочем месте АИС Диспетчер. Необходимо поднести устройство, содержащее RFID–метку, к считывающему устройству для идентификации. RFID–считыватель доступен на ТВВ, ПМ-10, ИПМ и ПК с помощью подключения через RFID–картридер.

Данный метод идентификации автоматически заносит данные о регистрации сотрудника в **Журнал учета работы персонала**.

### 1.5.2 Сканер штрихкода

Позволяет идентифицировать маршрутные листы, сменные задания, файлы УП, технологические операции, виды брака, причины простоя, а также осуществить сброс и регистрацию сотрудников предприятия. АИС Диспетчер предусматривает распечатывание необходимого штрихкода с целью использования на рабочем месте. Для идентификации штрихкода нужно поднести его к сканеру и просканировать штрихкод.

В клиентском ПО функция идентификации доступна в разделах: Маршрутные листы, Сменные задания, Файлы УП, Справочник ДСЕ, Виды брака, Состояния и причины простоя, Журнал учета работы персонала.

В **Сервере АИС Диспетчер** можно формировать штрихкод в целях идентификации сотрудника и запуска функций терминала ТВВ-10. Также доступна генерация штрихкода станочного оборудования для их идентификации на ИПМ.

В ИПМ также имеется возможность идентификации штрихкода. Функция доступна только при подключенном сканере или при наличии камеры в смартфоне.

При необходимости осуществляется настройка сканера для идентификации QR-кода.

Для быстрого доступа персонала к средствам и элементам АИС Диспетчер могут использоваться сканеры штрихкодов. Предварительно необходимо сформировать такие коды для идентификации сотрудников и технологических операций. Далее эти коды следует распечатать и поместить на бланки с необходимыми пояснениями, в форме и в количествах, соответствующих потребностям (по числу станков, сменности и т. п.).

Печать штрихкодов сотрудников осуществляется в справочнике **Персонал**, печать штрихкодов техопераций – в разделах **Справочник ДСЕ**, **Сменные задания**, **Маршрутные листы**. Печать штрихкодов причин простоя предусмотрена в справочнике **Состояния и причины простоя**.

## 2 Сбор производственных данных

Цифровая трансформация производства направлена на повышение эффективности предприятия. Важным фактором при этом является сбор актуальных данных о ходе производственной деятельности. Накопление и обработка таких данных служат основой для анализа ситуации и принятия действенных управленческих решений.

**Система сбора производственных данных** на предприятии, имеющем ту или иную степень завершенности цифровой трансформации, характеризуются такими качествами, как:

- Достоверность данных (основанная на методах объективного получения с минимальным учетом человеческого фактора)
- Оперативность получения данных (в режиме реального времени)
- Полнота собираемых данных (здесь подразумевается целесообразное разнообразие и оптимальность отслеживаемого набора свойств и характеристик по элементам производства, процессам, планируемым и фактическим результатам и показателям)

**Система сбора производственных данных** традиционно относится к информационным системам класса MDC (Machine Data Collection или Manufacturing Data Collection). Также распространены такие определения, как система мониторинга, система мониторинга производственного оборудования (СМПО), платформа (подсистема, уровень) Edge Connectivity и т.д.

Примером MDC является АИС Диспетчер, представляющая собой семейство наиболее развитых функционально и распространенных в России систем данного класса.

Система мониторинга Диспетчер позволяет контролировать работу промышленного оборудования различных моделей, годов выпуска, имеющих разнообразные устройства управления. Широта сферы применения АИС Диспетчер обеспечивается многообразием заложенных в АИС способов получения данных и вариантов подключения оборудования. Основные данные собираются в автоматическом режиме, но предусмотрен и ручной ввод данных, зависящих от привлеченного производственного персонала.

При дальнейшем описании сбора производственных данных будут рассмотрены:

- Объекты мониторинга – элементы производственных систем, по которым осуществляется сбор данных;
- Источники данных мониторинга – системы и устройства управления оборудованием, вспомогательные средства и устройства мониторинга;
- Способы подключения к источникам данных;
- Протоколы информационного взаимодействия с источниками данных;
- Разновидности собираемых и вспомогательных данных;
- Контролируемые события, происходящие в производственных системах;
- Контролируемые состояния элементов производства;
- Изменяемые параметры, характеризующие ход технологических процессов, непрерывно изменяющиеся физические величины;
- Показатели эффективности элементов производства.

### 2.1 Объект мониторинга

Объект мониторинга в АИС Диспетчер представляет собой информационную сущность, которой соответствует реальный элемент производственной системы. В производственной системе такой реальный элемент может быть:

- элементом производственной системы, предназначенным для выполнения непосредственных действий по изготовлению продукции (пример - станки,

автоматические линии, термическое оборудование, неавтоматизированные или мало автоматизированные рабочие места типа сборочных участков и т.д.);

- вспомогательным оборудованием, применяемым для обеспечения производственной деятельности и нуждающемся в техническом обслуживании и ремонте (пример – транспорт, средства подготовки инструмента, системы вентиляции, освещения и т.д.);
- важной частью производственного оборудования, требующей отдельного контроля (например, для отдельного учета наработки).

Для краткости в программных интерфейсах и различной документации вместо термина Объектов мониторинга может быть употреблен термин Оборудование.

## 2.2 Шаблон объекта мониторинга

Структура, которая хранит в себе информацию об объекте мониторинга, списки измеряемых параметров, состояний и причин простоя. При создании нового объекта мониторинга по шаблону вся хранимая в шаблоне информация переносится во вновь созданный объект мониторинга. Шаблоны объекта мониторинга могут храниться в файлах формата json.

## 2.3 Цифровое рабочее место

Цифровая трансформация производства охватывает и «нестаночные» производительные ресурсы. В результате оснащения таких ресурсов компьютерными средствами, служащими целям мониторинга и цифровизации производственных процессов, появляется понятие Цифрового рабочего места (ЦРМ).

Физически ЦРМ может соответствовать рабочему месту с немеханизированным или слабо механизированным характером труда, например, для технологических операций ручной сборки, ручной обработки (очистка детали, покраска и т.п.). ЦРМ может быть организовано и для более сложных процессов, в том числе предполагающих использование сложных механизмов (транспортировка, погрузка и т.п.).

## 2.4 Источники данных мониторинга

Данные, характеризующие работу оборудования (или, в широком смысле, от объектов мониторинга), могут иметь следующие типы:

- **Логические** (булевы, двоичные). Имеют значения: 1 – 0 (ДА – НЕТ, TRUE – FALSE);
- **Числовые целочисленные (дискретные)**. Например, могут соответствовать некоторому свойству, имеющему конечное количество возможных значений;
- **Числовые непрерывные**. Соответствуют непрерывно изменяющимся (аналоговым) значениям. Выражаются числами с плавающей запятой или целыми числами, которые имеют бесконечное число возможных значений. Обычно такие данные представляют какие-то физические величины (сила тока, температура и т.п.) и имеют атрибут единиц измерения;
- **Строковые**. Текстовые имена переменных, событий, информация о состояниях и ошибках и т.п.

Способы и средства получения данных от различного оборудования разнообразны, зависят от отраслевой и технологической специфики предприятий, изготовителей оборудования, годов выпуска и т.п. признаков.

По характеру источников производственных данных можно выделить:

- стандартные системы и устройства управления оборудованием (например, УЧПУ, программируемые контроллеры);

• аппаратные средства, дополнительно привносимые на производство в ходе цифровой трансформации - станочные терминалы, аппаратные пульта мониторинга, специальные приборы для регистрации и обработки сигналов, представляющих физические величины – ток, температура и т.п.

Получение системой Диспетчер информации от источников данных имеет целью контроль происходящих изменений на объектах мониторинга и последующую оценку различных производственных показателей.

Дополнительная информация, соотносимая с объектами мониторинга, такими как оборудование или ЦРМ, поступает в систему Диспетчер от производственного персонала посредством средств человеко-машинного интерфейса. Такие средства в системе Диспетчер имеют обобщающее название – пульта мониторинга. К ним относятся, например, станочные терминала типа ТВВ-10М или компьютерные устройства, на которых установлены соответствующие программы.

## 2.5 Устройства сбора данных

В системе Диспетчер устройство сбора данных (УСД) представляет собой информационную сущность, которой соответствует источник данных о работе производственного оборудования или ЦРМ. Реальным источником таких данных, передаваемых через УСД, может быть специальный аппаратный прибор или стандартное изделие (компьютер, УЧПУ и т.п.), обеспечивающие сбор информации непосредственно о состояниях и измеряемых параметрах оборудования, причем, такая информация может поступать от устройств управления оборудованием и от специальных датчиков или приборов.

Говоря об УСД, следует понимать, что каждому типу УСД соответствует в системе Диспетчер программный протокол, обеспечивающий как прием данных от соответствующего источника данных, так и передачу информации в унифицированном формате в серверное приложение Диспетчера для последующей обработки.

Примеры источников данных для УСД в АИС Диспетчер:

- Терминал ввода-вывода ТВВ-10/10М. Представляет собой прибор, состоящий из двух электронных плат, дисплея и клавиатуры, размещенных в пластиковом корпусе. Предназначен для:
  - сбора информации о работе в автоматическом режиме и при помощи ручного ввода;
  - сохранения полученных данных в памяти терминала;
  - передачи данных на сервер по запросу из локальной сети Ethernet;
  - ввода/вывода технологической информации – управляющих программ для станков с ЧПУ.
- Терминал-регистратор (ТР) представляет собой прибор, непосредственно подключенный к оборудованию для приема сигналов и последующей передачи в систему Диспетчер. Опционально может использоваться в комплекте с аппаратным пультом мониторинга (ПМ).
- Устройства управления оборудованием, для которых в системе Диспетчер предусмотрены специальные протоколы непосредственного подключения к источникам данных (Fanuc, Siemens PLC и др.).

УСД в системе Диспетчер имеют IP-адреса, назначаемые им в справочнике **Устройства сбора данных**.

## 2.6 Журнал эксплуатации

Журнал, содержащий историю подключения и отключения объекта мониторинга от сбора производственных данных (мониторинга).

## 2.7 Способы подключения к источникам данных

Подключение к источникам данных о работе оборудования осуществляется в локальной вычислительной сети (ЛВС) уровня цеха или предприятия при помощи:

- непосредственного подключения к устройствам управления оборудованием (УЧПУ, контроллеров и т.п.) в ЛВС;
- с помощью специальных аппаратных средств, подключенных к ЛВС, с одной стороны, и к элементам оборудования, с другой стороны.

АИС Диспетчер может поддерживать непосредственное (прямое) подключение к источникам данных, подключение с помощью специальных аппаратных средств или несколько вариантов подключения одновременно.

При любом из способов подключения обеспечивается возможность ручного ввода некоторых данных работниками.

### 2.7.1 Непосредственное подключение

При таком подключении данные о работе оборудования получаются от его системы управления (например, от УЧПУ – для станков с ЧПУ).

Подключение, как правило, выполняется по ЛВС. Для сбора данных могут использоваться специальные библиотеки разработчиков систем управления оборудованием или стандартные интерфейсы (например, OPC сервер, MTConnect и др.). Обычно для подключения оборудования к ЛВС необходимо наличие соответствующей программной опции (платной или бесплатной).

Порядок получения данных о работе оборудования, как и состав этих данных, определяются возможностями программных протоколов, ориентированных на различные устройства управления. Более подробная информация о протоколах прямого подключения рассмотрена ниже.

### 2.7.2 Подключение с помощью аппаратных средств

В этом случае используются дополнительные приборы или датчики, которые:

- устанавливаются непосредственно на оборудовании;
- контролируют дискретные и аналоговые сигналы, характеризующие работу оборудования;
- запоминают получаемые сигналы и передают эти сигналы на серверный компьютер АИС Диспетчер.

При этом данные поступают:

- от оборудования (например, от электроавтоматики станка, от электроприводов) по оптически изолированным дискретным и аналоговым каналам, а также по стандартным станочным интерфейсам RS-232, ИРПС, ИРПР и др.;
- от датчиков, дополнительно установленных на оборудовании для измерения токовой нагрузки, мощности, температуры, вибрации и других параметров.

### 2.7.3 Ручной ввод данных

Используется для ввода информации, которую невозможно получить от оборудования в автоматическом режиме. Для ручного ввода применяются:

- станочные терминалы (ТВВ) или специальные аппаратные пульта мониторинга (ПМ). Предусмотрена возможность ввода при помощи подключенных к терминалу дополнительных устройств, таких как сканер штрих-кода, сканер RFID-меток;

- персональные компьютеры в обычном исполнении или в виде киосков, моноблоков, мобильные устройства (планшеты, смартфоны), для которых разработано специальное программное обеспечение ИПМ;
- персональные компьютеры для работы непосредственно с информационной базой данных мониторинга (например, с Журналом ввода причин простоя).

Для ЦРМ в качестве устройства сбора данных должны использоваться ИПМ. ЦРМ, закрепленное за сотрудником или бригадой, предусматривает:

- регистрацию в АИС Диспетчер;
- ввод результатов выполнения работы по сменному заданию или заказу;
- ввод причин простоя или иных состояний, связанных с ходом рабочего процесса.

Таким образом, мониторинг работы ЦРМ основан на ручном самоконтроле, выполняемом единственным работником или одним из работников бригады, действующей на данном ЦРМ.

## 2.8 Протоколы сбора данных

Протоколы в системе Диспетчер реализованы в виде набора программ, обеспечивающих информационное взаимодействие с промышленным оборудованием, таким как станки с ЧПУ. В ходе этого взаимодействия осуществляется сбор информации о текущих значениях различных характеристик (свойств) оборудования и его отдельных элементов.

В АИС Диспетчер реализовано множество протоколов, отличающихся по:

- ориентации на устройства управления оборудованием, такие как УЧПУ, поставляемые различными вендорами;
- использованию стандартных или специальных программных библиотек, в частности, реализующих стандартные протоколы информационного взаимодействия в производственных системах;
- возможности работы с различными операционными системами на сервере АИС Диспетчер и в устройствах управления оборудованием;
- методам реализации (в том числе по размещению программного кода на тех или иных компьютерных устройствах).

### 2.8.1 Обзор протоколов, применяемых в АИС Диспетчер

В АИС Диспетчер используется широкий набор возможностей сбора данных от производственного оборудования. При этом доступны реализации основных стандартных протоколов (MTConnect, OPC Classic, OPC UA, Modbus TCP, Euromar 63) и проприетарных протоколов для наиболее распространенных станков с ЧПУ и другого промышленного оборудования.

Siemens Германия		Fanuc Япония	
Heidenhain Германия		FanucRobotics Япония	
Kuka Германия		Mazak Япония	
Haas США		Mitsubishi Япония	

Hurco США		Okuma Япония	
Syntec Тайвань		Omron Япония	
Balt-System Россия		Ижпрэст Россия	

Сведения об имеющихся в АИС Диспетчер протоколах приведены в таблицах 1-8.

Таблица 1 – Протоколы для подключения станков с ЧПУ

	Устройство	Производитель	Протокол	Дополнит. ПО
Универсальные УЧПУ (используются для ОЦ, токарного, фрезерного и другого оборудования)				
1	БалтСистем	БалтСистем, Россия	БалтСистем	
2	Маяк	Маяк, Россия	Маяк	
3	Sinumerik	Siemens, Германия	Siemens NCK	
			OPC UA	
			Siemens PLC	
			OPC Classic	
			Universal	Сателлит
4	Heidenhain	Heidenhain, Германия	Heidenhain V1	
			Heidenhain V2	
			Heidenhain V3	
5	Fanuc	Fanuc, Япония	Fanuc	
			Universal	ConnectorFanuc
6	Mitsubishi	Mitsubishi, Япония	Mitsubishi	
			MTConnect	Agent MTConnect
7	Mazatrol	Mazak, Япония	Mazak	
8	Okuma	Okuma, Япония	Universal	Сателлит
			MTConnect	
9	HAAS	HAAS, США	HAAS	
			ModbusTCP	
10	HURCO	HURCO, США	HURCO	
11	Syntec	Syntec, Тайвань	Universal	Адаптер
12	Brother	Brother, Япония	Universal	Адаптер
Специализированные УЧПУ (лазерные, гибочные станки, пресса)				

	Устройство	Производитель	Протокол	Дополнит. ПО
1	Bystronic	Bystronic, Швейцария	Universal	Сателлит
2	FSCUT	FRIENDESS, Китай	Universal	Адаптер
3	PrimaPower	PrimaPower, Италия	MTConnect	Agent MTConnect
Электроэрозионные станки				
	Станки Sodick	Sodick, Япония	Universal	Адаптер
	Станки FORM	AgieCharmilles, Швейцария	MTConnect	Agent MTConnect

Таблица 2 – Протоколы для подключения автоматических линий (используются программируемые контроллеры - ПЛК)

	Устройство	Производитель	Протокол	Дополнит. ПО
1	Simatic	Siemens, Германия	Siemens PLC	
			Universal	Адаптер
2	Omron	Omron, Япония	Omron FINS	
3	Allen bradley	Allen bradley, США	Universal	Адаптер
4	Beckhoff	Beckhoff, Германия	Universal	Адаптер
5	DELTA	DELTA, Тайвань	ModbusTCP	
6	Овен	Овен, Россия	ModbusTCP	

Таблица 3 – Протоколы для подключения промышленных роботов

	Устройство	Производитель	Протокол	Дополнит. ПО
1	Fanuc Robotics	Fanuc Robotics, Япония	Fanuc Robotics	
			Universal	Адаптер HTML-парсер
2	Kuka	Kuka, Германия	OPC Classic	

Таблица 4 – Протоколы для подключения термопластавтоматов (ТПА)

	Устройство	Производитель	Протокол	Дополнит. ПО
1	MacroPower	Wittmann Battenfeld, Австрия	Universal	Адаптер Euromap63
2	PLC KEBA CP033/P	KEBA, Австрия	OPC UA	ПО KeStudio OPC LC 1.97

Таблица 5 – Протоколы для подключения 3D-принтеров

	Устройство	Производитель	Протокол	Дополнит. ПО
1	PLC BECKHOFF	Beckhoff Automation Германия	Universal	Сателлит BECKHOFF TwinCAT

Таблица 6 – Протоколы для подключения приборов вибромониторинга

	Устройство	Производитель	Протокол	Дополнит. ПО
1	BC-357	ВИСОМ, Россия	Universal	Адаптер
2	PLUG NG	Montronix, Германия	Universal	Адаптер
3	VSE100	IFM, Германия	OPC Classic	
4	MVK-01	ВАСТ, Россия	ModbusTCP	

Таблица 7 – Протоколы для подключения аппаратных устройств мониторинга

	Устройство	Производитель	Протокол	Дополнит. ПО
1	TP-07	СтанкоСервис, Россия	TCP-V	
2	БПП	СтанкоСервис, Россия	БПП	
3	MDC Hub, P-05	СтанкоСервис, Россия	OPC UA	
4	TP-07	СтанкоСервис, Россия	TCP128-E	

Таблица 8 – Стандартные протоколы для различного оборудования

№	Название протокола	Дополнительное ПО
1	MTConnect	Агент MTConnect
2	OPC Classic	
3	OPC UA	
4	ModbusTCP	
5	ModbusTCP Адаптер	
6	Universal	Адаптер Euromap63
7	Universal	Адаптер/Сателлит
8	Universal	Адаптер HTML-парсер
9	Universal	Сателлит Log-парсер

### 2.8.2 Регистрация библиотек протоколов

В основе ряда протоколов положены программные библиотеки, предоставленные разработчиками устройств управления (УУ), или разработчиками программного обеспечения для этих УУ. Часть таких библиотек недостаточно просто скопировать на компьютер для работы, и они могут требовать полноценной установки/настройки для конкретной операционной системы (в том числе, разворачивания драйверов и прочих файлов, используемых библиотеками).

Некоторые виды промышленного оборудования, в котором предусмотрена возможность подключения к сети Ethernet, не имеют публичных описанных протоколов. Для такого оборудования в АИС Диспетчер реализованы специальные способы подключения и сбора данных мониторинга.

### 2.8.3 Универсальный протокол

В состав стандартных протоколов АИС Диспетчер входит Универсальный протокол **Universal**, который представляет собой набор оригинальных технологий получения

информации от производственного оборудования, основанных на применении специального дополнительного программного обеспечения (сателлиты, адаптеры, коннекторы), которое получает информацию мониторинга от оборудования и передает ее в АИС Диспетчер, используя формат пакетов JSON.

Для протокола Universal предусмотрены следующие способы получения данных от УУ оборудованием:

- обращение в ЛВС к УУ по интерфейсным портам TCP/IP, предназначенным в УУ для передачи данных между блоками УУ, а также периферийным оборудованием УУ;
- использование межпроцессного взаимодействия непосредственно в среде УУ (например, по технологии COM или DDE);
- использование LOG-файлов, которые формируются некоторыми УУ в целях контроля работы оборудования, анализа ошибок, учета действий пользователей и т.д.;
- разбор содержимого HTML-страниц, которые поддерживаются некоторыми УУ оборудованием, и их содержательная информация обновляется по ходу работы УУ.

Для первого и второго способов используются программы, которые извлекают требуемые данные мониторинга из УУ конкретных разновидностей оборудования.

Для третьего и четвертого способов в АИС Диспетчер имеются программы «Парсер LOG-файлов» и «Парсер HTML-страниц»



«**Парсер LOG-файлов**» представляет собой программу, которая устанавливается на УУ оборудованием, работающее в среде ОС Windows. Парсер извлекает представляющую интерес для мониторинга информацию из текстовых LOG-файлов произвольной структуры, формируемых по ходу работы УУ. Полученные парсером из LOG-файлов значения передаются в АИС Диспетчер по протоколу **Universal**.

**Программа «Парсер HTML-страниц»** выполняет по заданным условиям автоматизированный сбор открытой информации, представленной в виде веб-страниц, в том числе в сети Интернет, с целью получения информации о работе оборудования, содержащейся на HTML-страницах, и последующую передачу полученной информации в АИС Диспетчер по протоколу Universal. Один парсер может опрашивать несколько различных HTML-страниц различного оборудования.

Разбор как содержимого как HTML-страниц, так и LOG-файлов производится при помощи регулярных выражений, описанных в файле конфигурации парсера для каждого получаемого элемента данных.

Квалифицированный пользователь системы Диспетчер, хорошо изучивший свое оборудование, может самостоятельно разработать специальную программу для взаимодействия с протоколом **Universal**. Такая программа должна получать требуемые первичные данные мониторинга от оборудования и с помощью протокола **Universal** они будут передаваться в АИС Диспетчер.

Более того, при соответствующей компетентности пользователи АИС Диспетчер имеют возможность самостоятельно подключать свое оборудование к АИС Диспетчер при помощи не только протокола **Universal**, но и ряда стандартных протоколов, поддерживаемых оборудованием, с одной стороны, и системой Диспетчер, с другой стороны.

Сателлиты, адаптеры и коннекторы различаются по ориентации на конкретные виды оборудования, по методам размещения в ЛВС и по характеру обработки данных.

Указанное дополнительное ПО обычно разрабатывается для конкретных моделей оборудования, а также для случаев, когда по каким-либо причинам невозможно использование действующих в АИС Диспетчер стандартных и специализированных протоколов.

### 2.8.3.1 Сателлит

**Сателлит** – программа, которая устанавливается непосредственно в УУ оборудованием. Каждый сателлит уникален – он имеет свою логику получения информации от УУ. Сателлиты могут применяться для взаимодействия с УУ, работающими на базе ОС Windows версий Windows NT и выше.

### 2.8.3.2 Адаптер

Программа, которая устанавливается на компьютер, внешний по отношению к УУ оборудованием, и выполняет опрос УУ по ЛВС Ethernet.

### 2.8.3.3 Коннектор

Программа, которая устанавливается на компьютер, внешний по отношению к УУ оборудованием, и осуществляет предварительное преобразование данных (например, специфических высокочастотных величин) до их отправки на сервер АИС Диспетчер.

## 2.9 Элементы данных, получаемые при помощи протоколов.

Разнообразие характеристик и свойств производственного оборудования (объектов мониторинга), как и разнообразие применяемой терминологии и понятий различными разработчиками устройств управления делают целесообразным принятие определенных унифицированных обозначений.

Данные, получаемые от объектов мониторинга, подразделяются на:

- значения переменных программной среды УУ оборудованием (УЧПУ, ПЛК и др.)
- значения интерфейсных сигналов, формируемых УУ, но недоступных из программной среды
- значения прочих сигналов, формируемых на объектах мониторинга (показания датчиков, вспомогательных приборов и т.п.)

**Переменные программной среды УУ** считываются из области памяти этих устройств при помощи протоколов. Мониторингу подлежат переменные, представляющие интерес для контроля работы данного оборудования. Они могут быть всех перечисленных выше типов.

**Интерфейсные сигналы** соответствуют информации, считываемой на внешних разъемах (контактах) УУ оборудованием, датчиков, элементов электроавтоматики оборудования. Эти данные могут быть только двоичными или непрерывными (аналоговыми).

Для первичных данных (получаемых непосредственно от объектов мониторинга) предложено понятие **элементы данных**.

Поступившие в АИС Диспетчер элементы данных преобразовываются в **информационные сущности**, характеризующие объекты мониторинга:

- состояния,
- причины простоя,
- измеряемые параметры,
- специализированные параметры.

### 2.9.1 Состояния

Состояние объекта мониторинга – это логическая величина, изменяющаяся в зависимости от производственной ситуации.

Термин **«Состояние»** соответствует отдельному свойству объекта мониторинга, представляющему интерес для контроля эффективности производственного процесса, или логическому выражению, в котором задана комбинация нескольких таких свойств или характеристик.

Например, для промышленного оборудования типичными состояниями являются: «Оборудование включено», «Производство», «Технологический останов», «Аварийный останов», «Простой».

На практике под состояниями понимаются также отрезки времени, на протяжении которых рассматриваемый тип состояния активен (логическое «Да» или «1»). Такие отрезки времени перемежаются отрезками с неактивным значением состояния (логическое «Нет» или «0»).

Дополнительная информация приведена ниже в п. Мониторинг состояний.

### 2.9.2 Причины простоя

Этим термином называются разновидности состояния «Простой», получившие классификационный признак (название причины). Этот признак раскрывает особенности ситуации, приведшей к простоям.

Например, причина простоя «Нет инструмента» указывается оператором оборудования в соответствующей ситуации. Дополнительная информация приведена в п. 3.8.

### 2.9.3 Изменяемые параметры

Представляют собой числовые элементы данных, которые соответствуют непрерывно изменяющимся физическим (аналоговым) величинам, характеризующим технологический процесс, техническое состояние оборудования, качество продукции и др. Изменяемым параметрам обычно сопоставляются конкретные единицы измерения (мощность, сила тока, скорость и т.п.). Получаемый после перевода в цифровую форму код значений измеряемых параметров часто дополнительно преобразуется к масштабу реальных физических величин при помощи специально задаваемых коэффициентов.

### 2.9.4 Специализированные параметры

Некоторые элементы данных, получаемые в результате сбора первичной информации от объектов мониторинга сопоставляются **специальным информационным объектам**, которые характеризуют те или иные свойства оборудования и процессов (например, имя выполняющейся управляющей программы для станков с ЧПУ, текущее состояние такой программы, текущее количество изготовленных единиц продукции и т.д.).

Значения специализированных параметров могут быть получены непосредственно из элементов данных или при помощи преобразований по заданным формулам. См. далее п. **Сопоставление специализированных параметров.**

Преобразование элементов данных в различные информационные сущности выполняется по определенным правилам, задаваемым в ходе настройки системы мониторинга при помощи **сопоставлений.**

## 2.10 Сопоставление

Операция сопоставления, выполняемая специалистами по настройке средств сбора данных при внедрении АИС Диспетчер на конкретных предприятиях, является важной частью работ по подготовке и запуску системы мониторинга.

По своей сути сопоставление – это информационное увязывание элементов данных, получаемых от устройств управления или, в более широком смысле, от любых объектов мониторинга, с одной стороны, и информационных сущностей (объектов), которыми оперирует АИС Диспетчер, с другой стороны.

Операция сопоставления имеет специфику, зависящую от типа данных – логического или числового. так что можно говорить о разных видах сопоставления.

Один вид сопоставления увязывает **конкретные значения числового элемента данных** с мнемоническими **текстовыми обозначениями**, которые более удобны при конструировании других, более сложных, сопоставлений или формульных выражений.

Например, числовым значениям элемента данных **Active mode** (Текущий режим) сопоставляются возможные варианты режимов работы станка: JOG (ручной), MDI (полуавтоматический), AUTO (автоматический).

## 2.11 Сопоставление специализированных параметров

Сопоставление этого вида задает связь между **элементом данных** объекта мониторинга и фиксированным именем (текстовой строкой), обозначающим в АИС Диспетчер тот или иной специализированный параметр.

Пример 1. Элементу данных **Program\_Name** сопоставляется специализированный параметр «Имя УП».

Пример 2. На основе определенных специализированных параметров могут формироваться записи в Журнале событий УЧПУ. Этот журнал доступен для просмотра в АИС Диспетчер. Однако требуется, чтобы применяемый протокол отправлял в систему соответствующие элементы данных.

Перечень специализированных параметров представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень специализированных параметров

№	Название	Пример обозначения	Веб-клиент Основные данные (Имя параметра)	Описание/Назначение
1	Имя УП	Main program name	Имя УП	При изменении значения переменной новое значение фиксируется в <b>Журнале выполнения УП – Выполнение</b>
2	Имя подпрограммы	Part program name	Имя подпрограммы	При изменении значения переменной новое значение фиксируется в <b>Журнале выполнения УП – Выполнение</b>
3	Счетчик деталей	Total parts	Отсутствует	1. При изменении значения записывает разницу между текущим и предыдущим значениями

№	Название	Пример обозначения	Веб-клиент Основные данные (Имя параметра)	Описание/Назначение
				<p>количества изготовленных деталей в измеряемый параметр, для которого установлен флаг «Счетчик». При этом в параметрах Контроля производства должна быть включена настройка подсчета деталей через измеряемый параметр</p> <p>2. При изменении значения передает в сервис «Менеджер УП» факт окончания при наличии установленной настройки завершения УП</p>
4	Код ошибки	Alarm number	Код неисправности	При изменении новое значение переменной передается в Журнал событий УЧПУ – Ошибки и сообщения (совместно с текстом ошибки)
5	Текст ошибки	Alarm param 1-4	Отсутствует	При изменении новое значение передается в Журнал событий УЧПУ – Ошибки и сообщения (совместно с номером ошибки)
6	Корректор подачи	Feedrate override	Корректор F, %	<p>1. Используется для подсчета среднего значения корректора подачи при выполнении УП (при настройке в параметрах контроля производства)</p> <p>2. При изменении новое значение передается в Журнал событий УЧПУ – Действия оператора</p>
7	Корректор шпинделя	Spindle override	Корректор S, %	<p>1. Используется для подсчета среднего значения корректора скорости шпинделя при выполнении УП (при настройке в параметрах контроля производства)</p> <p>2. При изменении новое значение передается в Журнал событий УЧПУ – Действия оператора</p>
8	Корректор JOG/Rapid	Rapid FeedRate override	Корректор J, %	При изменении новое значение передается в Журнал событий УЧПУ – Действия оператора

№	Название	Пример обозначения	Веб–клиент Основные данные (Имя параметра)	Описание/Назначение
9	Номер кадра УП	Block number	№ кадра	При изменении новое значение передается совместно с содержимым кадра
10	Текст кадра УП	Active block	Текст кадра	При изменении новое значение передается совместно с номером кадра
11	Номер инструмента	Actual tool number	Инструмент	При изменении новое значение передается в систему
12	Текущий режим	Active mode	Текущий режим	Режим работы станка (ручной, автоматический и т.п.). Одно из значений переменной.
13	Состояние режима	Program status	Состояние режима	Одно из значений переменной
14	Готовность станка (УЧПУ)	Ready Active	Готовность станка (УЧПУ)	
15	Технологический останов	M0/M1 active	Технологический останов	Фиксируются функции M0, M1
16	Авария	Channel Alarm	Авария	Ошибка в канале
17	Подача F	Actual feedrate	Подача F	Текущая контурная подача
18	Время цикла	Cycle time	Время цикла	
19	Скорость шпинделя	Spindle actual speed	Скорость шпинделя	Отображается для каждого шпинделя
20	Нагрузка шпинделя, %	Spindle load	Нагрузка шпинделя, %	Отображается для каждого шпинделя
21	Ось. Нагрузка	Axis 1-3 load	Ось. Нагрузка	Отображается для каждой оси
22	Ось. Координата	Axis 1-3 position	Ось. Координата	Машинные координаты (Machine Axis): Отображается для каждой оси
23	Сообщение оператору MSG	Program Message	Отсутствует	При изменении новое значение передается в Журнал событий УЧПУ – Действия оператора
24	Модель УЧПУ	NCK type Number of channels Number of axes Number of spindles		Записывается в Справочнике станков на вкладке Настройка мониторинга: Модель УЧПУ Число каналов
25	Версия прошивки	NCK version		Число осей
26	Серийный номер	Product Serial Nr		

№	Название	Пример обозначения	Веб-клиент Основные данные (Имя параметра)	Описание/Назначение
27	Версия ПО ПЛК	Нет		Число шпинделей Версия NCK Серийный номер

**Статус обработки УП** – важный специализированный параметр, характеризующий текущее состояние УП, загруженной в УЧПУ.

## 2.12 Шаблоны

Шаблон – это табличная структура данных, в которой для всех элементов данных, получаемых от объекта мониторинга, используемых при работе протокола прямого подключения, задаются некоторые свойства. Состав колонок этой структуры может быть различным для разных протоколов. Например, для универсального протокола (Universal) есть колонки:

- Название (элемента данных);
- Параметр Universal (имя переменной программной среды УУ, ключа, тега);
- Признак наличия **Сопоставления** для этого элемента данных;
- Тип данных – число, строка.

Шаблон может иметь внешнее представление – файл формата XML, создаваемый экспортом из АИС Диспетчер. Такой файл может использоваться для загрузки необходимых элементов данных при настройке мониторинга станка. Для краткости такой файл часто именуется шаблоном. Пример разновидностей шаблонов представлен в таблице 10.

Таблица 10 - Виды шаблонов

Наименование	Обозначение	Описание
Базовый	BASE	Данные о режимах работы, состояниях станка и его основных узлов (один шпиндель, 3 оси координат)
Дополнительный	ADD	Данные для задания дополнительных состояний, контроля осей координат до 8, шпинделей до 2.
Специальный	SPEC	Специфические данные для некоторых моделей станка и УЧПУ
Данные инструмента	TOOL	Расширенный набор данных для контроля режущего инструмента
Данные PLC	PLC	Данные от программируемого логического контроллера

## 2.13 Цели сбора данных мониторинга

Основное прикладное назначение сбора данных заключается в:

- мониторинге событий;
- мониторинге состояний;
- мониторинге измеряемых параметров;
- формировании показателей эффективности.

## 2.14 Мониторинг событий

Мониторинг событий заключается в оперативном распознавании и надлежащем реагировании на некоторые (контролируемые) события, происходящие в производственных системах.

Раздел «Контроль событий» в АИС Диспетчер служит для просмотра данных о возникших **контролируемых событиях**.

### 2.14.1 Контролируемые события

Контролируемое событие возникает в АИС Диспетчер как реакция на особую ситуацию, обнаруженную системой мониторинга.

Для некоторых объектов мониторинга простой, отсутствие инструмента или заготовки **не будет** являться контролируемым событием, например, некоторое оборудование используется редко. Именно поэтому предусмотрен выбор контролируемых событий для каждого объекта мониторинга в отдельности.

Можно использовать механизмы контролируемых событий для ЦРМ и доводить уведомления о таких событиях до закрепленных ответственных лиц. В частности, распространение на ЦРМ порядка инициации запросов на сервисно-ремонтное обслуживание дает возможность автоматизации процессов обслуживания ЦРМ силами вспомогательных служб. Примеры такого обслуживания – обеспечение ЦРМ инструментом, приспособлениями, комплектующими и расходными материалами, выгрузка и транспортировка готовой продукции.

### 2.14.2 Типы контролируемых событий

Типы контролируемых событий описаны в документе «Руководство пользователя. Диспетчер МДС. Общее описание системы».

### 2.14.3 Оповещения

Механизм контролируемых событий ориентирован на доведение информации о возникновении таких событий до ответственных сотрудников. Для каждого типа контролируемого системой мониторинга события может задаваться один или несколько видов оповещения. Оповещение о контролируемом событии имеет свой набор параметров, использование которых зависит от типа контролируемого события.

Оповещения о наступивших событиях формируются согласно параметрам оповещений, задаваемым заранее с учетом специфики типов событий.

Для конкретного контролируемого события можно задать одно или несколько оповещений. Это характерно для ситуации, когда довести информацию о наступлении некоторого события необходимо до нескольких сотрудников или когда требуется задавать разных адресатов оповещения в зависимости от длительности времени пребывания станка в контролируемом состоянии. Например, оповещение о простое станка длительностью более одного часа направляется мастеру участка, а более двух часов – старшему мастеру.

Настройка контролируемых событий и оповещений о них выполняется в разделе **Настройки – Контроль событий**.

## 2.15 Мониторинг состояний

Мониторинг состояний состоит в регистрации меняющихся состояний элементов производства (в общем случае это делается на основании постоянного контроля определенных свойств и характеристик этих элементов производства).

### 2.15.1 Что такое состояние

Состояние оборудования – это характеристика некоторого свойства оборудования, например, Оборудование включено или Работа под нагрузкой. Состояние имеет логическое значение (Да/Нет), которое может неоднократно изменяться. Каждый факт изменения состояния, контролируемого системой мониторинга, характеризуется точно зафиксированным моментом календарного времени. Совокупность отрезков времени с неизменным значением состояния позволяет анализировать процессы, происходящие с данным оборудованием, а также накапливать статистические данные, используемые для анализа эффективности использования оборудования.

Состояние в каждый момент времени может зависеть от некоторых свойств единицы оборудования (объекта мониторинга), обычно подверженных изменению в процессе производства продукции. Как правило, эти свойства могут быть выражены числовыми или логическими элементами данных.

Для конкретного объекта мониторинга, например, станка, могут параллельно (одновременно) контролироваться несколько разных состояний. Поэтому всегда заданием приоритета определяется **основное состояние**, так что в системе мониторинга такой станок в большинстве разделов и функций характеризуется именно состоянием с самым высоким приоритетом.

Для анализа эффективности работы оборудования важное значение имеет **состояние простоя**. С этой целью в системе задаются разновидности такого состояния, названные **Причины простоя**. Эти состояния задаются вручную, как правило, операторами оборудования.

Пример причин простоя: «Нет заготовок», «Смена детали», «Уборка станка» и др.

Дополнительные сведения о состояниях и причинах простоев в АИС Диспетчер.

- Для удобства при визуализации информации каждому состоянию и причине простоя задан свой цвет.
- Состояния и причины простоя могут использоваться для подсчета производственного времени (времени изготовления продукции), оценки соблюдения качества технологических процессов и т.д.
- Если во время изготовления продукции фиксируется несколько разных состояний, то для подсчета используется специально созданная группа состояний «Производство».
- Состояния и причины простоя могут использоваться для регистрации контролируемых событий, по которым формируются оповещения или выполняются другие действия в системе Диспетчер.
- Состояния регистрируются, сохраняются и обрабатываются программой «Сервер АИС Диспетчер».
- Некоторые состояния могут формироваться сервером на основе других состояний.
- Моменты начала состояний для определенного объекта мониторинга определяются следующими способами:
  - автоматически, в результате программного расчета логической величины, как функции от значений каких-то других состояний и/или измеряемых параметров;
  - непосредственно по сигналам, получаемым аппаратным или программным способом от данного объекта мониторинга;
  - На основе программного расчета логических выражений. Например, на основе измеряемых параметров или по формулам, объединяющим значения различных элементов данных, полученные от данного и/или других объектов мониторинга.

- ручным способом, при котором активация состояния происходит путем ввода информации работником, обслуживающим данный объект мониторинга.
- Для ЦРМ, в отличие от станков, основные состояния соответствуют технологическим операциям, выполняемым работниками вручную или с использованием вспомогательных технических средств, не контролируемых системой мониторинга. Состояния ЦРМ формируются на предназначенных для ручного ввода устройствах мониторинга (ИПМ). Ввод работником таких состояний осуществляется в режиме самоконтроля. Аналогичным способом работник вводит причины простоя ЦРМ. Кроме того, в целях контроля длительности состояний, для ЦРМ предусмотрены специальные сопутствующие состояния, формируемые программным способом (по формулам) и обозначающие превышение длительности связанных с ними основных состояний.

## 2.15.2 Справочник Состояния и причины простоя

Справочник содержит перечень состояний, причин простоя и измеряемых параметров, которые подлежат контролю на оборудовании (станках) предприятия, подключенном к системе мониторинга.

Состояния характеризуются в справочнике несколькими атрибутами (свойствами).

По умолчанию в АИС Диспетчер справочник **Состояния и причины простоя** содержит типичные рекомендуемые состояния и причины простоя. Это означает, что при поставке АИС Диспетчер в справочнике уже есть несколько необходимых записей. При дальнейшей работе с системой можно добавлять в данный справочник новые записи, изменять их или удалять.

### 2.15.2.1 Приоритетность состояний

Каждый элемент дерева состояний имеет тот или иной приоритет по отношению к остальным элементам дерева. В АИС Диспетчер для одного объекта мониторинга обычно контролируются одновременно несколько состояний. Так, частым случаем являются одновременно активные состояния «Оборудование включено» и «Производство».

Примечание. Традиционно эти два состояния именовались, соответственно, «Станок включен» и «Работа по программе». Такие, широко распространенные названия состояний широко представлены в интерфейсе АИС Диспетчер, системных сообщениях, различных информационных материалах. Решение об изменении названий этих двух состояний, а также ряда других состояний, обусловлено необходимостью более правильного позиционирования системы Диспетчер в различных промышленных отраслях и на оборудовании, отличающемся от станков вообще и станков с ЧПУ, в частности.

При этом, как правило, главным состоянием считается «Работа по программе». Задание приоритета необходимо для определения главного состояния объекта мониторинга при наличии одновременно нескольких активных состояний. Это позволяет учитывать в формируемых системой мониторинга данных (отчетах и т.п.) именно наиболее приоритетное состояние.

Приоритет можно изменять в иерархической структуре справочника **Состояния и причины простоя** с помощью перетаскивания (drag-and-drop) элементов.

Пример.

В некотором временном интервале рабочей смены имеются состояния:

- Работа по программе (приоритет = 1) и Станок включен (приоритет = 3).

Без учета приоритетов получается:

- Время состояния **Работа по программе** (зеленый цвет) – примерно с 10.09 по 10.19.

Время состояния **Станок включен** (желтый цвет) – примерно с 10.09 по 10.25.



С учетом приоритетов состояний получаются результаты, представленные на скриншоте.



Время состояния **Работа по программе** – примерно с 10.09 по 10.19.

Время состояния **Станок включен** – примерно с 10.19 по 10.25.

Следует отметить, что приоритет действует и на уровнях вложенных ветвей дерева иерархии состояний.

При задании приоритетов рекомендуется приоритет причин простоя устанавливать выше приоритета состояний. Служебные состояния имеют самый низкий приоритет.

### 2.15.2.2 Узлы иерархии записей справочника

Справочник **Состояния и причины простоя** позволяет выстраивать иерархию состояний или причин простоев. Это осуществляется при помощи превращения простой записи справочника в вершину узла иерархии. Достаточно для вновь создаваемого состояния или причины простоя указать другое, ранее созданное, состояние или причину простоя в поле «Вышестоящий узел», и ранее созданная запись справочника превращается в узел. Узел может быть вышестоящим (родительским) для произвольного числа обычных записей справочника. Удаление узлов, имеющих подчиненные записи, невозможно.

Описание интерфейса справочника приведено в документе «Диспетчер MDC» в разделе «Вкладка «Состояния и причины простоя»».

### 2.15.2.3 Свойства состояний и причин простоя

Новому элементу дерева (состоянию или причине простоя) задаются свойства, описанные в документе «Руководство пользователя. Диспетчер MDC. Ведение справочников» в разделе «Справочник состояний и причин простоя».

### 2.15.2.4 Свойства для настройки состояний и причин простоев

При помощи установки **переключателей** задаются свойства данного типа состояния или причины простоя.

Для состояний используются 2 переключателя, для причин простоя – 5 переключателей:

**Переключатель «Учитывать перерывы в графике работ».** При установке этого переключателя информация по данному состоянию не будет учитываться во время перерывов в графике работ предприятия. Это означает, что статистика по данному состоянию не будет включена в отчетность, в том числе в разделе «Отчеты».

Этот переключатель может, при необходимости, устанавливаться для состояний, которые требуется контролировать все время работы, включая перерывы (например, состояние «Работа по программе» или «Станок включен»). Однако следует понимать, что при этом суммарное контролируемое время таких состояний может оказаться больше фонда времени по графику работ. По умолчанию для всех состояний этот переключатель не активен.

**Переключатель «Служебное состояние».** При установке этого переключателя состояние будет отсутствовать в основных отчетах.

**Переключатель «Сброс при установке состояния «Работа по программе».** Если этот переключатель установлен, данная причина простая автоматически завершается при возникновении состояния «Работа по программе».

← Назад  Сохранить

Основная информация

Наименование: *	Деталь выполнена	Краткое наименование: *	Деталь выполнена
Родительская группа:	Корневой узел	Цвет: *	#800080
Интеграция:		Описание:	

← Назад  Сохранить

Основная информация

Наименование: *	Наладка	Краткое наименование: *	Наладка
Родительская группа:	Корневой узел	Цвет: *	#FF8000
Интеграция:		Описание:	

  

Тип	Свойства типа
<input type="radio"/> Причина простая	Учитывать перерывы в графике работ: <input checked="" type="checkbox"/> <b>вкл</b>
<input checked="" type="radio"/> Состояние	Служебное состояние: <input checked="" type="checkbox"/> <b>вкл</b>
	Тип ручного состояния ⓘ: Не выбрано

  

Тип	Свойства типа
<input checked="" type="radio"/> Причина простая	Учитывать перерывы в графике работ: <input checked="" type="checkbox"/> <b>вкл</b>
<input type="radio"/> Состояние	Сброс при установке состояния «Работа по программе»: <input checked="" type="checkbox"/> <b>выкл</b>
	Сброс при пересменке: <input checked="" type="checkbox"/> <b>выкл</b>
	Продолжать при разрыве связи: <input checked="" type="checkbox"/> <b>вкл</b>

Данный переключатель рекомендуется устанавливать для причин простоя, которые не могут быть указаны, если станок работает по программе, например, «Нет заготовок», «Нет инструмента» и т. п. При некоторых причинах простоя, например, «Ремонт», «Наладка» и т. п. станок может находиться в состоянии «Работа по программе», и при этом причина простоя сбрасываться не должна. Для подобных причин простоя этот переключатель не устанавливается, а сброс причины простоя выполняется оператором при помощи устройства мониторинга.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При варианте подключения, когда состояние «Работа по программе» формируется прямым протоколом, а причины простоя вводятся с помощью TBB, для работы данного переключателя необходимо, чтобы в справочнике «Объекты мониторинга» (для более ранних версий АИС Диспетчер в «Справочнике станков») для состояния «Работа по программе» был установлен переключатель **«Завершить причину простоя, с установленным переключателем «Сброс по состоянию «Работа по программе»».**

**Переключатель «Сброс при пересменке».** Когда этот переключатель установлен, то в конце текущей рабочей смены данная причина простая завершится автоматически.

**Переключатель «Продолжать при разрыве связи».** Когда этот переключатель установлен, то данная причина простая при отсутствии связи (со станком и терминалом) будет продолжаться на сервере, если эта причина была активной на момент разрыва связи. После восстановления связи с сервером эту причину простоя необходимо вручную сбросить с терминала, как только будет устранен соответствующий простой. Переключатель устанавливается для причин простоя, которые должны фиксироваться и при отключенном оборудовании (ремонт станка и др.), когда устройство мониторинга отключается вместе со станком.

**Переключатель «Дополнять комментарием».** При установке данного переключателя оператор должен отправлять на сервер комментарий, поясняющий причину простоя. При

включенном переключателе при задании причины простоя на терминале будет выведено окно с требованием ввести комментарий к выбранной причине простоя. После ввода комментария будет сделана запись в журнале причин простоя оборудования, который можно просмотреть в веб-клиенте в разделе **Производственные журналы – Журнал простоя оборудования**. При включении данного переключателя также становится доступным дополнительное поле **Повторный ввод комментария**, в котором можно ввести количество минут, через которые терминал запросит ввести текст комментария повторно. Новый текст комментария при этом заменит старый в журнале причин простоя оборудования.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Переключатели **«Сброс при установке состояния «Работа по программе»**, **«Сброс при пересменке»**, **«Продолжать при разрыве связи»** для некоторых причин простоя в рассматриваемом справочнике могут стать недоступными для изменения. Это происходит, когда соответствующая причина простоя закрепляется за подразделением типа **«Сервисно–ремонтная служба»**. Закрепление осуществляется в «Справочнике подразделений и персонала» для конкретных станков, когда эти станки, в свою очередь, закрепляются за теми или иными сервисно-ремонтными службами.

Описанная защита некоторых причин простоя необходима, чтобы в процессе ремонта или обслуживания не происходило автоматического изменения состояния станка, например отмены простоя, по устранению которого производится работа вспомогательной службой.

#### 2.15.2.5 Рекомендуемый перечень состояний

АИС Диспетчер не диктует жесткий обязательный набор состояний, предоставляя предприятиям самостоятельно настраивать набор контролируемых сигналов и зависящих от них состояний оборудования.

#### 2.15.2.6 Зарезервированные состояния

Состояния Станок включен, Станок выключен, Работа по программе являются зарезервированными.

Зарезервированные состояния нельзя удалить из справочника, так как они участвуют в расчете аналитических показателей. Однако, при необходимости, можно менять их наименования. Например, название состояния **Работа по программе** можно заменить на **Производство**.

Состояние **Оборудование включено**, как правило, формируется из сигнала напряжения питания, которое появляется при включении станка (например, напряжение +24 В от блока питания станка).

Состояние **Оборудование выключено** формируется сервером, если соответствующее устройство сбора данных активно (имеет связь с сервером), а состояние **Оборудование включено** неактивно.

Состояние **Работа оборудования** характерно для станков с ЧПУ.

При прямом подключении к системе управления (УЧПУ) состояние **Работа оборудования** определяется сигналами **Автоматический режим** и **Пуск автоматической работы**. Для исключения холостого хода при отработке УП имеется возможность контроля нагрузки шпинделя (осей). Также нужно предусмотреть исключение наладочных режимов.

Требуется контролировать причины технологических и других остановов УП, т. к. в тексте УП прописывается момент останова, а момент повторного пуска определяет оператор.

Длительность состояния Работа по программе можно разбить на интервалы: Обработка детали (Работа под нагрузкой), Перемещение по оси, Выполнение MST функций и Останов УП.

При аппаратном подключении для формирования состояния **Работа оборудования** используются дискретные сигналы электроавтоматики станка, соответствующие работе станка по программе (**ЦИКЛ, Программа запущена** и др.), и аналоговые сигналы (нагрузка на шпиндель, потребляемая мощность и др.). В качестве сигналов электроавтоматики, как правило, используются выходные сигналы контроллера, выведенные специально или предназначенные для включения реле, ламп индикации (на пульте управления, в блоке ламп «tower»), для счетчика работы станка по программе и др.

Аналоговые сигналы получаются от блоков управления приводами станка или с дополнительно установленных датчиков тока. При этом состояние **Работа оборудования** формируется следующим образом:

- Контролируется сигнал **ЦИКЛ**, означающий работу станка по программе.
- Для исключения из состояния **Работа оборудования** времени, когда УП остановлена и отработка УП выполняется в наладочных режимах, контролируется нагрузка станка и задается порог холостого хода. Для этого на сервере при формировании данного состояния задается соответствующая формула.

#### 2.15.2.7 Состояние «Станок остановлен»

Это состояние формируется, когда станок включен, но не работает по программе. Фактически это полезное производственное время, которое оператор должен использовать для вспомогательных действий.

Время этого состояния ограничивается предельным значением, заданным для каждого станка.

При аппаратном подключении предельное значение задается в терминалах ТВВ или ТР.

При прямом подключении это предельное значение задается программным способом, для чего используются формулы, связывающие машинное время технологической операции из справочника и установленное для конкретного станка превышение машинного времени в относительных единицах.

По истечении значения допустимого превышения времени этого состояния формируется состояние «Простой станка», если оператор не указал конкретную причину простоя станка.

#### 2.15.2.8 Состояние «Нет данных»

Если отключается питание устройства сбора данных и станка, то на сервере АИС формируется состояние **Нет данных**. Однако, если используется устройство сбора данных, обладающее внутренней памятью, такое как терминал ТВВ-10 или терминал-регистратор ТР-05, то состояние **Нет данных**, нарушающее целостность картины мониторинга оборудования, может быть сведено к минимуму или вовсе исключено. Метод исключения описан в документе «Регламент администратора».

#### 2.15.2.9 Дополнительные состояния

Они задаются на предприятии для контроля различных характеристик работы оборудования и персонала: технологических, технических и т. д.

#### 2.15.2.10 Служебные состояния

Такие состояния задаются для формирования основных и дополнительных состояний. Они не используются в аналитических отчетах.

### 2.15.2.11 Ручные состояния

Представляет собой расширение понятия «состояние станка». Позволяет увеличить разнообразие свойств и ситуаций, характеризующих текущую ситуацию на станке. Ручные состояния вносятся в АИС Диспетчер в справочник **Состояния и причины простоя**, где помечаются как **служебные**. Тип ручного состояния возможно указать только для служебного состояния.

Ручное состояние может, в зависимости от настроек, отображаться на линейных диаграммах станка в разделе **Мониторинг**.

Допустимо одновременное наличие на станке нескольких ручных состояний.

Ручные состояния инициируются сотрудниками, имеющими доступ к устройствам мониторинга (ТВВ или ИПМ), например, операторами-станочниками. Как правило, это делается с целью информирования вспомогательных (сервисных) служб о наступлении или приближении неких неблагоприятных обстоятельств, препятствующих нормальной производительной работе на оборудовании. Таким образом, можно рассматривать ручное состояние как способ оповещения определенных служб или сотрудников о возникшей проблеме. Например, при работе станка по программе оператор может ручным состоянием оповестить службу механиков о **Неисправности магнитного сепаратора**. Или можно при подозрении на неисправность зарегистрировать ручное состояние **Вызов наладчика**.

По прибытии сотрудников службы на устранение проблемы оператор может снять (завершить) ручное состояние. Эта возможность предусмотрена для ручного состояния типа **Переключатель** (см. далее).

Есть два типа ручного состояния:

- **Переключатель**  
Выбирается для регистрации ручного состояния сотрудником. При регистрации такого ручного состояния фиксируется время начала этого состояния. По завершении состояния отсчёт времени прекращается.
- **Кнопка**  
Используется для быстрого оповещения ответственной службы о возникшей проблеме. Такое состояние регистрируется на 5 секунд, после чего автоматически сбрасывается. При этом появляется сообщение об успешной отправке оповещения.

### 2.15.2.12 Блок состояний

Система Диспетчер позволяет объединять в виде блока несколько идущих подряд одинаковых состояний. Блок используется при методе подсчета «Smart» для подсчета изготовленных на станке деталей.

### 2.15.2.13 Группа состояний или причин простоя

Состояния и причины простоя могут объединяться в группы, по которым формируются аналитические отчеты. В АИС Диспетчер по умолчанию создаются рекомендуемые группы, но список групп не является фиксированным и может изменяться в зависимости от потребностей конкретного предприятия. При условии использования правильно подобранных групп можно для ЦРМ осуществлять мониторинг состояний и получать такие же аналитические отчеты, как и для станков.

## 2.15.3 Таймаут состояния

Таймаут состояния – это отрезок времени, прошедший с момента возникновения состояния или сразу после его окончания. Время, прошедшее с начала наступления состояния,

называется **таймаут старта**. Время, прошедшее с момента окончания – **таймаут окончания**.

В процессе мониторинга иногда нет необходимости фиксировать слишком короткие состояния. Для таких состояний устанавливается параметр «таймаут старта». Состояния длительностью менее или равные длительности таймаута старта не будут фиксироваться.

Для состояний, значения которых могут пропадать на некоторые промежутки времени устанавливается «таймаут окончания». Пропадание состояния на время, меньшее или равное длительности таймаута окончания, не вызовет разрыва в формируемом состоянии.

## 2.16 Мониторинг измеряемых параметров

**Изменяемые параметры** используются в системе мониторинга для контроля и анализа реальных физических величин.

Мониторинг измеряемых параметров основан на постоянной регистрации непрерывно изменяющихся физических величин, характеризующих состояние объектов мониторинга и ход технологических процессов.

Изменяемый параметр — это некоторая величина, обычно аналоговая:

- соответствующая физическому параметру (ток, напряжение, мощность, температура, давление и т. п.);
- постоянно, с некоторым интервалом, регистрируемая аппаратурой объекта мониторинга;
- все значения которой конвертируются в числовой вид и сопоставляются моментам времени;
- которая может использоваться:
  - непосредственно для анализа процессов, идущих в объекте мониторинга или в качестве аргумента формульных выражений, по которым формируются состояния объектов мониторинга;
  - для оперативного управления производственными процессами;
  - для формирования аналитических и статистических отчетов в интересах различных производственных служб: технолога, механика, энергетика и т. д.;
  - для оптимизации настройки системы мониторинга.

В АИС Диспетчер предусмотрено визуальное наблюдение за динамикой изменения измеряемых параметров и проведение анализа их значений (сигналов). Например, подобный анализ полезен для служб электроэнергетики, осуществляющих оценку и контроль за такими измеряемыми параметрами, как потребляемая мощность и т.п. Практический анализ определенных аналоговых сигналов может также использоваться для формульного задания состояний объектов мониторинга.

Изменяемые параметры могут отображаться в виде графика или таблицы.

Наиболее наглядно измеряемые параметры представляются в виде графиков. Графики можно строить на основании одного или нескольких измеряемых параметров для одного или нескольких объектов мониторинга.

Регистрация и накопление значений физических параметров во время работы объектов мониторинга позволяют в АИС Диспетчер контролировать:

- энергетические параметры (потребляемая станком полная и активная мощность, токи агрегатов станка и др.);
- технологические параметры (число изготовленных деталей, число ударов прессы, скорость шпинделя, контурная подача и др.) и другие.

### 2.16.1 Способы контроля измеряемых параметров.

Измеряемые параметры контролируются в АИС Диспетчер как с помощью сигналов, поступающих непосредственно от устройств управления оборудованием (систем ЧПУ, контроллеров), так при помощи специальных аппаратных устройств.

В АИС Диспетчер используются как аппаратные устройства собственного производства, так и других производителей. Аппаратными устройствами собственного производства являются:

- терминалы ввода-вывода ТВВ–10/10М, имеющие, наряду со средствами сбора данных, пользовательский интерфейс;
- терминал-регистраторы, предназначенные для сбора дискретных и аналоговых данных и передачи их в цифровом виде на сервер по ЛВС;
- регистраторы, обеспечивающие сбор дискретных и аналоговых данных, но требующие подключения к устройствам, входящим в ЛВС.

Аппаратные устройства имеют аналоговые и счетные входы для контроля аналоговых и подсчета импульсных сигналов.

К регистратору и терминалу-регистратору может подключаться блок мощности БМ и блок расширения БР.

Блок мощности БМ контролирует полную и активную трехфазную мощность, значения фазных токов и напряжений, а также фиксирует наличие обрывов, провалов и всплесков входного напряжения.

Блок расширения БР увеличивает число аналоговых входов регистратора. Аналоговые сигналы подаются на регистраторы, как правило, с дополнительно устанавливаемых на оборудовании датчиков, которые гальванически развязаны от электрической части оборудования. При помощи аналоговых сигналов можно, в зависимости от типов подключаемых датчиков, контролировать ток, напряжение, температуру и другие параметры промышленного оборудования.

Также к АИС Диспетчер подключаются для контроля параметров вибрации устройства различных производителей.

Функциональные возможности аппаратных устройств, технические параметры приводятся в их технической документации.

Типовой перечень измеряемых параметров приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Измеряемые параметры

Измеряемые параметры	Терминалы	Прямое подключение	Единица измерения
<b>Технические</b>			
Нагрузка на шпиндель, приводы подач, оси	+/-	+	А, %
Токи агрегатов станка	+/-	+/-	А
Мощность активная, полная	+/-		Вт
Фазные напряжения А, В, С	+/-		В
Фазные токи А, В, С	+/-		А
Температура агрегатов	+/-	+/-	
Параметры вибрации	+/-		

Измеряемые параметры	Терминалы	Прямое подключение	Единица измерения
<b>Технологические</b>			
Скорость шпинделя S		+	об/мин
Контурная подача F		+	мм/мин
Корректор S%		+	%
Корректор F%		+	%
Корректор JOG%		+	%
Координаты осей		+	мм
Счетчик деталей	+/-	+	шт
<b>Энергетические</b>			
Активная электроэнергия	+/-		кВт*час
Полная электроэнергия	+/-		кВА*час

### 2.16.2 Контроль энергопотребления

АИС Диспетчер содержит функциональные возможности по мониторингу потребления электрической энергии при использовании производственного оборудования. Средства **контроля энергопотребления** могут быть использованы для:

- сбора необходимой первичной информации,
- проведения статистических расчетов,
- накопления полученных данных
- формирования аналитических и вспомогательных отчетов, характеризующих потребление электроэнергии подразделениями предприятия.

Комплекс программных и аппаратных средств системы мониторинга Диспетчер, применяемых для контроля энергопотребления, ориентирован на углубленный анализ энергозатрат и выработку мер по их снижению.

Задание и настройка параметров энергопотребления выполняется в программе Сервер АИС Диспетчер.

Для оборудования, подключенного к системе мониторинга, можно обеспечить учет в реальном времени потребляемой активной и полной мощности трехфазной электрической сети, величин фазных напряжений и токов. Также предусмотрен контроль качества питающего напряжения путем фиксации во времени всплесков, провалов и обрывов напряжения (см. определения ниже). Для этого на станках устанавливаются регистрирующие приборы, которые одновременно с данными мониторинга снимают информацию об электропотреблении оборудования:

Наименование приборов	Примечание
<b>Базовый комплект</b>	
ТВВ–10М, Р-03Д, БМ-03Д, токовые клещи*	
<b>Минимальный комплект</b>	
ТР-07Д, БМ-03Д, токовые клещи*	

\***ПРИМЕЧАНИЕ.** Токовые клещи (датчик КЭИм) представляет собой накладной токовый датчик, работающий с внешним источником питания. Датчик состоит из корпуса и разъемного

магнитопровода, в зазоре которого закреплен специальный датчик Холла. Для контроля тока проводник с током должен быть размещен внутри магнитопровода датчика.

Система мониторинга позволяет отдельно учитывать потребляемую электроэнергию, когда оборудование работает по программе, непосредственно обрабатывает деталь, когда простаивает, отдельно по тем или иным причинам. В результате в АИС Диспетчер накапливаются данные для расчета всех необходимых показателей, характеризующих эффективность потребления электроэнергии на предприятии.

Расчет показателей энергоэффективности выполняется согласно ГОСТ Р 54430–2011 и других документов. Все показатели могут быть рассчитаны за выбранный период времени: смена, сутки, месяц, год, произвольный период. Показатели рассчитываются как в целом для предприятия, так и для любого подразделения, оборудования, работника.

Функциональные возможности контроля энергопотребления представлены в веб-клиенте в следующих разделах:

- Мониторинг – Реальное время – детальная страница станка – вкладка Линейная диаграмма;
- Мониторинг – История работ – детальная страница станка – вкладка Линейная диаграмма;
- Отчет – Статические отчеты – Отчет об эффективности энергопотребления;
- Отчет – Статические отчеты – Отчет об использовании оборудования по мощности;
- Отчет – Статические отчеты – Отчет о качестве входного напряжения.

### 2.16.3 Контроль отклонений напряжения

АИС Диспетчер содержит функциональные возможности по регистрации некоторых видов отклонений от нормального напряжения, подаваемого к производственному оборудованию.

**Обрыв напряжения** – падение напряжения ниже 10% от номинального.

**Всплеск напряжения** – повышение уровня напряжения - обычно до 110% или более от номинального значения. При этом фиксируются превышения длительностью от одного полупериода.

**Провал напряжения** – снижение уровня напряжения до 85% или менее от номинального действующего значения, но не ниже 10% от этого номинального значения. Провал фиксируется, если напряжение будет оставаться в указанных пределах (10–85%) на протяжении 6 и более полупериодов.

## 2.17 Показатели эффективности

На основе накопления, обработки и анализа описанных выше видов производственных данных могут быть получены расчетные значения, которые используются в качестве показателей эффективности элементов производства (объектов мониторинга), в том числе и в первую очередь для структурных подразделений предприятия.

Целевая направленность различных показателей эффективности и методы их расчета определяются:

- общепринятыми стандартами оценки эффективности производственных систем;
- специфическими отраслевыми, продуктовыми и технологическими особенностями предприятий;
- конкретными запросами потребителей – подразделений и служб предприятия.

Подробное описание возможностей АИС Диспетчер по получению показателей эффективности приведено в п. 3.



### 3 Ключевые показатели эффективности

В АИС Диспетчер для оценки эффективности работы технологического оборудования и обслуживающего персонала используются ключевые показатели эффективности (КПЭ), например:

- для общей оценки загрузки и эффективности работы оборудования;
- для оценки работы станочников (операторов);
- для оценки работы цеховых и заводских служб, отвечающих за работу станков;
- для оценки эффективности производственных процессов.

Состав КПЭ и формулы их расчета соответствуют рекомендациям ГОСТ и типовым практическим потребностям производственных предприятий. Для комплексных показателей эффективности типа OEE и NEE имеется несколько вариантов расчета.

Большое значение для расчета КПЭ имеют различные виды затрат производственного времени.

#### 3.1 Производственное время

В зависимости от конфигурации АИС Диспетчер, используемая модель представления различных видов затрат производственного или рабочего времени может быть упрощенной или подробной.

Упрощенная модель применяется в **базовом модуле** АИС Диспетчер, где контролируется только общее машинное время. Но при этом не обеспечивается анализ потерь из-за низкой производительности оборудования и выпуска бракованной продукции. Причиной этого упрощения является отсутствие в функционале базового модуля средств контроля производственного процесса, т. е. контроля выполнения технологических операций.

Подробная модель используется при наличии модуля **Контроль производства**. При этом основные интервалы времени выполняемого техпроцесса, а также количество изготовленных и бракованных деталей могут контролироваться применительно к каждой технологической операции. Как правило, можно даже определить операцию, на которой зафиксирован брак.

Общая структура производственного времени приведена в таблице 3.1. Подробное описание составляющих производственного простоя приведено в таблице 3.2.

Таблица 3.1 – Структура производственного времени

Календарное время (Ткал)								
Фонд рабочего времени (Тфонд)								Выходные дни
Доступное время				Недоступное время				
Производственная загрузка (Тштк)		Производственный простой	Простой оператора	Простой		Ресурс	Оборудование выключено	
Машинное время (Тмаш)	Чистое эффективное			Организационный простой	Технический простой			
Тмаш.ч	Потери	Тпрос.пр	Нерегламентированный простой	Ремонт	ТОиР	Твыкл	Твых	
	Тмаш.пп + Тмаш.бр		Тпрос.орг	Тпрос.тех	Ттоир			

Таблица 3.2 – Производственный простой

Производственный простой (Тпрос.пр)			
Вспомогательное время (Твсп)	Время обслуживания станка, рабочего места (Тобсл)	Регламентированные перерывы (Тпер)	Подготовительно–заключительное время (Тп-з)

### Производственный простой (Тпрос.пр)

Замена детали	Техобслуживание	Перерыв	Получение наряда
Замена инструмента	Уборка станка	Обед	Наладка станка
Измерение детали			Замер детали в ОТК
			Сдача детали

### 3.2 Фонд рабочего времени

Фонд рабочего времени (Тфонд) соответствует всему запланированному рабочему времени, указанному в графике работы предприятия для цехов, подразделений, участков, отдельных станков.

### 3.3 Штучно-калькуляционное время

Штучно-калькуляционное время (Тштк) представляет собой оценку длительности выполнения технологической операции с учетом основного (машинного) времени и вспомогательного полезного времени. Здесь под вспомогательным временем понимается время выполнения подготовительно-заключительных операций (см. ниже) и время производственных простоев в ходе выполнения технологических операций или между повторяющимися однотипными операциями. Во время производственных простоев выполняется полезная работа (установка заготовок, замена инструмента, замеры деталей и т.п.), но станок не осуществляет обработку детали. Значение штучно-калькуляционного времени зависит от числа последовательно выполняемых однотипных технологических операций, то есть, от размера партии обрабатываемых деталей.

### 3.4 Штучное время

Штучное время (Тшт) — это технически обоснованная норма времени, необходимая для выполнения технологической операции и состоящая из суммы машинного и вспомогательного времён. Традиционно штучное время рассчитывается без учета подготовительно-заключительного времени, как произведение планового количества деталей и нормативного (планового) штучного времени.

При использовании модуля **Контроль производства** имеется возможность точного расчета Тшт и Тштк, что создает условия для анализа фактического выполнения технологических операций и их соответствия плановым нормативным параметрам длительности операций.

### 3.5 Вспомогательное время

**Вспомогательное время** – время, затрачиваемое оператором на действия, обеспечивающие выполнение основной работы, и повторяющееся с определенным объемом работ (перемещения во время работы, смена заготовок, инструмента).

Вспомогательное время (Твсп) — это время, затрачиваемое на различные вспомогательные действия рабочего, непосредственно связанные с обработкой партии деталей. Сюда относятся:

- установка, закрепление и снятие обрабатываемой детали;
- пуск и остановка станка;
- измерения детали;
- изменение режимов обработки;
- время между обработкой деталей одной партии и т. д.

**Машинное время** (или основное время) – период, в течение которого производственное оборудование (станок) выполняет работу по обработке или перемещению изделия без непосредственного воздействия на него человеком. Определяется, как разница доступного для работы оборудования времени и простоев по производственным причинам.

Это время непосредственной обработки детали на станке. Обычно имеется в виду время циклов работы станка по программе или же аналогичных действий по непосредственной обработке деталей.

**Чистое эффективное машинное время** – машинное время без учета потерь времени на брак и времени потери производительности.

### 3.7 Подготовительно–заключительное время

**Подготовительно–заключительное время** – это время, которое оператор рабочего центра (станка) затрачивает на подготовку к выполнению заданной работы и действия, связанные с ее окончанием.

Подготовительно–заключительное время ( $T_{п-з}$ ) учитывает затраты времени рабочего на ознакомление с заданием, чертежом и операционной картой, подготовку рабочего места, наладку станка (включая установку и съем приспособлений и инструмента), пробную обработку детали, настройку скоростей и подач, оформление и сдачу готовой продукции и т.д.

$T_{п-з}$  обычно имеет одинаковое значение, не зависящее от размера партии деталей, подлежащих обработке.

### 3.8 Причина простоя

Под причиной простоя понимается уточняющая характеристика, применяемая для квалификации обстоятельств остановки работы объекта мониторинга (станка, другого оборудования). Простои по любым причинам соответствуют периодам времени, когда объект мониторинга не производит продукцию.

Идентификация причин простоев является важнейшим условием для накопления статистики потерь рабочего времени, а также статистики вспомогательных операций при производстве продукции. Статистика данных по различным причинам простоев широко используется при расчетах показателей эффективности элементов производства, таких как объекты мониторинга и производственный персонал (операторы станков с ЧПУ, персонал рабочих мест), и при формировании аналитической отчетности.

Применительно к станочному оборудованию понятие **Простой** обобщает состояния станка, когда станок включен, но по какой-либо причине не производит продукцию (не работает по программе). Например, станок не работает из-за неисправности системы ЧПУ или по причине отсутствия инструмента.

В АИС Диспетчер простои по различным причинам отделены от прочих состояний, и широко используется термин «причина простоя». Ввод причины простоя обычно выполняется вручную обслуживающим персоналом оборудования. Если же причина простоя станка формируется автоматически, то такой простой считается состоянием станка (например, Авария, Сбой приводов и т. д.).

Ввод причин простоя осуществляется с помощью устройств сбора данных:

- терминалов типа ТВВ-10;

- терминалов-регистраторов TP-07, а также более ранних моделей TP-05, TP-06, иногда с дополнительными пультами мониторинга ПМ-02м, ПМ-03;
- индивидуальных пультов мониторинга (ИПМ).

Возможен ввод причин простоя и непосредственно в клиентском приложении (Клиент АИС Диспетчер для старых версий АИС Диспетчер, Веб-клиент).

Некоторые модели УЧПУ также могут использоваться для непосредственного ввода причин простоев.

Причины простоя могут задаваться клавишным вводом или сканированием заранее подготовленных штриховых кодов.

Перечень типичных причин простоя, контролируемых при мониторинге, приведен в таблице 3.3 на примере станочного оборудования.

Таблица 3.3 – Пример причин простоя

Причина простоя	Примечание
Нет задания	<b>Организационный простой</b> – это интервал производственного времени, когда оборудование не работает по организационным причинам
Нет заготовок	
Нет инструмента /оснастки	
Нет программы	
Ремонт станка	<b>Технический простой</b> – временная приостановка работы оборудования. При выполнении ремонта разными службами задаются отдельные причины простоев: Ремонт механика, Ремонт электрика
Техобслуживание	
Смена детали	
Замена инструмента	
Измерение детали	
Наладка станка	
Замер детали в ОТК	
Сдача детали	
Уборка станка	Время обслуживания станка
Перерыв	

### 3.9 Ключевые показатели эффективности

**Загрузка оборудования** (коэффициент загрузки) – отношение фактического времени работы оборудования в течение определенного периода (суток, смены, декады и т.д.) к общему эффективному фонду времени работы установленного оборудования.

**Эксплуатационная готовность** (коэффициент готовности) – способность оборудования функционировать надлежащим образом в данный момент времени в течение заданного интервала времени. Рассчитывается, как отношение машинного времени ко всему времени, когда станок включен.

**Производительность** – это соотношение между чистым эффективным и полным машинным временем.

**Доступность оборудования** – показатель, характеризующий отношение машинного времени к производственному (времени, когда станок включен).

**Качество** – Критерий качества учитывает потери в качестве (QL), которые включают в себя производство несоответствующей стандартам продукции. Рассчитывается, как отношение количества качественной продукции к общему количеству продукции.

**Общая эффективность оборудования** (ОЕЕ-индекс) – показатель, который определяет уровень производительности, достигнутый в соответствии со временем производства. Рассчитывается, как произведение доступности оборудования, его производительности и качества.

Краткое описание типовых КПЭ приведено в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Описание КПЭ

	<b>КПЭ</b>	<b>Цель (описание) показателя</b>	<b>Расчет</b>
<b>Коэффициенты загрузки и эффективности работы оборудования</b>			
1	Коэффициент загрузки <b>Кз</b>	Определяет долю основного (машинного) времени по отношению к фонду работы оборудования.	$K_z = T_{\text{маш}}/T_{\text{фонд}}$
2	Коэффициент производственной загрузки <b>Кзп</b>	Определяет долю времени производства и производственного простоя по отношению к фонду работы оборудования.	$K_{зп} = (T_{\text{маш}} + T_{\text{прос.пр}})/T_{\text{фонд}}$
3	ОЕЕ-индекс	ОЕЕ-индекс общей эффективности использования оборудования	$OEE = A_z * P (Q=1)$
4	NEE-индекс	NEE-индекс чистой эффективности использования оборудования	$NEE = A_p * P (Q=1)$
5	Эксплуатационная готовность <b>Аэ</b>	Определяет долю машинного времени по отношению ко времени, когда станок включен	$A_z = T_{\text{маш}}/T_{\text{вкл}}$
6	Производительность <b>Р</b>	Соотношение между чистым и полным машинным временем	$P = T_{\text{маш.ч}}/T_{\text{маш}}$
7	Производственная готовность <b>Ап</b>	Определяет долю времени производства и производственного простоя по отношению ко времени, когда станок включен	$A_p = (T_{\text{маш}} + T_{\text{прос.пр}})/T_{\text{вкл}}$
<b>Коэффициенты готовности</b>			
8	Коэффициенты готовности <b>Кг</b>	Оценивает доступное время для производства продукции. Может использоваться для оценки качества работы сервисных служб	$K_g = (T_{\text{фонд}} - T_{\text{ндв}})/T_{\text{фонд}}$
<b>Коэффициенты эффективности работы персонала</b>			
9	Коэффициент потерь оператора <b>Кпо</b>	Учитывает потери времени, зависящие непосредственно от оператора	$K_{по} = T_{\text{прос.пр}}/T_{\text{фонд}}$
<b>Контроль производства (при наличии модуля)</b>			
10	Коэффициент доступности <b>А</b>	Учитывает потери времени из-за простоев оборудования	$A = T_{\text{маш}} / T_{\text{фонд}}$

	КПЭ	Цель (описание) показателя	Расчет
11	Коэффициент качества <b>Q</b>	Учитывает потери времени на изготовление бракованной продукции.	$Q = \frac{\text{Количество годных деталей}}{\text{Количество изготовленных деталей}}$
12	ОЕЕ См. также п. 3.5	Характеризует эффективность использования оборудования и учитывает потери времени из-за простоев оборудования, потери в скорости работы оборудования и потери в качестве продукции	$OEE = A * P * Q$

Далее даны описания некоторых дополнительных КПЭ.

### 3.10 Коэффициент Обслуживания

Коэффициент **Кобсл** учитывает затраты времени на обслуживание станка в течение каждой рабочей смены (уборка стружки, промывка и т. п. причины, требующие остановки станка).

### 3.11 Коэффициент Плана

Коэффициент (**Кплан**) отображает долю планируемого времени производства продукции на станке от начала контролируемого периода (смена, месяц) до текущего момента относительно фонда работы станка за период (смена, месяц).

$Кплан = Кгот = Tдв / Tфонд * 100\% = (T - Tндв - Tвыкл) / Tфонд * 100\%$ , где

T – время от начала смены (месяца) до текущего момента,

Tдв – доступное время, в течение которого оборудование находится в рабочем состоянии и все готово для производства продукции (оператор, заготовка, инструмент и т. д.),

Tндв – недоступное время - время простоя оборудования по организационным и техническим причинам,

Tвыкл – время, когда станок выключен,

Tфонд – фонд работы станка за рабочую смену (месяц), согласно графику предприятия.

Фактически коэффициент Кплан является одновременно:

- коэффициентом готовности станка и характеризует работу технических и вспомогательных служб;
- динамическим плановым показателем для операторов станков.

### 3.12 Коэффициент Простоя

Определяется, как отношение недоступного времени (Tндв) к фонду рабочего времени.

$Кпрос = (Tндв / Tфонд) * 100\%$ , где

Tндв – недоступное время, суммарное время группы «Простой», куда пользователь, как правило, включает причины простоя и состояния, связанные с техническим и организационным простоем.

Tфонд – фонд работы станка за рабочую смену (месяц), согласно графику предприятия.

Отображает фактический на текущий момент времени коэффициент загрузки станка **Кфакт** за период (смена, месяц). Это доля фактического времени производства продукции на станке на текущий момент относительно фонда работы станка от начала периода.

Ниже, приведенная формула соответствует общему случаю, когда учитываются производственные простои, регистрируемые оператором посредством ввода причин простоев, и применяются вышеупомянутые вспомогательные (поправочные) коэффициенты, которые устанавливаются для каждого станка.

$$\text{Кфакт} = (\text{Тмаш} + \text{Тпрос.пр}) / (\text{Кзагр} * \text{Кобсл} * \text{Тфонд}) * 100\%$$
, где

Тмаш – суммарное время состояний группы «Производство», затраченное на непосредственное изготовление продукции

Тпрос.пр – время выполнения вспомогательных операций, учитывающее (посредством коэффициентов Кзагр. и Кобсл) технологические и организационные потери времени оператором.

Тфонд – фонд работы станка за рабочую смену (месяц), согласно графику предприятия.

По соотношению коэффициентов Кплан и Кфакт оценивается работа оператора станка. Кфакт может даже в некоторых случаях превышать Кплан, если, например, время технологических и организационных потерь оператора меньше запланированного.

### 3.14 Общая эффективность оборудования

Данный комплексный показатель (OEE, Overall Equipment Effectiveness) характеризует эффективность использования оборудования и учитывает потери времени из-за простоев оборудования, потери в скорости работы оборудования и потери в качестве продукции. OEE рассчитывается как произведение трех коэффициентов:

$$\text{OEE} = A * P * Q$$
, где

A – доступность или загрузка оборудования

P – производительность оборудования

Q – качество работ на оборудовании

Планируемое (плановое) рабочее время (Тфонд) рассчитывается, исходя из план-графика работы предприятия. В некоторых случаях из него вычитается время планового ремонта оборудования (Ттоир).

Коэффициенты OEE рассчитываются следующим образом.

Доступность (Availability, A), учитывает потери времени из-за простоев оборудования. Рассчитывается как отношение времени производства продукции (Тмаш) к планируемому производственному времени (Тфонд).

$$A = \text{Тмаш} / \text{Тфонд}$$

Производительность (Performance, P) учитывает потери в скорости производства продукции, т. е. разницу между заданным (идеальным) и фактическим временем изготовления деталей. Рассчитывается она, как отношение идеального времени, необходимого для выпуска продукции (Тмаш.ч), к фактическому времени выпуска (время производства продукции Тмаш).

$$P = \text{Тмаш.ч} / \text{Тмаш}$$

Качество (Quality, Q) учитывает потери времени на изготовление бракованной продукции. Рассчитывается как отношение суммарного времени, которое было затрачено на изготовление годных деталей к времени производства продукции (Тмаш).

$$Q = \text{Тмаш} - \text{Тбрак} / \text{Тмаш}$$

Показатель ОЕЕ позволяет учесть все потери производственного времени. В то же время для расчета ОЕЕ требуется большее наличие объективных данных, чем для расчета коэффициентов загрузки.

В АИС Диспетчер требуется заполнить **Справочник ДСЕ**, где должны быть указаны идеальные времена параметров технологического процесса: машинное, вспомогательное, подготовительно-заключительное, штучное.

При расчете показателя ОЕЕ следует обратить внимание на точность исходного параметра Тмаш.ч (чистое время выполнения техоперации). Если Тмаш.ч будет больше реального времени производства Тмаш, коэффициент производительности **P** будет больше единицы, что исказит целиком показатель ОЕЕ. Таким образом, проводить расчет ОЕЕ целесообразно только тогда, когда правильно рассчитан и описан технологический процесс изготовления деталей.

АИС Диспетчер с активированным модулем контроля производства может рассчитывать ОЕЕ, используя результаты контроля интервалов производственного времени.

### 3.15 Расчет показателей энергоэффективности

АИС Диспетчер в процессе производства продукции для каждой единицы оборудования фиксирует время, когда оборудование производит продукцию, когда простаивает и по какой причине простоя. В результате имеется возможность контролировать и классифицировать потребление электроэнергии:

- по основным состояниям оборудования: **Производство и Простой**;
- по группам причин простоя;
- по причинам простоя каждой группы.

В таблице 5 указаны показатели потребления электроэнергии, рассчитываемые на основе рекомендаций, опубликованных в ГОСТ Р 54430–2011 «Показатели энергоэффективности».

Таблица 5 – Показатели потребления электроэнергии

Ключевые показатели	Цель показателя	Расчет
<b>Показатели потерь электроэнергии</b>		
Коэффициент потерь электроэнергии $K_w$	Оценка потерь электроэнергии в процессе производства	$K_w = W_{\text{произ}} / W_o$
Коэффициенты электропотребления по состояниям (простою) $K_{эс}$	Оценка потерь электроэнергии в зависимости от состояний оборудования	$K_{эс} = W_{\text{сост}} / W_o$
Коэффициент мощности $\cos \varphi$	Определяет потери из-за наличия в нагрузке реактивной составляющей.	$\cos \varphi = P/S$
<b>Показатели энергоэффективности оборудования</b>		
Коэффициент фактической энергоэффективности станка $K_{фэ}$	Оценка использования оборудования по мощности	$K_{фэ} = (W_{\text{произ}} - W_{\text{хх}}) / W_{\text{произ}}$

Ключевые показатели	Цель показателя	Расчет
Коэффициент использования оборудования по мощности $K_p$	Оценка использования оборудования по мощности	$K_p = P / P_n$
<b>Показатели энергоэффективности при изготовлении продукции</b>		
Удельный расход электроэнергии (электроемкость) $Э_u$	Оценка затрат оборудованием электроэнергией на единицу продукции	$Э_u = W_{\text{произ}} / N_{\text{дет}}$
Коэффициент эффективности энергопотребления $K_{э}$	Оценка эффективности техпроцесса изготовления деталей по электропотреблению	$K_{э} = Э_{уп} / Э_{уф}$

Для общей оценки потерь электроэнергии определяется Коэффициент потерь электроэнергии  $K_w$ , который равен отношению фактического расхода электроэнергии оборудованием при обработке деталей к общему расходу электроэнергии в течение заданного периода.

$$K_w = W_{\text{произ}} / W_o, \text{ где}$$

$W_{\text{произ}}$  – фактический расход электроэнергии оборудованием при обработке детали за заданный период (производство продукции), кВт·ч;

$W_o$  – общий расход электроэнергии оборудованием за заданный период, кВт·ч

Коэффициенты электропотребления по состояниям (простоям)  $K_{эс}$  характеризуют потери электроэнергии для конкретных состояний простоя оборудования. При этом выполняется анализ потерь, когда электроэнергия расходуется, а продукция не производится.

Коэффициент фактической энергоэффективности станка  $K_{фэ}$  равен отношению потребляемой станком электроэнергии (в кВт·ч), требуемой для процесса формообразования детали, к полному расходу электроэнергии оборудованием за цикл обработки той же детали.

Расчет коэффициента в системе может выполняться двумя способами:

- выполняется подсчет потребляемой электроэнергии за период, когда непосредственно происходит обработка (формообразование) детали и подсчет электроэнергии в целом за цикл обработки той же детали

$$K_{фэ} = W_{фр} / W_{\text{произ}}$$

- измеряется расход электроэнергии оборудованием на холостом ходу при имитации обработки детали и общий расход электроэнергии при обработке детали

$$K_{фэ} = (W_{\text{произ}} - W_{хх}) / W_{\text{произ}}, \text{ где}$$

$W_{\text{произ}}$  – фактический расход электроэнергии оборудованием при обработке деталей за заданный период (производство продукции), выраженный в кВт·ч;

$W_{фр}$  – электроэнергия, затраченная на обработку (формообразование) детали

$W_{хх}$  – расход электроэнергии оборудованием на холостом ходу при имитации обработки той же детали.

Коэффициент использования оборудования по мощности  $K_p$  равен отношению средней потребляемой мощности при производстве продукции к суммарной номинальной мощности оборудования.

$$K_p = P_{\text{произ}} / P_{\text{ном}}, \text{ где}$$

$P$  – средняя потребляемая активная мощность при производстве продукции за период (кВт).

Рном - Номинальная мощность оборудования по паспорту

Коэффициент показывает, насколько используемое оборудование подходит для той номенклатуры деталей, которая на нем производится.

Удельный расход электроэнергии  $\text{Эу}$  (кВт\*ч/ед. продукции) –это отношение затрачиваемой оборудованием электроэнергии к объему продукции, произведенной за это же время при определенных условиях.

$$\text{Эу} = \text{W}_{\text{произ}} / \text{N}_{\text{дет}}, \text{ где}$$

$\text{W}_{\text{произ}}$  – полный расход электроэнергии оборудованием при изготовлении партии деталей-представителей, кВт\*ч;

$\text{N}_{\text{дет}}$  – число деталей в партии.

В АИС Диспетчер имеется возможность расчета удельного расхода электроэнергии  $\text{Эу}$  на изготовление изделия, детали, а также на каждую технологическую операцию по изготовлению детали. Возможность определения удельного расхода электроэнергии на приводимые изделия позволяет планировать расход электроэнергии непосредственно для плана выпуска продукции.

Коэффициент эффективности энергопотребления при производстве продукции равняется отношению планируемого удельного расхода электроэнергии к фактическому.

$$\text{Кээ} = \text{Эуп} / \text{Эуф}, \text{ где}$$

$\text{Эуп}$  – удельный планируемый расход электроэнергии (энергоемкость) при выполнении техоперации, изготовлении детали, изделия

$\text{Эуф}$  - удельный фактический расход электроэнергии (энергоемкость) при выполнении техоперации, изготовлении детали, изделия

Коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ) равен отношению потребляемой электроприёмником активной мощности к полной мощности.

$$\cos \varphi = P / S, \text{ где}$$

$P$  – потребляемая оборудованием активная мощность в кВт\*ч

$S$  – потребляемая оборудованием полная мощность в кВА\*ч

Коэффициент мощности определяет потери из-за наличия в нагрузке реактивной составляющей мощности. При одной и той же активной мощности нагрузки реактивная мощность бесполезно рассеивается на проводах. Коэффициент мощности может быть рассчитан в АИС Диспетчер по каждому станку и суммарно по подразделениям и предприятию в целом.