

УДК 621.331.221:681.526 (571.51)

В.Г. Тарасов

**ИССЛЕДОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ АВТОМАТИКИ  
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ПРИМЕРЕ НОРИЛЬСКОЙ ТЭЦ**

*Предлагается информационная система для автоматизации процессов управления техническим обслуживанием тепловых электростанций.*

*По результатам выполненного моделирования бизнес-процессов можно увидеть и оценить результаты оптимизации.*

**Ключевые слова:** электростанция тепловая, обслуживание, система планирования ресурсов, экспертная система.

V.G. Tarasov

**BUSINESS PROCESS RESEARCH OF THE POWER PLANT THERMAL AUTOMATION SERVICE  
MAINTENANCE ON THE EXAMPLE OF NORILSK TPP**

*The information system for the managerial process automation of the thermal power plant service maintenance is offered.*

*The results of the conducted business process modeling allow to see and estimate the optimization results.*

**Key words:** thermal power plant, service, resource planning system, expert system.

**Введение.** В настоящее время в процессе сервисного обслуживания оборудования автоматики и средств измерений на электростанциях отсутствует накопление статистической информации о проведенных аварийных работах, отказах оборудования, дефектах и инцидентах.

Оперативная информация, возникающая в процессе эксплуатации оборудования, фиксируется в оперативных журналах и журналах дефектов, журналах технических и административных распоряжений и т.д., но анализ возникновения неисправностей, качества выполнения ремонтов проводится бессистемно. На основании этих данных можно анализировать ошибки на разных стадиях управления, применения различных типов оборудования, материальных затрат и пр. Не хватает оперативности информирования персонала при изменениях рабочих параметров, изменениях эксплуатационных схем, произведенных работ на объектах электростанции.

История о проделанной работе в виде хронологии слабо реализована в настоящий момент. Например, отслеживание видов работ, которые проводились с прибором, датчиком или регулятором, – это задача, требующая значительных ресурсов времени. Такого рода статистическая информация полезна для метрологов и экономистов, персонала, обслуживающего данное оборудование, производственно-технического отдела предприятий. При проведении модернизации производства эта информация полезна для принятия решения о приобретении оборудования определенного типа. Появляется возможность сравнения материальных и трудовых затрат на определенный тип оборудования (затрата на приобретение, монтаж, эксплуатацию).

Накопление истории работы с оборудованием и обеспечение информацией о методике правильного выполнения работ, доступной оперативно, полезны при принятии решения по организации и проведении работ. Это может быть методика завода-изготовителя или профессиональные секреты, написанные экспертом. Функция выдачи рекомендаций для принятия решения на всех уровнях цикла управления, на основании анализа работ, в данный момент вообще не реализована.

**Цель исследования.** Для решения перечисленных проблем предлагается разработать и внедрить автоматизированную информационную систему (АИС), выполняющую автоматизацию процессов управления технического обслуживания.

Система должна обеспечивать:

- 1) накопление информационной базы о состоянии оборудования и его истории для оптимального выбора состава работ;
- 2) регистрацию отказов (дефектов, инцидентов);
- 3) учет всех проведенных работ;
- 4) формирование стратегических планов использования и графиков ремонта оборудования;
- 5) автоматизацию планирования ресурсов (трудовых и МТР) на сопровождение оборудования;
- 6) отражение оперативной информации, необходимой для принятия решений при проведении работ по ремонту, ТО и для прогноза технического состояния оборудования;
- 7) отражение результатов фактического выполнения ремонтов и ТО;
- 8) анализ обеспеченности процесса сопровождения оборудования необходимыми ресурсами;
- 9) анализ отклонений в сроках и объемах выполнения ремонтов;
- 10) автоматизацию процессов паспортизации и аттестации оборудования;
- 11) формирование отчетности.

**Модель процесса «Как есть» (As-Is)**

Для проведения анализа информационных процессов выполнена модель деятельности по сопровождению оборудования тепловой автоматики цеха тепловой автоматики и измерений (ЦТАИ) Норильской ТЭЦ-2. Модель выполнена в нотации IDEF0 [2]. Декомпозиция процессов в модели выполнена по циклу управления.

На рисунке 1 изображена контекстная диаграмма функциональной модели в варианте «As-Is». Для декомпозиции выбран процесс «Выполнить сервисное обслуживание оборудования тепловой автоматики». Этот процесс является основным производственным процессом ЦТАИ. На входе процесса – информация (требования) об обеспечении работоспособности оборудования, своевременного ремонта, выполнения текущих и аварийных работ, а также расходные материалы. Результат работы процесса – услуга по поддержанию готовности соответствующих групп оборудования ТЭЦ и документация.

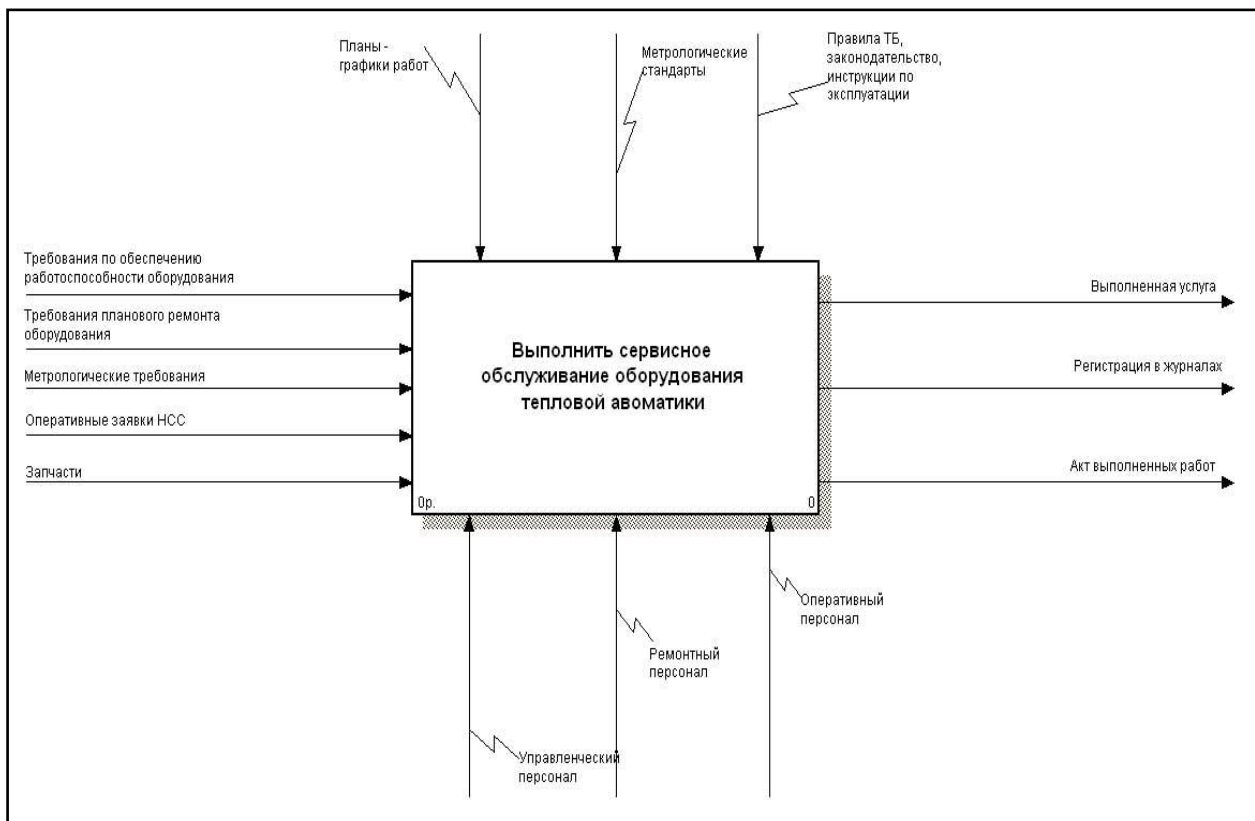


Рис.1. Контекстная диаграмма функциональной модели в варианте «As – Is»

На рисунке 2 изображена декомпозиция процесса «Выполнить сервисное обслуживание оборудования тепловой автоматики» в варианте «As-Is».

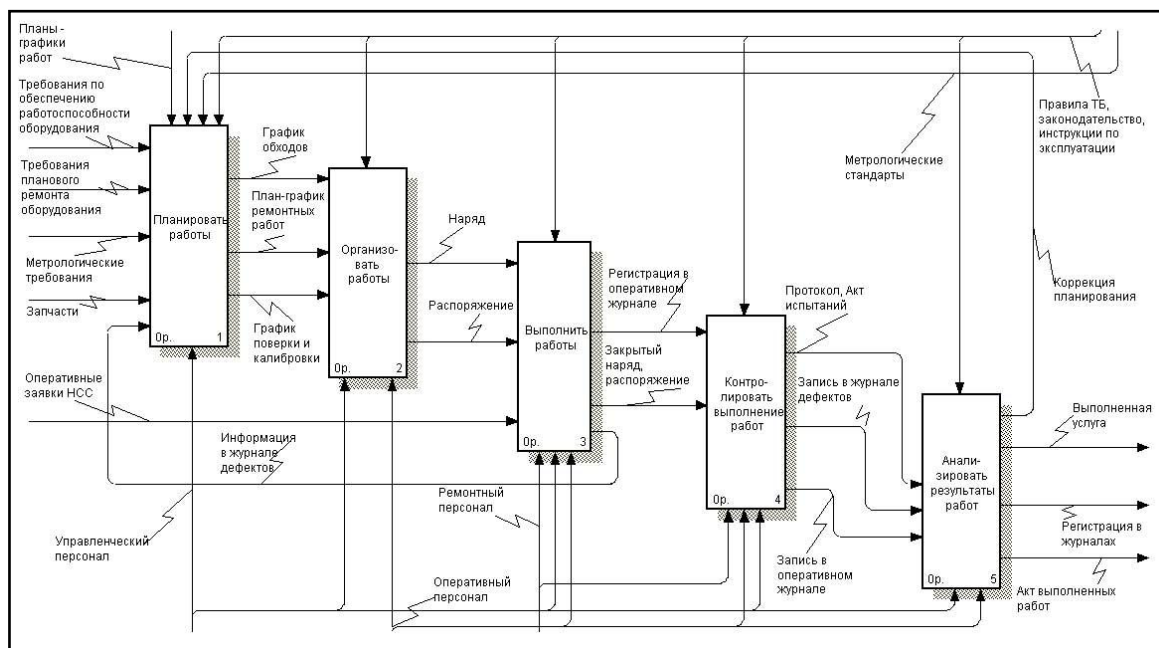


Рис. 2. Декомпозиция процесса «Выполнить сервисное обслуживание оборудования тепловой автоматики» в варианте «As-Is»

Пояснения к представленным функциональным блокам на рисунке 2:

### Планировать работы

Этап планирования работ в цехе тепловой автоматики происходит на так называемых «планерках», на которых начальник доводит до сведения своего заместителя и мастеров планы и распоряжения, стратегические направления и цели, полученные у руководства более высокого уровня организационной иерархии предприятия. Происходит разработка и утверждение новых планов, контролирование выполнения текущих планов, а также анализ выполненных работ и принятие решения для корректировки планирования в будущие периоды.

### Организовать работы

После выполнения планирования работ происходит их организация. При организации работ запланированные работы делятся на части, в которых делегируются ответственность и полномочия. Формируется бригада с распределенной ответственностью между производителем и членами бригады. Выдается устное или оформляется письменное распоряжение на выполнение работ, или выписывается наряд.

### Выполнить работы

После получения и оформления устного, письменного распоряжения, наряда, персонал приступает к выполнению работы.

Выполнение работы также состоит из последовательности шагов, обязательных при организации выполнения работ. Для того чтобы приступить к выполнению работ, необходимо получить разрешение на выполнение данного вида работ. Согласование всех деталей с начальником смены электростанции и информирование бригады о получении и или о неполучении разрешения производит оперативный персонал ЦТАиИ (ОП).

В случае получения разрешения ОП производит подготовку рабочего места, инструктирует персонал согласно правилам ТБ и регистрирует допуск к работе в «Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям». При отказе допуск не производится, бригада к выполнению работ не допускается.

После окончания выполнения работ производитель работ производит доклад о полном окончании работ, происходит оформление окончания работ. В этом же блоке показана информация о результатах обходов при осуществлении технического обслуживания оборудования. В случае невозможности устранения дефектов собственными силами ОП, дефект регистрируется в журнале дефектов, и эта информация используется при планировании работ.

### Контролировать выполнение

После полного выполнения работ происходит контрольный осмотр и пробное испытание оборудования. После выполнения испытаний производится регистрация результатов испытаний в виде записи в протоколе испытаний, записи в журнале дефектов или в оперативном журнале.

### Анализировать результаты работы

После того как были выполнены процедуры контрольных испытаний, происходит анализ возникших неисправностей, выявление проблем несвоевременного выполнения работ, некачественного выполнения и принимается решение о коррекции планирования при необходимости.

### Функциональная модель «Как должно быть» (To-Be)

Преодоление проблем, обозначенных в данной работе, планируется достичь путем введения в управление работ по обслуживанию оборудования тепловой автоматики специализированной автоматизированной информационной системы (АИС). Контекстная диаграмма функциональной модели процесса в варианте «To-Be», описывающая изменения в выполнении процесса от введения АИС, приведена на рисунке 3.

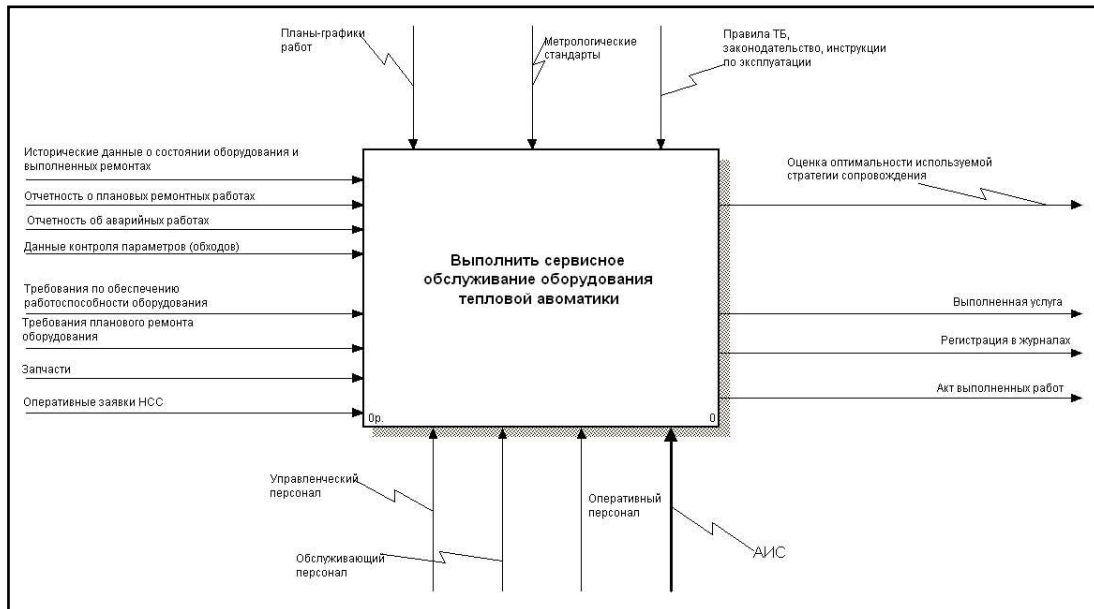


Рис. 3. Контекстная диаграмма функциональной модели в варианте «To-Be»

На рисунке 3 добавлена разрабатываемая система АИС, которая отображается в виде ресурса, выполняющего определенный вид работы в модели, совместного с другими ресурсами. Входные параметры системы модифицированы, так как при использовании АИС данные накопленные в процессе эксплуатации будут являться материалом, который участвует в процессе выработки стратегии.

Входные параметры можно условно разделить на две группы.

Первая группа – это данные, на основе которых можно производить статистические расчеты и на основании которых можно вырабатывать и изменять стратегию сопровождения оборудования.

Таковыми данными являются:

- исторические данные о состоянии оборудования и выполняемых ремонтах;
- отчетность о плановых ремонтных работах;
- отчетность об аварийных работах;
- данные контроля параметров.

Вторая группа данных – это информация о выполнении услуг и расходные материалы. Информация о выполнении услуг – это требования обеспечить работоспособность оборудования, выполнить плановый ремонт, выполнить оперативные заявки начальника смены станции (НСС) и запчасти, используемые в этих процессах.

Выходными данными модели «To-Be» являются результаты работы модели:

- оценка оптимальности используемой стратегии сопровождения;
- выполненная услуга;
- зарегистрированная информация о проделанной работе.

На рисунке 4 изображена декомпозиция функциональной модели процесса «Выполнить сервисное обслуживание оборудования тепловой автоматики» в варианте «To-Be», где видно, что данные АИС используются на всех этапах организации и выполнения работ.

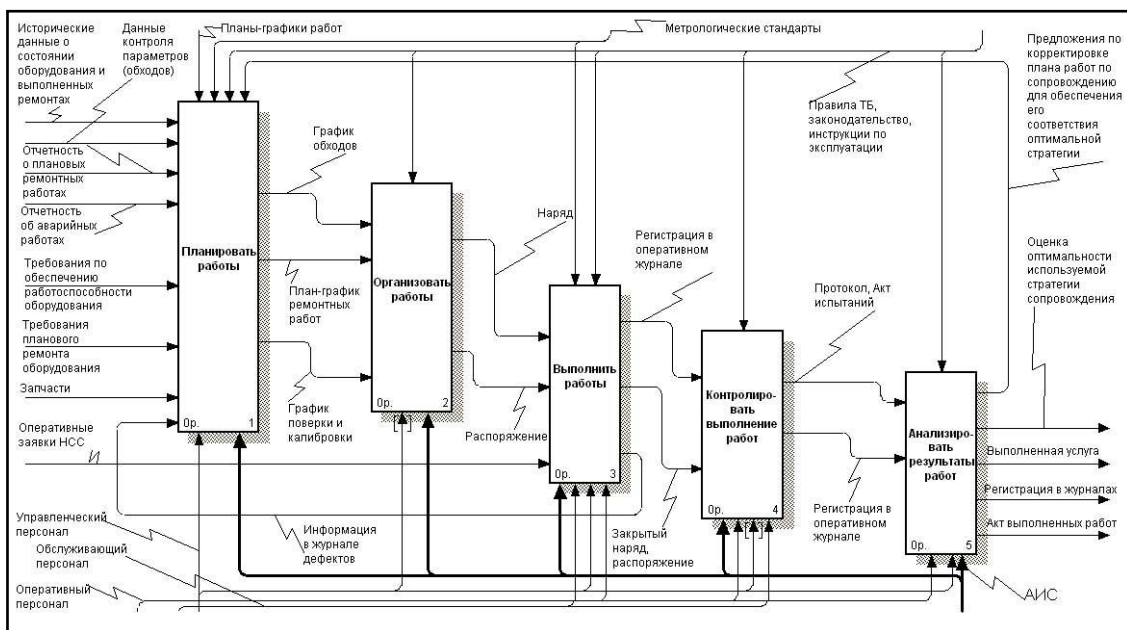


Рис. 4. Декомпозиция функциональной модели процесса «Выполнить сервисное обслуживание оборудования тепловой автоматики» в варианте «То-Ве»

**Планировать работы**

Декомпозиция блока «Планировать работы» показана на рисунке 5.

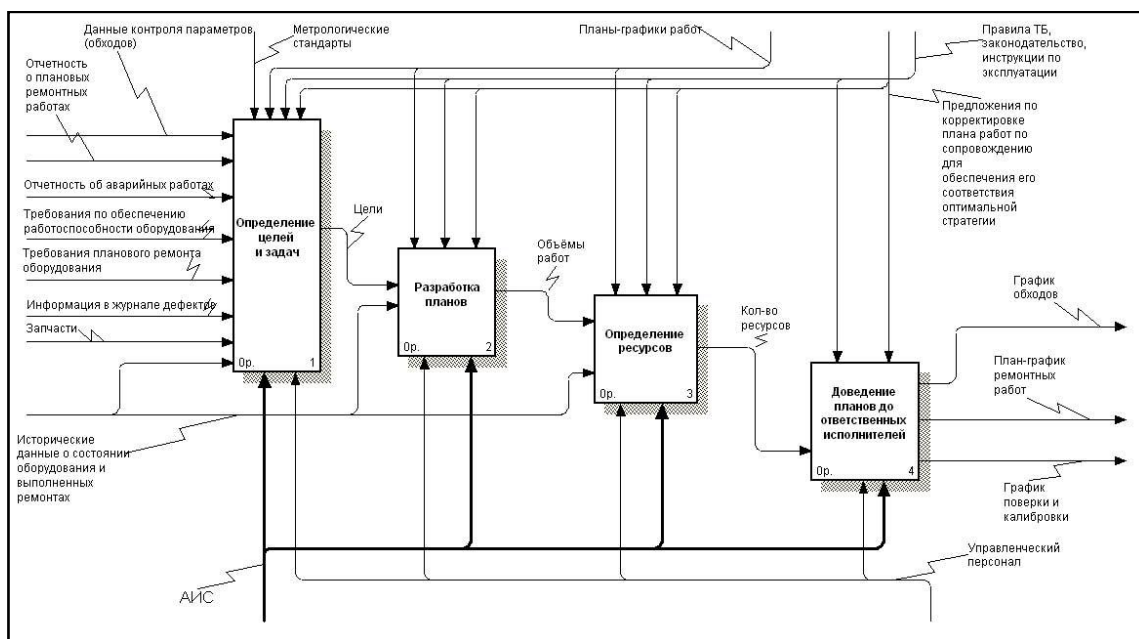


Рис. 5. Декомпозиция блока «Планировать работы»

На этапе «Планировать работы» данные, внесенные в АИС, используются при определении целей и постановке задач, планировании и определении ресурсов.

Используя статистические данные о проделанной работе, выходах из строя оборудования, стоимости обслуживания, плановых и аварийных ремонтах, можно менять стратегию и вырабатывать рекомендации для ее изменения.

**Организовать работы**

Декомпозиция блока «Организовать работы» показана на рисунке 6.

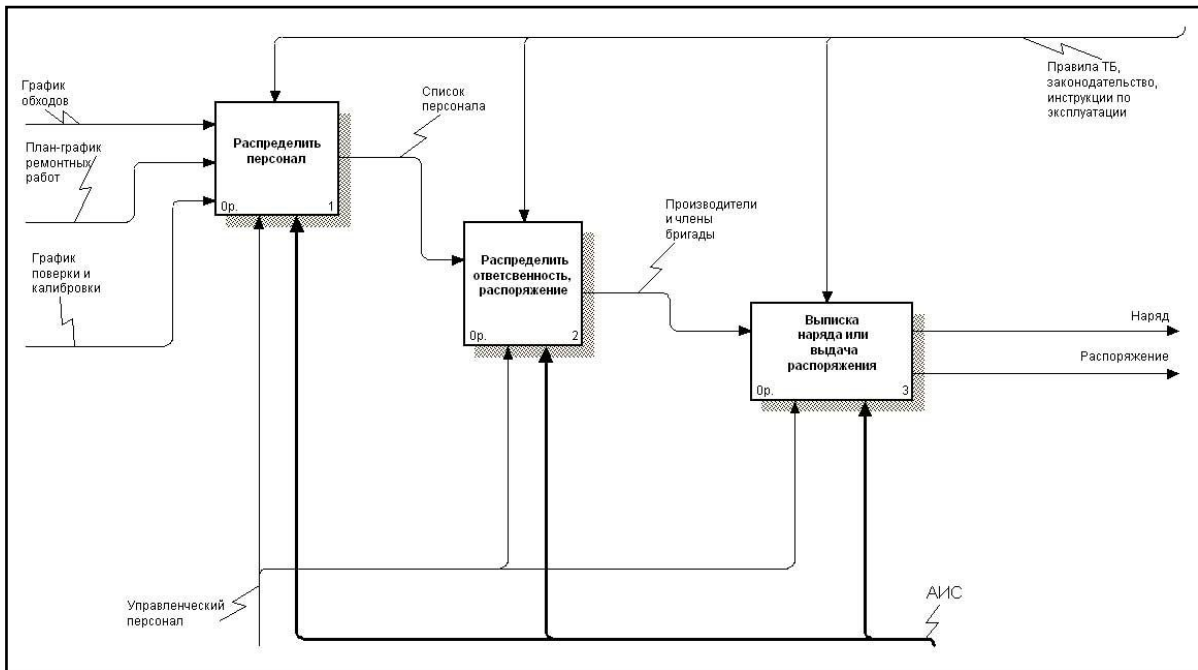


Рис. 6. Декомпозиция блока «Организовать работы»

На этапе организации работ данные АИС используют при распределении персонала и ответственности. Например, данные о планируемых и выполненных работах вносятся в базу данных, на основании этих данных можно отслеживать качество выполняемой работы конкретными работниками. Можно сразу владеть информацией, когда был произведен ремонт, кем конкретно, каков был состав работ, дополнительной информацией касающейся конкретной позиции оборудования внесенной мастером, бригадиром.

В зависимости от типа работ, распределение времени может быть улучшено, если мастеру предоставить оперативную информацию о нормах времени. При регистрации и оформлении распоряжения или выписке наряда-допуска процессы автоматизированы.

**Выполнить работы**

Декомпозиция блока «Выполнить работы» показана на рисунке 7.

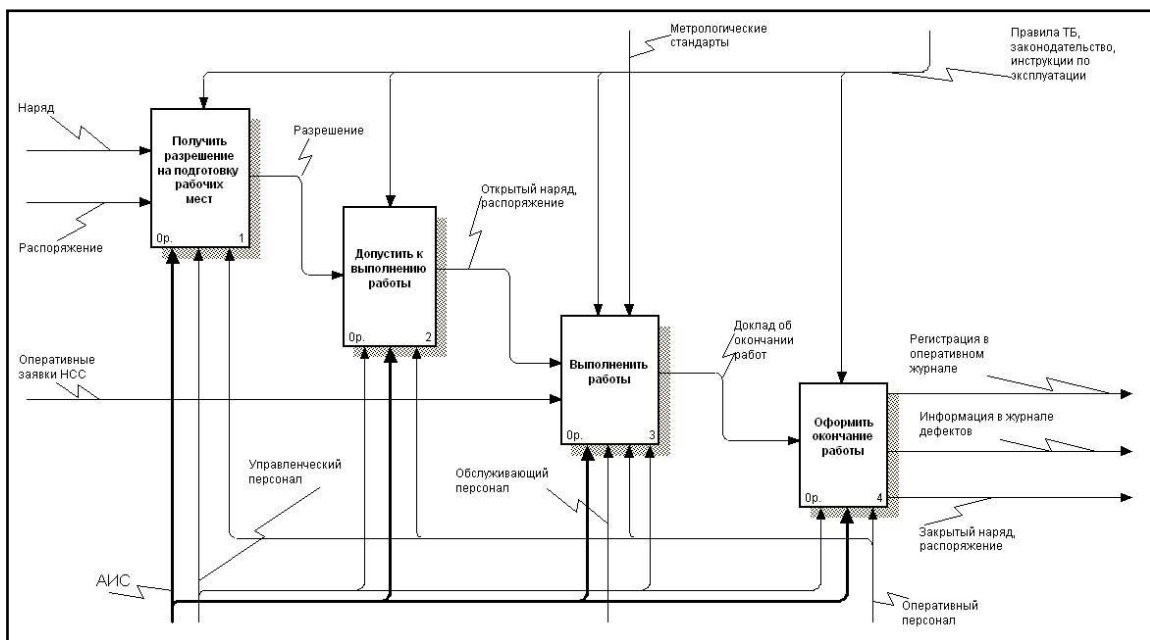


Рис. 7. Декомпозиция блока «Выполнить работы»

Получение разрешения на подготовку рабочих может заранее отражаться в АИС. Например, при выполнении плановых ремонтных работ на котлоагрегате заранее блокируется или разрешается допуск бригад на работы отдельных узлов котла. При допуске оперативный дежурный получает информацию о том, кому именно было выдано распоряжение на выполнение работ мастером, где эту работу нужно выполнять, какие меры безопасности необходимо соблюдать при выполнении работ и т.д.

Оперативный персонал (допускающий) получает информацию из АИС о сроках прохождения персоналом правил техники безопасности и других правил. При несоблюдении этих требований АИС выдает предупреждение о нарушении сдачи ТБ или о невыполнении каких-либо других условий, запрограммированных для правильного допуска бригады к работе. Результаты допуска сохраняются в базе данных и при необходимости эта информация доступна для анализа.

При выполнении работ руководитель работ, производитель работ, члены бригады используют методику выявления и устранения неисправностей, заложенную экспертом. На этом этапе АИС выполняет функционал экспертной системы, предлагая или принимая решения для выполнения работ тем или иным методом [1].

Персонал, работающий с АИС, имеет возможность немедленно получить необходимую новейшую документацию и схемы с корректировками, так как предусмотрен модуль работы со схемами. В процессе выполнения работ вносятся корректировки в методические указания по устранению неисправностей, высказываются пожелания после окончания работ, вносятся пояснения, которые рассматриваются управленческим персоналом цеха.

**Контролировать выполнение**

Декомпозиция блока «Контролировать выполнение» показана на рисунке 8.

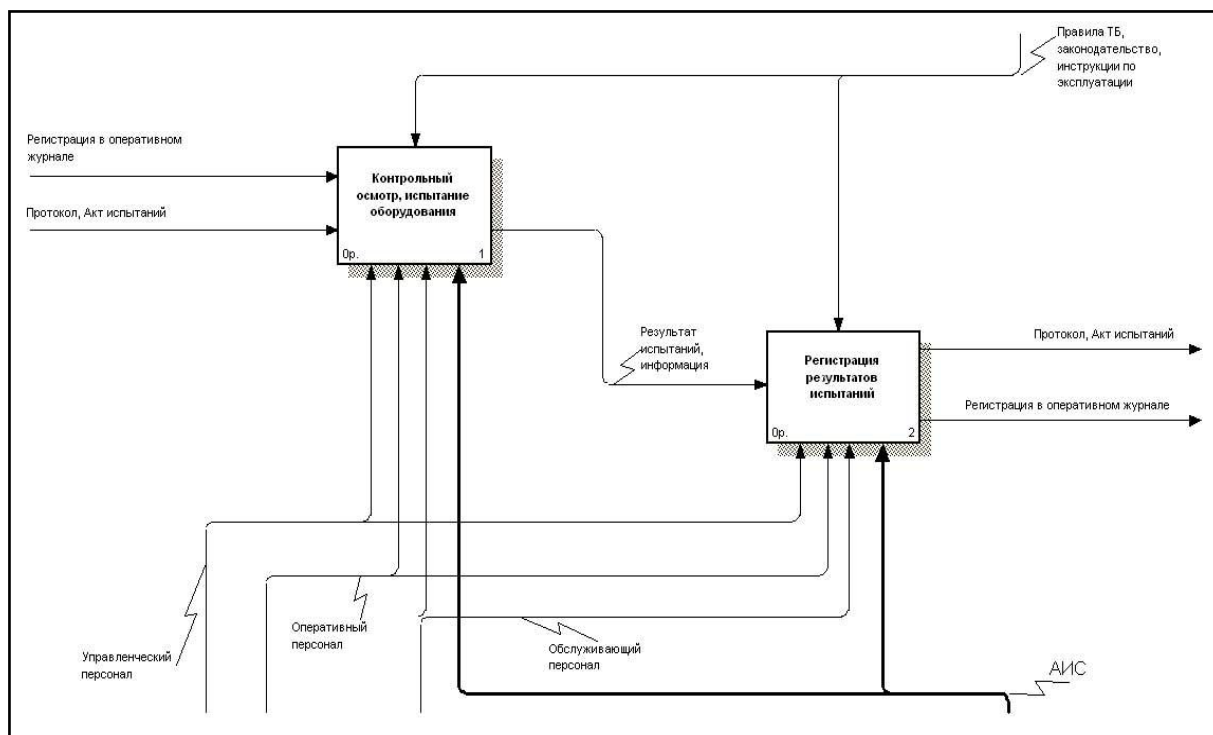


Рис. 8. Декомпозиция блока «Контролировать выполнение»

В процессе контроля выполнения работ производится контрольный осмотр, испытание оборудования. После прохождения испытаний оборудования результаты регистрируются в базе данных АИС и используются в процессе дальнейшей работы.

**Анализировать результаты работы**

Декомпозиция блока «Анализировать результаты» показана на рисунке 9.

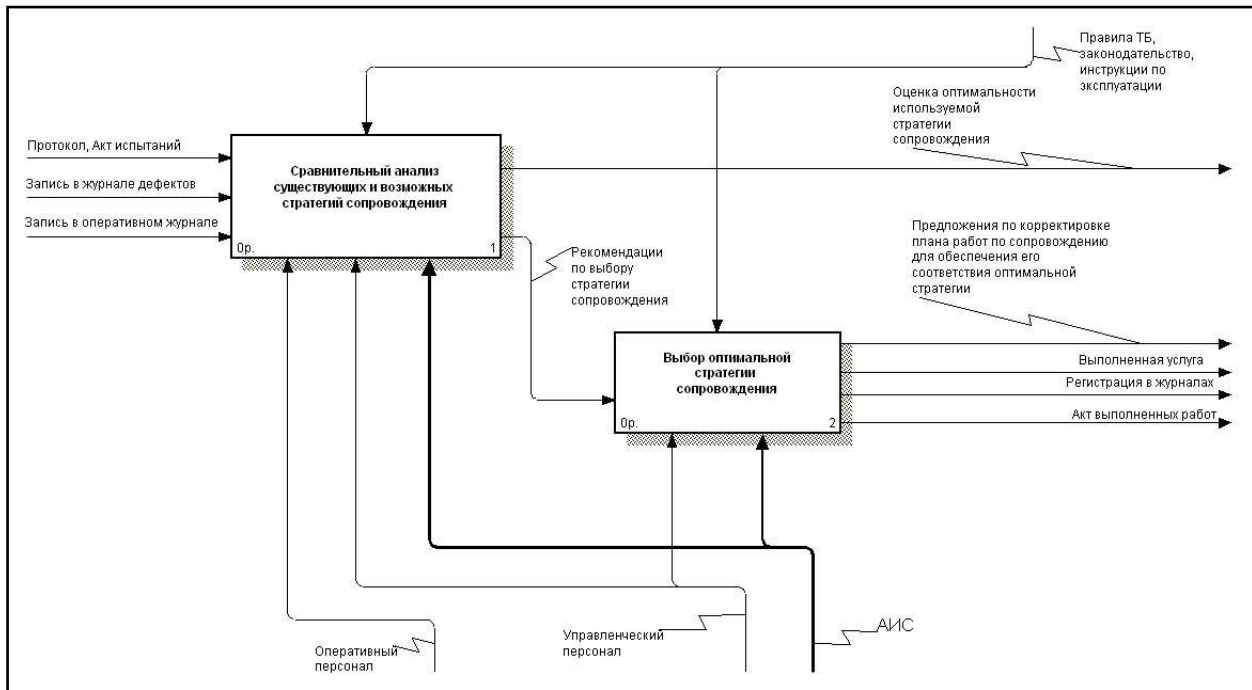


Рис. 9. Декомпозиция блока «Анализировать результаты работы»

После выполненной работы на основании собранной информации о проделанной работе производится сравнительный анализ используемых стратегий, их эффективности и оптимальности. Эта информация используется при планировании дальнейших работ и при принятии решения о качестве уже выполненных работ. Анализируя статистические данные АИС, есть возможность производить оценку и корректировать методику проделанной работы, видеть эффективность применения различных методик обнаружения и устранения неисправностей. Система может давать рекомендации о применении конкретной методики. После проведения сравнительного анализа вносятся поправки в методики выполнения различных видов работ. Принимается решение о закупке оборудования, запасных частей и другими ресурсами. Делаются выводы о качестве выполненных работ подрядными организациями.

### Заключение

Одной из особенностей данной АИС от систем подобного типа, присутствующих на рынке (например, системы класса «ТОРО» [4], или системы «1С:ТОИР» [5]), является то, что эта система помимо оперативно-предоставления информации о состоянии оборудования решает задачу выработки рекомендаций по их оптимальной эксплуатации на основании информации занесенной экспертами.

Также системы такого класса накапливают исторические данные, опыт эксплуатации оборудования. Внесение и обновление информации в базу знаний, пересмотр информации экспертами происходит в процессе эксплуатации оборудования, т.е. система содержит элемент экспертной системы смешанного типа [1]. Применение такого функционала в разрабатываемой системе способствует уменьшению ошибочных действий персонала при производстве работ, а следовательно – сокращает время обслуживания оборудования. Намного улучшается функция контроля. Появляется возможность отслеживания качества выполненных работ и конкретных лиц, ответственных за качество.

В результате дальнейшего анализа человеком или АИС принимается решение об оптимальной схеме сервисного обслуживания, оптимальной методике устранения дефектов. Полученные схемы помогут избежать ошибочных и ненужных действий персонала, повышая таким образом экономическую эффективность процесса сервисного обслуживания оборудования.

С экономической точки зрения, мотивацией для применения автоматизации процессов сервисного обслуживания на предприятии (на примере АИС) служат:

- 1) улучшение методики ремонта и обслуживания;



2) снижение прямых расходов на ремонт и сопровождение оборудования (трудоемкость, материалоемкость работ);

3) снижение потерь, вызванных ошибками в сопровождении оборудования – например, штрафов за нарушение диспетчерского графика и потерь КПД оборудования из-за его плохого технического состояния.

Возможна организация информационного обмена между подобными или такими же базами знаний на энергетических предприятиях, обслуживающих подобное оборудование, в подобных условиях эксплуатации, что может также оказать существенную помощь при принятии решений. Такого рода информационный обмен в широких масштабах в данный момент не проводится вообще. Решения о покупке нового оборудования принимаются руководителями подразделений, основываясь на информации производителя и собственном локальном опыте эксплуатации. Как правило, такой информацией владеет менеджмент низкого звена (мастера, механики, начальники участков, бригадиры).

Для производителя оборудования информация АИС о реальной эксплуатации выпускаемого им продукта будет являться одной из уникальных для того, что бы обеспечить канал обратной связи с потребителем, что является одним из важных инструментов при проведении маркетинговых исследований для достижения конкурентных преимуществ товара. Предприятие-производитель может реально видеть, какие проблемы возникают на производстве, какие задачи потребитель собирается решать с помощью товаров, которые оно производит. Получение такой информации требует значительных материальных и человеческих затрат, а АИС будет значительно их экономить.

На основании разработанной модели ведется разработка программного обеспечения АИС управления процессами технического обслуживания.

Полный вариант статьи вы можете найти по адресу в сети Интернет: <http://es.ntgroups.ru/Article/>.

### Литература

1. Джарратано Дж., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование: пер. с англ. – М.: ООО «Вильямс», 2007. – 1152 с.
2. Дэвид А. Марка, Клемент Л. МакГоуэн. Методология структурного анализа и проектирования SADT. – М., 1993.
3. Калянов Г.Н. Теория и практика реорганизации бизнес-процессов. – М.: СИНТЕГ, 2000.
4. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. – М.: НЦ ЭНАС, 2010 г.
5. Сайт корпорации «Галактика». URL: <http://toro.galaktika.ru/> (дата обращения 10.10.2011).
6. Сайт компании «1С:Бухучет и Торговля», раздел 1С:ТОИП Управление ремонтами и обслуживанием оборудования. URL: [http://www.1cbit.ru/1csoft/index.php?SECTION\\_ID=651](http://www.1cbit.ru/1csoft/index.php?SECTION_ID=651) (дата обращения: 10.10.2011).

