

- комплексный Бизнес-консалтинг
- комплексный ИТ-консалтинг
- разработка, внедрение и поддержка решений
- обучение



Балаковская АЭС. История Успеха

ЗАО «ИНЛАЙН ГРУП»
123007, г. Москва
Хорошевское ш., д. 38, корп. 1
Тел.: +7 (495) 787-5940,
Факс: +7 (495) 787-5935
E-mail: info@inlinegroup.ru
www.inlinegroup.ru

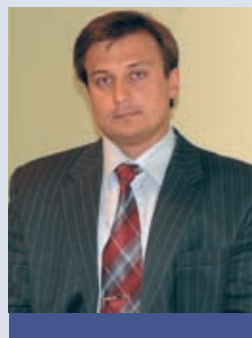
ЗАО «ИНЛАЙН ГРУП ЦЕНТР»
394007, г. Воронеж
Спортивная наб., д. 4-В
Тел.: +7 (4732) 47-4694,
Факс: +7 (4732) 47-4685
E-mail: contacts@inlinegroup-c.ru
www.inlinegroup-c.ru

ООО «ИНЛАЙН ГРУП ЗАПАД»
03040, Украина, г. Киев
ул. Васильковская, д. 14
Тел.: +38 (068) 473-0905
Тел./Факс: +38 (044) 496-3366
E-mail: west@inlinegroup.ru
www.inlinegroup.com.ua

ЗАО «ИНЛАЙН ГРУП СПБ»
190121, г. Санкт-Петербург
наб. Грибоедова Канала,
д. 132, пом. 1Н, литер А
Тел.: +7 (812) 333-5492
E-mail: spb_info@inlinegroup.ru
www.inline-group.spb.ru

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА
«МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ»





«Система МСТО может быть востребована на таких сложных видах производств, использующих потенциально опасные технологии, как химические комбинаты, энергетические, энергогенерирующие, газо- и нефтедобывающие компании и многие другие».

Сергей Крысанов, директор департамента прикладных бизнес-решений компании «Инлайн Групп Центр»



В период 2006–2007гг. компанией ИНЛАЙН ГРУП была разработана информационная система «Мониторинг состояния технологических объектов» (далее — Система). В сентябре 2007 года стартовал проект внедрения Системы в филиале ФГУП Концерн «Росэнергоатом» Балаковская атомная станция. Проект успешно развивался и в настоящее время находится в стадии тиражирования Системы по подразделениям Балаковской АЭС.

Обеспечение безопасной эксплуатации технически очень сложного и потенциально опасного оборудования является одной из важнейших задач, стоящих перед персоналом любой атомной станции. Система «Мониторинг состояния технологических объектов» призвана решать ее путем автоматизации процесса планирования и выполнения контрольных обходов оборудования, главное назначение которых — своевременное выявление проблем безопасности на контролируемых объектах через их непосредственный визуальный осмотр и инструментальную оценку состояния оборудования специально подготовленными сотрудниками.

Выполнение обхода является основным процессом, поддерживаемым Системой. Для того чтобы его выполнение в рамках Системы стало возможным, необходимо предварительно выполнить настройку основных данных, то есть описать маршруты, разработанные начальниками цехов, а также составить график обходов.

Маршрут обхода — это определенная последовательность помещений и технологических объектов, состояние которых должен осмотреть оперативный персонал. Каждый маршрут характеризуется наименованием, номером и организационным подразделением, которое ответственно за его выполнение. Для маршрута указываются виды технологического оборудования, подлежащие контролю, и параметры оценки его состояния и состояния помещения, например: температура в помещении, перепад давления, частота генератора и т.п. Для каждого параметра определяются допустимые значения с учетом конкретных условий функционирования соответствующего оборудования или предназначения помещения.

После завершения этапа описания маршрутов начальником цеха составляется график обходов, который утверждается главным инженером. На основании графика обходов в Системе автоматически формируются задания на обход, которые затем выгружаются на терминал сбора данных (ТСД), которым оснащен каждый обходчик.

В каждой контрольной точке (на контролируемом объекте) маршрута обхода размещена радиочастотная (RFID) метка или наклейка со штрихкодом, которую обходчик сканирует с помощью ТСД, автоматически получая при этом на экране терминала сбора данных детальную информацию о технологическом объекте, а именно: его идентификационные характеристики, контролируемые параметры и их допустимые значения. Обходчик регистрирует значения контролируемых параметров объектов учета в электронном бланке осмотра на терминале сбора данных.

По окончании обхода информация о результатах осмотра технологических объектов переносится из ТСД в базу данных Системы. Собранные сведения агрегируются и представляются в виде набора аналитических отчетов, используемых главными инженерами и начальниками цехов для оценки результатов выполнения обходов и принятия решения о необходимости проведения профилактических мероприятий или принятия мер по обеспечению безопасности.

В настоящее время производится опытная эксплуатация Системы на четвертом энергоблоке Балаковской атомной станции. Система установлена в четырех цехах: Тепловой автоматизации измерений, Турбинном, Реакторном и Электрическом. Ее пользователями, число которых достигает 160 человек, являются специалисты всей производственной вертикали управления от главного инженера и его заместителей до начальников цехов и оперативного персонала. На данный момент в Системе описано около 30 маршрутов, процесс описания продолжается. Ежедневно выполняются порядка 45 обходов по различным маршрутам.

Обзор архитектуры и прикладной функциональности Системы

Система имеет комплексную аппаратную архитектуру, состав и взаимодействие компонентов которой представлены на рис. 1.

СЕРВЕР СИСТЕМЫ

На сервере Системы установлена база данных Oracle, а также сервер приложений, который обеспечивает доступ к базе данных с рабочих мест с использованием тонкого клиента — web-браузера. В базе данных централизованно хранятся все настройки Системы и сосредоточивается полная информация об обходах и их результатах. Все компоненты Системы взаимодействуют с сервером по локальной сети.

РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ

В соответствии с функциональными задачами можно выделить три вида рабочих станций:

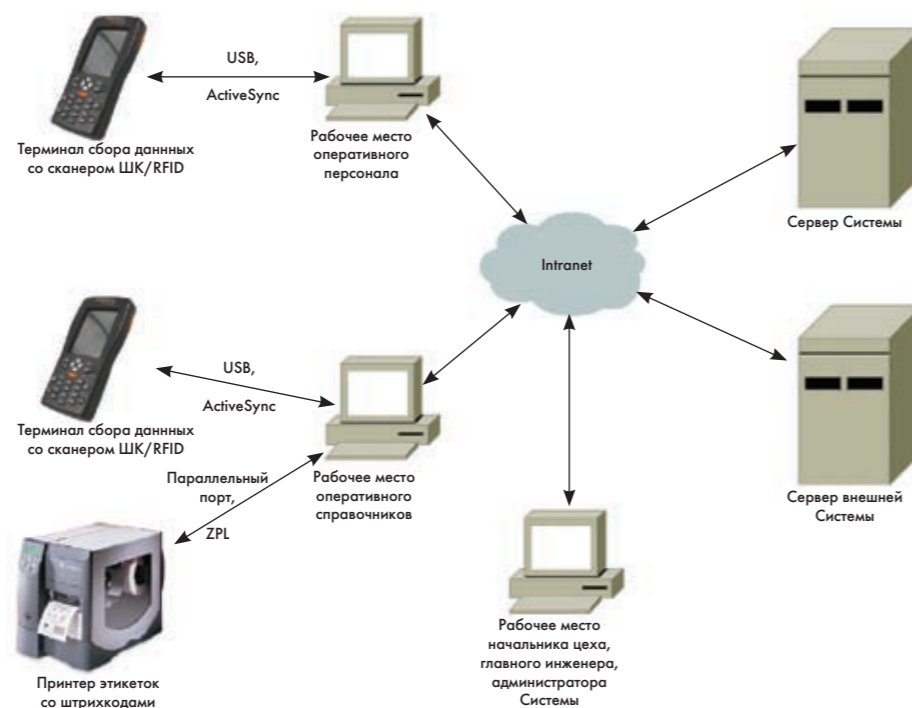
- для оперативного персонала;
- для операторов справочников и начальников цехов;
- для главного инженера и администратора Системы.

Данное разделение обусловлено необходимостью подключения к рабочим станциям различного оборудования.

ТЕРМИНАЛ СБОРА ДАННЫХ

Терминал сбора данных представляет собой компактный персональный компьютер (КПК) в промышленном исполнении со встроенным ридером RFID-меток и/или сканером штрихкодов.

Рис. 1. Аппаратная архитектура Системы



На терминале сбора данных установлен специализированный программный компонент Системы, предназначенный для автоматизации процесса сбора значений параметров контролируемых объектов в автономном режиме (без связи с Системой) при обходах.

Загрузка описания маршрута обхода из базы данных Системы и перенос в нее результатов обхода осуществляется через выделенную рабочую станцию, к которой подключается терминал сбора данных через USB-порт.

Количество терминалов сбора данных не ограничено. Оно определяется необходимостью обеспечения одновременной работы всех участников процесса.

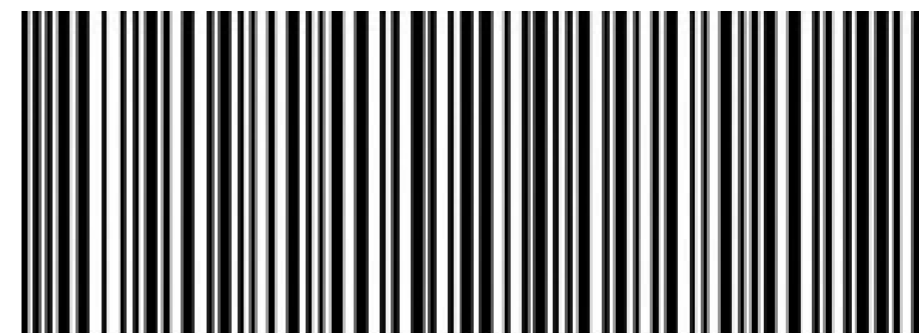
ПРИНТЕР ЭТИКЕТОК

Принтер этикеток предназначен для распечатки этикеток со штрихкодами на специальной клеевой бумаге (или синтетическом материале), устойчивых в определенных пределах к негативному влиянию окружающей среды (влага, пыль, загрязнение и т.п.). Он подключается к одной из рабочих станций через параллельный порт.

Для создания и печати этикеток используется программный продукт ZebraDesigner фирмы Zebra Technologies (рис. 2).

Разработанные в ZebraDesigner шаблоны этикеток содержат, как минимум, поле для вывода штрихкода с идентификатором метки. В то же время шаблон может содержать поля для вывода дополнительной текстовой информации, например обозначение точки маршрута.

Рис. 2. Этикетка, полученная с помощью программы ZebraDesigner





«Основная задача, поставленная перед нами руководством, состояла в снижении возможных рисков при совершении контрольных обходов оборудования».

Анатолий Муравьев, начальник отдела информационных систем Балаковской атомной станции

Программная архитектура Системы приведена на рис. 3.

Основными программными компонентами Системы, реализующими прикладную функциональность, являются: базовый модуль, модуль пользовательского интерфейса и модуль терминала сбора данных. Ниже приведено краткое описание основных прикладных функций Системы, проиллюстрированное примерами пользовательского интерфейса.

Прикладная функциональность информационной системы «Мониторинг состояния технологических объектов» включает в себя поддержку следующих основных процессов:

- ведение нормативно-справочной информации;
- разработка и корректировка маршрутов и графиков обходов;
- размещение меток;
- выполнение обхода с заполнением электронного бланка осмотра на ТСД;
- формирование регламентной и аналитической отчетности.

ВЕДЕНИЕ НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

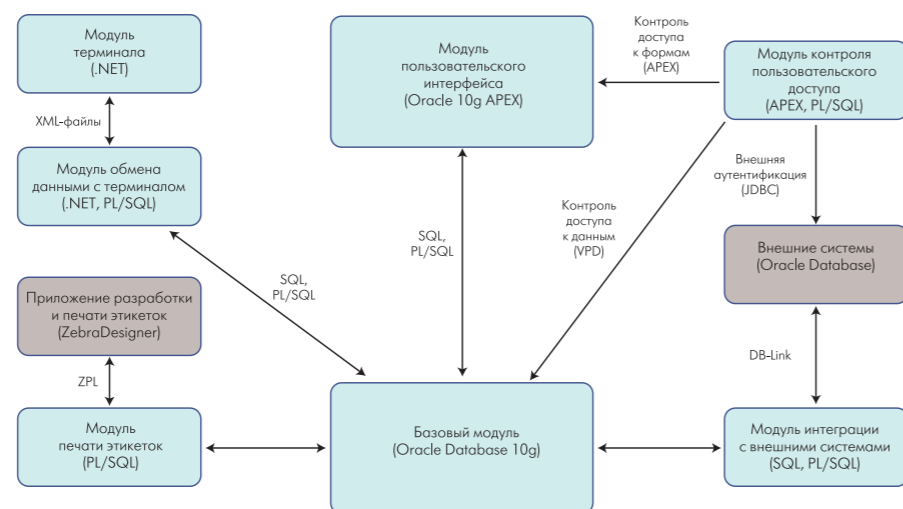
Ведение нормативно-справочной информации предполагает ведение следующей информации в Системе:

- организационная структура предприятия;
- каталог объектов учета;
- классы объектов учета;
- параметры объектов учета.

Объект учета — это конкретный объект определенного вида (сооружение, здание, помещение, единица оборудования), имеющий параметры, которые необходимо контролировать. Объект учета ассоциирован в Системе с организационным подразделением, ответственным за его эксплуатацию, и может быть включен в один или несколько маршрутов обходов, разработанных данной организационной единицей.



Рис. 3. Программная архитектура Системы



Полная информация об объекте учета может быть получена из его карточки (рис. 4).

Объекты учета в Системе группируются по классам, что позволяет рассматривать множество объектов одного класса как единое целое и определять параметры, общие для всех объектов класса.

При подготовке Системы к выполнению обходов важную роль играет настройка параметров объектов, значения которых контролируются в процессе обхода. Для повышения прозрачности результатов обхода допустимые значения параметров объектов учета классифицируются на нормальные, допустимые, регламентные и аварийные. Данная классификация при необходимости может быть легко расширена.

Кроме того, Система предоставляет возможность задания сложных условий включения параметра объекта учета в обход (например, параметр может учитываться только в летний период или только в зимний и только в определенном маршруте) (рис. 5).

Полный список объектов учета представлен в каталоге объектов учета.

Рис. 4. Карточка объекта учета. Состав объекта учета

| Наименование | Краткое наименование | Класс | Ответственная организация |
|--------------------------|----------------------|------------|-------------------------------|
| Промышленные объекты | Пром. объекты | Объект АЭС | Балаковская АЭС |
| Энергоблок № 1 | Энергоблок № 1 | Объект АЭС | Балаковская АЭС |
| Реакторное отделение №1 | РО-1 | Объект АЭС | Балаковская АЭС |
| Герметичный шлюз ГА103/2 | ГА103/2 | Помещение | Цех централизованного ремонта |
| Лестница N1 A201/1 | A201/1 | Помещение | Электрический цех |
| Лестница N2 A201/2 | A201/2 | Помещение | Электрический цех |
| Холл лестницы N1 A202/1 | A202/1 | Помещение | Электрический цех |
| Холл лестницы N2 A202/2 | A202/2 | Помещение | Электрический цех |

Рис. 5. Ведение допустимых свойств объектов учета

| Имя | Тип | Наименование свойства | Актуальность | Пользователь | Соблюдение? | Соблюдение? | Настройка и | Восстановить | Оформить |
|-----|-----|--|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------|
| 1 | ✓ | Допустимые значения в области измерения | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| 2 | ✓ | Разрешение деления шкалы контрольных приборов и дисплеев на основе объектов статуса | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| 3 | ✓ | Допустимые значения в настройках | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| 4 | ✓ | Допустимые значения в настройках | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| 5 | ✓ | Системные файлы, используемые для обслуживания данных в файловой системе соответствия базе С.4.302.4 | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| 6 | ✓ | Наличие резервной АС | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |

РАЗРАБОТКА И КОРРЕКТИРОВКА МАРШРУТОВ И ГРАФИКОВ ОБХОДОВ

Для каждого основного объекта в Системе (маршрут, обход, объект учета) ведется карточка, консолидирующая всю непосредственно связанную с данным объектом информацию.

Например, карточка маршрута содержит общую информацию о маршруте, включая сканированное изображение схемы маршрута, информацию о составе, то есть контрольных точках и контролируемых объектах, а также об обходах, выполненных по данному маршруту.

С помощью карточки маршрута можно легко настраивать его состав, то есть добавлять или удалять точки маршрута или объекты осмотра, а также управлять включением в обход по данному маршруту параметров объектов учета, входящих в состав маршрута (рис. 6).

Для составления графика обходов в Системе предусмотрена специальная форма, в которой указывается время начала и окончания обхода, должность исполнителя, а также условие, выполнение которого обуславливает актуальность данного пункта расписания. Исходя из указанной на данной форме информации, Система один раз в сутки автоматически формирует задания на обход, которые впоследствии будут выгружены на терминалы оперативного персонала (обходчиков). В случае необходимости существует возможность принудительного формирования задания на обход вне графика (рис. 7).

Рис. 6. Карточка маршрута. Состав маршрута

| Часть маршрута | Тип точки | Имя точки | Параметры | Ответственный ОС | Вкл. учет | Дет. | Описание |
|---|-----------|-------------------|------------------|------------------|-----------|------------------------------------|----------|
| Точка №1. 330121002 - Конденсатор турбины К-1000 паровая 25 | ↓ | Конденсатор | Турбинный цех №2 | Нет | Да | Метка расположена справа от трубы | |
| 1.1. ЗЭС 121002 - Конденсатор турбины К-1000 паровая 25 | ↓ | Конденсатор | Турбинный цех №2 | Нет | Да | Метка на стене слева | |
| Точка №2. | ↓ | Диспетчер | Турбинный цех №2 | Нет | Нет | Метка расположена в центре объекта | |
| 2.1. ЗЭС 121001 - Демократ питательной воды | ↓ | Демократ | Турбинный цех №2 | Нет | Нет | | |
| 2.2. ЗЭС 121001 - Демократ питательной воды | ↓ | Демократ | Турбинный цех №2 | Нет | Нет | | |
| Точка №3. Пароперегреватели на умягчении турбины, в зеваторах и на П (124596) | ↓ | Пароперегреватели | Турбинный цех №2 | Нет | Нет | | |
| 3.1. Пароперегреватели на умягчении турбины, в зеваторах и на П (124596) | ↓ | Пароперегреватели | Турбинный цех №2 | Нет | Нет | | |

Рис. 7. График обходов

| Смена | Время обхода | Маршрут | ОС - исполнитель | Должность исполнителя | Дет. | Выполнено | Описание |
|-------|------------------|---|--|--|------|-----------|----------|
| 1 | с 00:00 до 08:00 | Маршрут №1: Контроль состояния оборудования ЗЭС. Цепи тепловых электромашин и котельной | Един тепловых электромашин и котельной | инженер по ремонту и обслуживанию котельной и электростанций | Да | Да | |
| 1 | с 01:00 до 02:00 | Маршрут №1: Обход работающих оборудования РС4. ОС: "Реакторный цех №2" | Реакторный цех №2 | оператор реакторного отделения | Да | Да | |
| 2 | с 09:10 до 12:00 | Маршрут №1: Обход работающих оборудования РС4. ОС: "Реакторный цех №2" | Реакторный цех №2 | оператор реакторного отделения | Да | Да | |
| 2 | с 13:00 до 14:00 | Маршрут №1: Обход работающих оборудования РС4. ОС: "Реакторный цех №2" | Реакторный цех №2 | оператор реакторного отделения | Да | Да | |
| 1 | с 08:00 до 09:00 | Маршрут №1: Обход работающих оборудования РС4. ОС: "Реакторный цех №2" | Реакторный цех №2 | оператор реакторного отделения | Да | Да | |
| 3 | с 17:00 до 18:00 | Маршрут №1: Обход работающих оборудования РС4. ОС: "Реакторный цех №2" | Реакторный цех №2 | оператор реакторного отделения | Да | Да | |
| 3 | с 21:00 до 22:00 | Маршрут №1: Обход работающих оборудования РС4. ОС: "Реакторный цех №2" | Реакторный цех №2 | оператор реакторного отделения | Да | Да | |
| 1 | с 18:00 до 19:00 | Маршрут №1: Тестовый маршрут №1. ОС: "Турбинный цех №2" | Турбинный цех №2 | старший инженер турбинного отделения | Да | Да | |



РАЗМЕЩЕНИЕ МЕТОК

Перед выполнением первого обхода по описанному в Системе маршруту необходимо разместить метки в контрольных точках (на контролируемых объектах) маршрута.

Размещение меток необходимо и для маршрутов, обходы по которым уже выполнялись, в случае изменения состава маршрута или утраты по каким-либо причинам прикрепленных ранее меток.

В базовом модуле Системы формируется список точек маршрута без меток и точек, где наличие меток находится под сомнением. Данный список выгружается на ТСД, после чего обходчик размещает метки по ходу маршрута, выполняя сканирование каждой метки в процессе выполнения обхода и подтверждая тем самым факт привязки метки к маршруту, а также факт ее наличия. Информация о размещенных по маршруту метках загружается в базовый модуль Системы.

По окончании процесса размещения меток Система готова к выполнению обходов по данному маршруту.

ВЫПОЛНЕНИЕ ОБХОДА С ЗАПОЛНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННОГО БЛАНКА ОСМОТРА НА ТСД

После того как задание на обход выгружено на терминал можно приступить к выполнению обхода оборудования.

Двигаясь по маршруту и считывая код RFID-метки или штрихкод на пути следования, обходчик отмечает факт своего присутствия в данной точке маршрута, а также автоматически получает на экране терминала сбора данных всю информацию о необходимых действиях: какое оборудование осматривать, какие параметры регистрировать и каковы их допустимые значения и т.п. Результаты осмотра заносятся в память терминала через специальный пользовательский интерфейс.

Пользовательский интерфейс терминала сбора данных оптимизирован с учетом небольших размеров экрана, отсутствия полноценной клавиатуры, а также специфических условий работы обходчиков. Для выполнения большинства операций требуется лишь нажимать стилусом на графические элементы управления, отображаемые на сенсорном экране.

В качестве примера на следующем рисунке представлены экранные формы, соответствующие вводу аварийного и допустимого значений параметра объектов учета на терминале сбора данных (рис. 8).

После осмотра всех контролируемых объектов учета на данном маршруте обходчик завершает обход. Затем результаты выполненного обхода загружаются в базовый модуль Системы.

Карточка обхода предоставляет возможность просматривать детальную информацию о результатах обхода. Для наглядного представления результатов строки, соответствующие объектам учета, для которых были зарегистрированы аварийные значения параметров, подсвечены красным цветом. Значения конкретных параметров можно увидеть в карточке осмотренного объекта (рис. 9).

Рис. 8. Ввод значений параметров объектов осмотра

ФОРМИРОВАНИЕ РЕГЛАМЕНТНОЙ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ

Система предоставляет удобные средства анализа текущей и исторической информации в виде набора отчетов, в который входят сводные отчеты по данным обходам, а также отчеты по качеству данных.

Сформировав сводный отчет по обходу, пользователь получает подробную информацию о значениях параметров объектов осмотра, замечаниях обходчика к объектам осмотра и обходу в целом, которые были зарегистрированы в процессе выполнения обхода. Анализ данного отчета позволяет своевременно выявлять проблемы безопасности на контролируемых объектах (рис. 10).

Для получения общей картины результатов обходов следует воспользоваться сводным отчетом по обходам за сутки. В отчете на заданную дату представлен перечень обходов в соответствии с графиком. Каждая запись об обходе промаркирована, что позволяет визуально выделить «проблемные» обходы, то есть обходы, содержащие аварийные значения параметров, замечания к оборудованию или обходу в целом (рис. 11).

В Системе представлена группа отчетов, позволяющая отследить некорректное описание параметров объектов учета, а также их допустимых значений как на уровне класса объекта учета, так и на уровне маршрута. Устранение неточ-

ностей в описании допустимых свойств параметров объектов учета позволяет избежать ошибок при анализе результатов обходов.

На следующем рисунке приведено несколько примеров некорректного описания классов объектов учета, входящих в состав анализируемого маршрута (рис. 12).

Из приведенного отчета видно, что в описании параметров объектов учета класса «Насосы, компрессоры, газодувки и пр.» были обнаружены пересечения и пропуски допустимых значений интервалов, а также неполное описание некоторых параметров.

Итоги

По словам заместителя главного инженера Балаковской атомной станции по информационным технологиям г-на Лосева С.Н., «успешно выполненный компанией ИНЛАЙН ГРУП проект по автоматизации бизнес-процесса учета обходов оборудования позволил перевести его на качественно более высокий уровень эффективности и управляемости. Новая система полностью решает поставленные перед ней задачи и в настоящее время не имеет аналогов на других атомных станциях концерна «Росэнергоатом».

«Успешно выполненный компанией ИНЛАЙН ГРУП проект по автоматизации бизнес-процесса учета обходов оборудования позволил перевести его на качественно более высокий уровень эффективности и управляемости. Новая система полностью решает поставленные перед ней задачи и в настоящее время не имеет аналогов на других атомных станциях концерна «Росэнергоатом».

Лосев С.Н., заместитель главного инженера Балаковской атомной станции по информационным технологиям

Рис. 9. Карточка обхода. Карточка осмотренного объекта

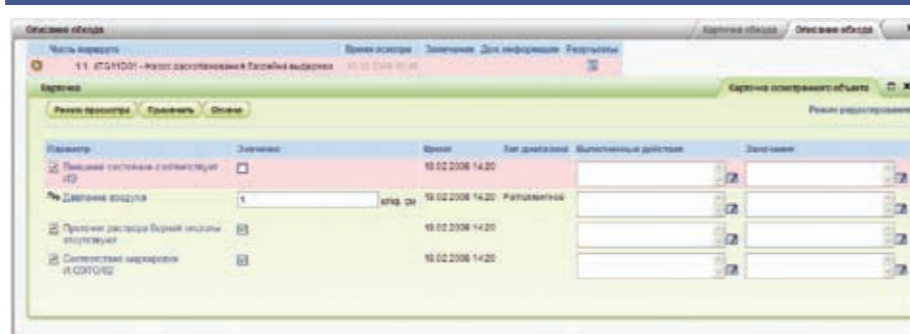


Рис. 10. Сводный отчет по обходу

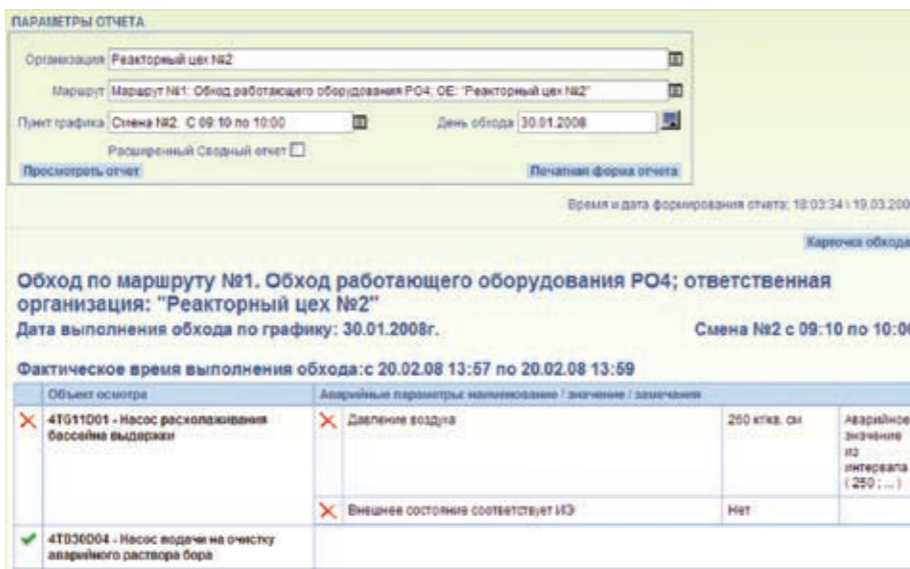


Рис. 11. Сводный отчет по обходам за сутки

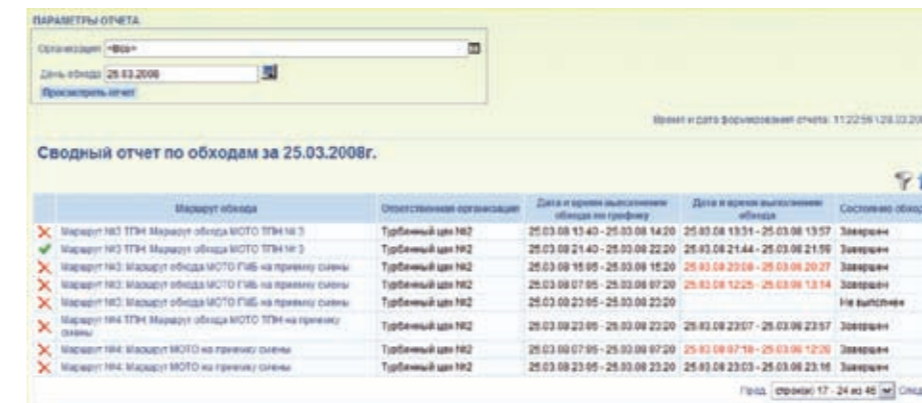


Рис. 12. Полнота и корректность описания маршрутов

