

## ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СЛУЖБЫ И ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИКИ

*В статье рассматривается проблема внедрения автоматизированной системы с экспертными элементами на энергетических предприятиях для оптимизации бизнес-процессов технического обслуживания и ремонта оборудования цеха тепловой автоматики, а также измерений с целью сокращения времени для принятия управленческих решений и повышения их качества.*

**Ключевые слова:** *техническое обслуживание и ремонт оборудования, система планирования ресурсов предприятия, экспертная система.*

V.G. Tarasov

## THE INTEGRATION OF INFORMATION AND REFERRAL SERVICE AND LOCAL AUTOMATION SYSTEM OF CONTROL AND AUTOMATION EQUIPMENT MAINTENANCE AND REPAIR PROCESSES

*The problem of the automated system introduction with expert elements at the power enterprises for business process optimization of thermal automatic equipment shop maintenance and repair, and also measurements with the purpose of time reduction for making managerial decisions and their quality increase are considered in the article.*

**Key words:** *equipment maintenance and repair, enterprise resource planning system, expert system.*

---

**Введение.** В настоящий момент в отечественной энергетике сложилась ситуация, когда в процессах сервисного обслуживания оборудования автоматики и средств измерений на электростанциях отсутствует накопление статистической информации о проведённых аварийных работах, отказов оборудования, дефектов и инцидентов.

Оперативная информация фиксируется в оперативных журналах и журналах дефектов, технических и административных распоряжений, но анализ возникновения неисправностей, качества выполнения ремонтов проводится бессистемно. А ведь на основании этих данных можно анализировать ошибки на разных стадиях управления, применение различных типов оборудования, оптимизировать материальные затраты и пр. Кроме того, не хватает оперативности информирования персонала при изменениях рабочих параметров, изменения эксплуатационных схем, выполненных работ на объектах электростанции.

Учет хронологии выполнения работ слабо реализован в настоящий момент. Между тем на основании хронологических данных можно получать статистику по многим важным показателям предприятия. Например, отслеживание видов работ, которые проводились с прибором, датчиком или регулятором, сейчас требует значительных затрат времени, поскольку при этом необходимо обращение к бумажному архиву – выписанным нарядам и журналам выдачи нарядов и распоряжений. Собранная и проанализированная электронная статистика полезна для метрологов и экономистов, а также для персонала, обслуживающего данное оборудование, производственно-технического отдела предприятий. При проведении модернизации производства эта информация может быть полезной при принятии решения о приобретении нового оборудования определённого типа или использования и ремонта старого. Появляется возможность сравнения материальных и трудовых затрат на обслуживание определённого типа оборудования (затрат на приобретение, монтаж, эксплуатацию, демонтаж).

Накопление истории работы с оборудованием и оперативное обеспечение информацией о методике правильного выполнения работ полезны при принятии решения по организации проведения работ и при выборе метода устранения дефектов или выполнения ремонта. Такими данными может быть методика, предложенная заводом-изготовителем или профессиональный опыт экспертов в этой области. Выдача рекомендаций для принятия решения на основании анализа текущей ситуации и выполненных работ в данный момент вообще не применяется.

С целью оптимизации процессов управления и обработки информации, необходимой для принятия решений, сокращения времени при принятии решений о методе сервисного обслуживания и общего времени на выполнение работ, повышения качества выполнения обслуживания и безопасности обслуживающего

персонала, надежности выполнения работ и снижения аварийности на Норильской ТЭЦ-2 ведется разработка и внедрение автоматизированной информационной системы (АИС), оптимизирующей процессы управления техническим обслуживанием и ремонтом. Разрабатываемая система должна соответствовать определенным требованиям.

Система должна обеспечивать:

- накопление информационной базы о состоянии оборудования и его истории с целью оптимального выбора состава работ;
- регистрацию отказов (дефектов, инцидентов);
- учёт всех проведенных работ;
- информационное обеспечение персонала о методике и особенностях обслуживания типового оборудования предприятия;
- работу с архивами технической документации;
- формирование стратегических планов использования и графиков ремонта оборудования;
- автоматизацию планирования ресурсов (трудовых и МТР) на сопровождение оборудования;
- отражение оперативной информации, необходимой для принятия решений при проведении работ при ремонте ТО и для прогноза технического состояния оборудования;
- отражение результатов фактического выполнения ремонтов и ТО;
- анализ обеспеченности процесса сопровождения оборудования необходимыми ресурсами;
- анализ отклонений в сроках и объёмах выполнения ремонтов;
- автоматизацию процессов паспортизации и аттестации оборудования.

После проведенной работы по исследованию бизнес-процессов сервисного обслуживания и оптимизации этих процессов [1] принято решение о разработке программного комплекса, состоящего из двух подсистем:

- 1) информационно-справочной службы систем контроля и автоматики (ИСС СКИА);
- 2) локальной системы автоматизации технического обслуживания и ремонта (ЛСА ТОиР).

Система информационной поддержки ИСС СКИА представляет собой общий информационный ресурс и может быть доступна всем пользователям глобальной сети. Система может выполнять запросы обычных пользователей сети Интернет или выполнять запросы различных систем автоматизации. Локальным информационным ресурсом является система ЛСА ТОиР, работающая с информацией локального объекта автоматизации. Структурная схема глобальных и локальных ресурсов системы изображена на рис. 1. Обе подсистемы задействованы в процессе технического обслуживания и ремонта оборудования.

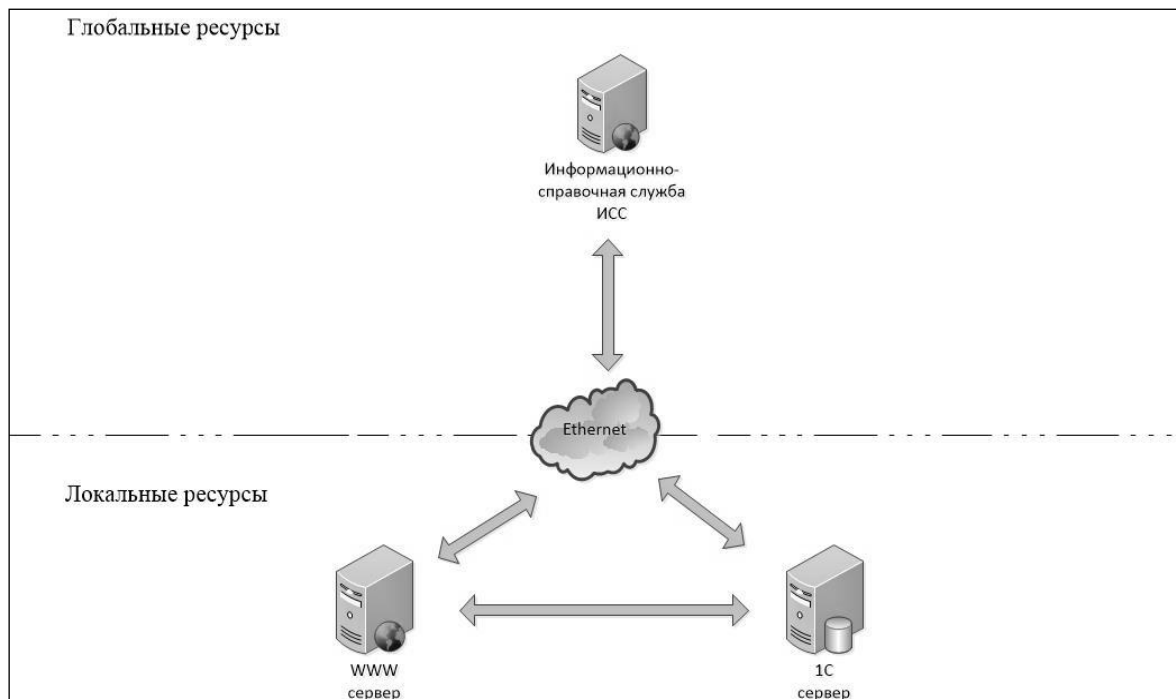


Рис. 1. Конфигурация подсистем АИС

Локальная система автоматизации процессов ТОиР производит учет всего оборудования, с которым работает цех тепловой автоматики и измерений. Система разрабатывается средствами программы «1С: Предприятие 8.2» [6]. Данные об оборудовании учитываются в справочниках и разделены на классы. В настоящий момент созданы справочники «Электроарматура» и «Электронные приборы». Форма учета оборудования является его электронным паспортом (паспортом объекта), в котором содержатся основные данные, необходимые для его обслуживания. Такими данными являются «Наименование», «Позиция», «Место установки», «Измеряемая величина» и другие свойства, которыми обладает объект учета. Для отслеживания видов работ, которые были произведены с объектом, предусмотрен учет даты и состава выполненных сервисных работ, а также учет проверок и калибровок. В случае если требуется предоставить дополнительную информацию для объекта, предусмотрена возможность автоматического формирования гиперссылки или запроса к системе ИСС СКИА, которая обеспечивает информационную поддержку. Дополнительными данными для объекта учета могут быть принципиальная схема для данного оборудования, инструкция по его эксплуатации, конструкционные или эксплуатационные особенности, методика быстрого определения и устранения неисправностей, важные замечания экспертов, полезные при принятии решения о выборе метода сервисного обслуживания.

Для реализации системы выполнен монтаж среднескоростной сетевой инфраструктуры LAN с возможностью доступа по технологии Wi-Fi. Взаимодействие устройств с системой происходит по клиент-серверной технологии. Это позволяет производить доступ к системе компьютерам и любому устройству поддерживающих Wi-Fi-технологии в районе помещений оперативных дежурных ЦТАИИ, БЩУ-1, ЦЩУ. Сетевая конфигурация ЛСА ТОиР изображена на рис. 2

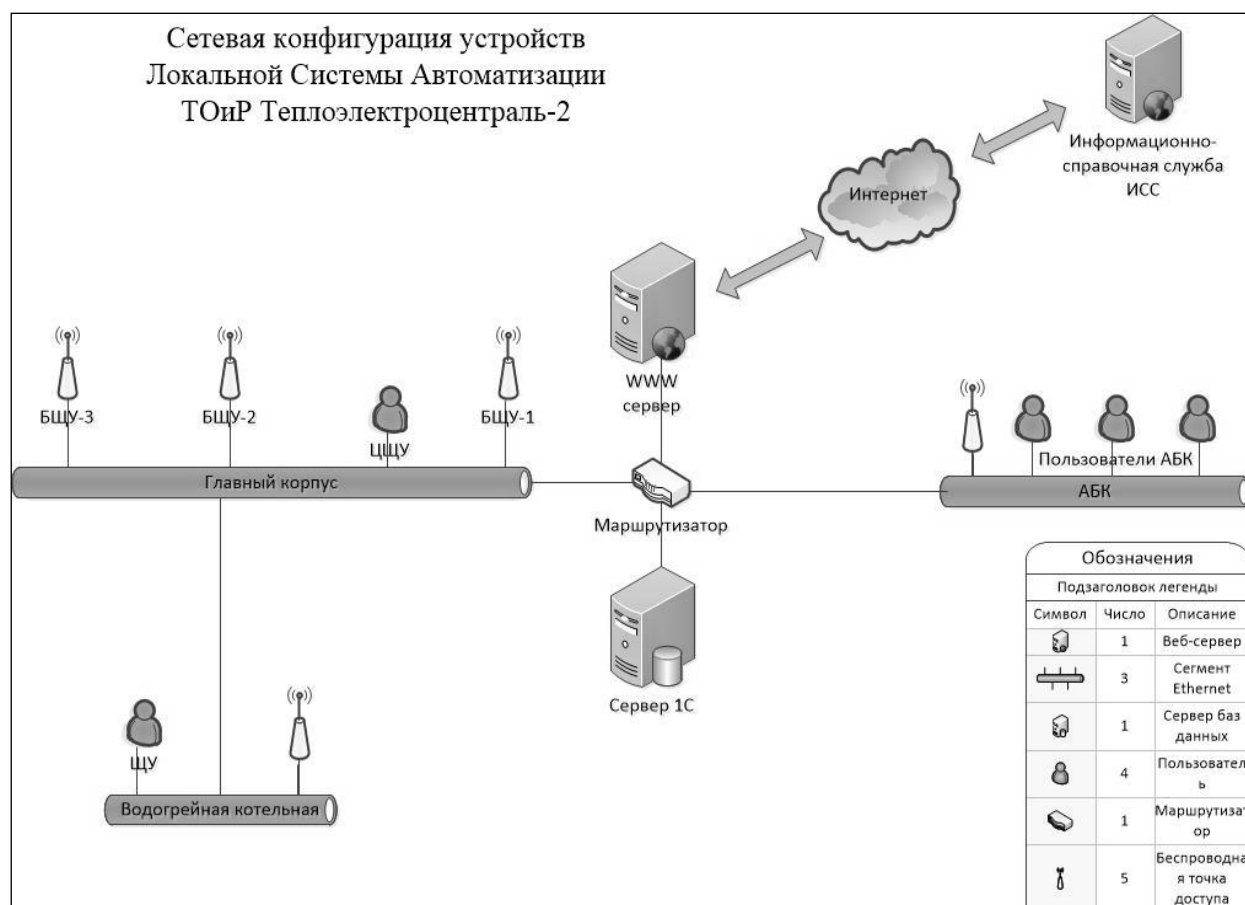


Рис. 2. Сетевая конфигурация ЛСА ТОиР

На сетевом компьютере установлена программа 1С с конфигурацией системы ТОиР и запущены службы веб-сервера WWW.

Доступ к ресурсам ЛСА возможен следующими способами:

- информационная база расположена на сервере «1С: Предприятия» (используется тонким или толстым клиентом в клиент-серверном варианте);
- информационная база расположена на веб-сервере (используется толстым клиентом и веб-клиентом в файловом или клиент-серверном варианте).

### **Информационно-справочная служба систем контроля и автоматики**

Система информационной поддержки ИСС СКИА работает отдельно от ЛСА ТОиР и представляет собой самостоятельный программный продукт для различных служб предприятия. В рамках текущего исследования в качестве эксперимента система реализована в виде динамического сайта с использованием технологии программируемых страниц Active Server Pages компании Microsoft. Доступ к базе знаний организован в виде иерархического каталога (онтологии) веб-страниц.

Система может выполнять запросы разносторонних клиентов как пользователей ПК, так автоматизированных систем АСУ ТП. В состав ИСС СКИА входит база знаний и специально разработанный веб-интерфейс.

Предметно ориентированная онтология оборудования контроля и автоматики тепловых процессов выполнена в виде каталогов веб-сервера. Классами данной онтологии являются каталоги сервера с иерархическими связями понятий по отношению к вложению. Наименование классов организовано в виде названий групп оборудования и области измерений. Оборудование разделено на классы и подклассы. Например, класс «Sensors» (первичные приборы, датчики и чувствительные элементы), класс «Devices» (вторичные приборы, преобразующие различные виды сигналов датчиков).

В состав классов входят подклассы: «Р» (давление), «F» (расход), «L» (уровень), «Т» (температура), «А» (газовый анализ). Символьные обозначения, применяемые в онтологии, выбраны на основе ГОСТ 21.208, в котором определены обозначения измеряемых величин для проектной документации, применяемой при автоматизации технологических процессов.

Измеряемые величины, в свою очередь, также разделены на подклассы в зависимости от типа сигнала, с которым работает датчик или вторичный прибор. Например, подкласс «DfTг» (дифференциально-трансформаторный) определяет подкласс оборудования, использующего в своей работе дифференциально-трансформаторную схему преобразования и измерения сигнала. Подкласс mA (миллиамперы) определяет оборудование, использующее унифицированный сигнал в схеме преобразования и измерения, и так далее.

Экземплярами онтологии являются страницы Active Server Pages (ASP), содержащие как статическую информацию в теле страницы, так и серверные сценарии, программный код извлечения данных из базы знаний с помощью обработчика страниц ASP.

Применяя возможности языка разметки гипертекста и используя слоты (свойства) объекта, возможно формирование абсолютно точной гиперссылки на документ или запроса к базе знаний ИСС СКИА. Используя запросы, генерируемые страницами ASP, информация извлекается из базы знаний и передается пользователю. Управление контентом производится помощью специально разработанного интерфейса CMS.

### **Взаимодействие ЛСА ТОиР и ИСС СКИА**

Взаимодействие двух систем происходит автоматическим формированием гиперссылки к экземплярам онтологии оборудования ИСС СКИА из форм учета оборудования ЛСА ТОиР. Используя свойства объектов локальной системы автоматизации, реализован программный код, автоматически формирующий гиперссылку к странице ASP онтологии ИСС СКИА. Пример окна пользователя локальной автоматизированной системы со ссылками на онтологию базы знаний изображен на рис. 3

3К-72 (Комплект приборов измерения)

Записать и закрыть

Все действия ▾ ?

Позиция:

3К-72

Принадлежит объекту:

Котел-3

Название прибора:

Расход д/топлива к котлу

Измеряемая величина:

F

Тип датчика:

ДМ 3583М

ТО и ремонт датчика

Предел датчика:

16 кПа

Вых сигнал датчика:

Диф. трансформаторный

Место установки датчика:

отм.9,6 ось 14, ряд В, между котлами 3,4

Тип вторичного прибора:

КСД-2

ТО и ремонт вторичного прибора

Модификация вт пр:

054

Место установки вт пр:

БЩУ-1, панель-12

Шкала вт пр:

0 - 16 т/ч

Вх.сигнал вт.прибора:

Диф. трансформаторный

Тракт:

Пг

Кол-во каналов:

2

Периодичность поверки:

Калибровка, 2 года.

Примечания:

Данные обновлены:

10.12.2012

Учет выполненных работ

Выполненные поверки

Добавить

✕

↑

↓

Все действия ▾

N	Дата поверки датчика	Дата поверки вт.прибора
1	17.05.2012	23.05.2012
2	24.05.2013	24.05.2013

Рис. 3. Окно пользователя ЛСА ТОУР с гиперссылками к базе знаний

Код, размещенный под гиперссылками «ТО и ремонт датчика» и «ТО и ремонт вторичного прибора», автоматически сформирован системой и обращается к странице ASP ИСС СКИА.

В качестве примера приведём код гиперссылки «ТО и ремонт вторичного прибора»: <http://ntek/Ontology/Devices/F/DfTr/#КСД-2> В этой ссылке использованы свойства объекта «Вторичный прибор» (Devices), «Измеряемая величина» (F), «Вх. сигнал вт. прибора» (DfTr) и «Тип вторичного прибора» (КСД-2).

Фрагмент онтологии оборудования и средств измерений ИСС СКиА, к которой обращается данная гиперссылка, изображен на рис. 4

Local Files	Size	Type
[-] Ontology		Folder
[-] Actuators		Folder
[+] Elektrolapan		Folder
[+] Elektrozaadvijka		Folder
[+] Help		Folder
[+] Instructions		Folder
[+] MEO		Folder
[+] Regulator		Folder
[-] Devices		Folder
[-] A		Folder
Index.asp	6KB	Active S...
[-] F		Folder
[-] DfTr		Folder
Index.asp	2KB	Active S...
[-] mA		Folder
Index.asp	2KB	Active S...

Рис. 4. Фрагмент онтологии оборудования ИСС СКИА

Результатом работы гиперссылки является запуск запрошенной страницы из онтологии на веб-сервере. Веб-сервер проверяет, имеет ли имя файла расширение asp. Если такое расширение обнаружено, то сервер просматривает этот файл и выполняет все найденные в нем сценарии. Сервер добавляет результаты выполнения каждого сценария в файл и отправляет готовый HTML-файл клиенту. Таким образом, с помощью сценария ASP пользователь получает доступ к базе знаний. В зависимости от разработанного сценария в теле страницы происходит обработка данных базы знаний. Доступ клиентов ИСС СКИА изображен на рис. 5

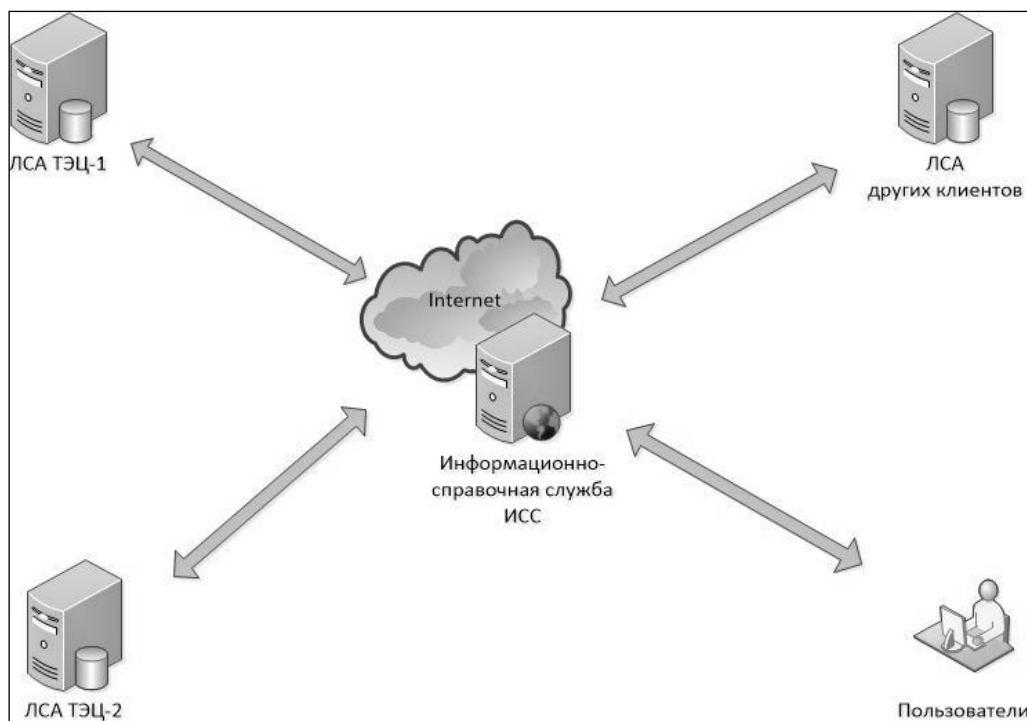


Рис. 5. Доступ клиентов к ИСС СКИА

**Заключение.** Таким образом, начата реализация автоматизированной системы управления процессами технического обслуживания и ремонта оборудования для цеха тепловой автоматики и измерений Норильской ТЭЦ-2. В основу разработки системы положена концепция разделения системы на локальную систему и общедоступные ресурсы информационной поддержки, что является одним из отличий системы от других систем на рынке ПО (например, систем класса «ТОРО» [2], «1С:ТОИР» [3], «Global EAM» [4]). Другим отличием системы от систем подобного типа является то, что она разрабатывается специально для нужд энергетических предприятий. Локальная система автоматизации ЛСА ТОИР на основании уникального состава оборудования предприятия выполняет операции только с оборудованием данного предприятия. Информационная поддержка для каждой единицы оборудования ЛСА ТОИР обеспечивается информационно-справочной службой ИСС СКИА.

При развитии системы имеет смысл внедрения элементов экспертной системы, использующей хронологические данные, накопленные за время эксплуатации оборудования. Применяя алгоритм анализа информации, система будет предоставлять рекомендации, советы и подсказки о правильности применения определенной методики ТОИР, стратегии предприятия в конкретный момент времени с учетом текущей оперативной обстановки. Это поможет избежать ошибочных и ненужных действий персонала, повысит производительность труда. Внесение и обновление информации в базу знаний, пересмотр информации экспертами будет происходить в процессе эксплуатации оборудования, т.е. планируется внедрение элементов экспертной системы смешанного типа [5].

Возможна организация информационного обмена между такими же или подобными базами знаний на энергетических предприятиях, обслуживающих оборудование в подобных условиях эксплуатации. Решения о покупке нового оборудования принимаются руководителями подразделений, основываясь на информации производителя и собственном локальном опыте эксплуатации. Для производителя оборудования информация системы о реальной эксплуатации выпускаемого им продукции будет являться одной из уникальных для того, чтобы обеспечить канал обратной связи с потребителем, что является одним из важных инструментов при проведении маркетинговых исследований для достижения конкурентных преимуществ товара. Получение такой информации требует значительных материальных и человеческих затрат, а разрабатываемая система будет значительно их экономить.

### Литература

1. Тарасов В.Г. Исследование бизнес-процессов сервисного обслуживания тепловой автоматики тепловых электростанций на примере Норильской ТЭЦ // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 3. – С. 34–42.
2. Сайт корпорации «Галактика» // <http://toro.galaktika.ru>. Дата обращения: 24.05.2013.
3. Сайт компании «1С: Бухучет и Торговля», раздел 1С: ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования // [http://www.1cbit.ru/1csoft/index.php?SECTION\\_ID=651](http://www.1cbit.ru/1csoft/index.php?SECTION_ID=651). Дата обращения: 24.05.2013.
4. Сайт компании «Бизнес Технологии», Global EAM // <http://global-eam.ru>. Дата обращения: 24.05.2013.
5. Джозеф Джарратано, Гари Райли. Экспертные системы: принципы разработки и программирование: пер. с англ. – М.: Вильямс, 2006. – 1152 с.
6. Радченко М.Г., Хрусталева Е.Ю. 1С: Предприятие 8.2. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. – М.: ООО «1С-Паблишинг», 2009. – 872 с.

