

КАК АВТОМАТИЗИРОВАТЬ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ

**И. АНТОНЕНКО, НПП «СпецТек»
И. КРЮКОВ, ООО «АйТиЭм»**

Введение

Автоматизированная система управления техническим обслуживанием и ремонтом (АСУ ТОиР) является важнейшим инструментом управления капиталоемким предприятием. Средствами АСУ ТОиР создается непрерывная информационная связь между техническим менеджментом предприятия (главным инженером, техническим директором, главным механиком, главным энергетиком, главным метрологом) и подчиненными подразделениями, службами, отдельными исполнителями и участниками работ по ТОиР. На основе такой информационной связи технический менеджмент получает возможность принимать обоснованные решения и управлять ТОиР — именно управлять, а не импульсивно реагировать на свершившиеся события. При этом для различных звеньев менеджмента предприятия эффективность АСУ ТОиР как инструмента управления оценивается разными показателями. Это может быть повышение фондоотдачи, снижение совокупной стоимости владения основными фондами, снижение издержек на снабжение запчастями, оптимизация структуры производственных фондов, выявление, вывод из эксплуатации и замена неэффективных объектов, увеличение межремонтного периода, оптимизация ремонтных циклов, снижение доли внеплановых работ, оптимизация загрузки ремонтного персонала, повышение качества документационного обеспечения работ и т.д.

Внедрить АСУ ТОиР означает добиться такого информационного взаимодействия всех вовлеченных в ТОиР лиц, при котором они будут выдавать и получать достоверные, своевременные и полные данные о процессе ТОиР, а руководители, кроме того, будут пользоваться этими данными и основывать на них свои решения. Предполагается, что сотрудники, использующие АСУ ТОиР, выполняют в ней функции по своей компетенции и ответственно-

сти, находясь в своих штатных подразделениях, в том числе на значительных расстояниях, обусловленных распределенной структурой предприятия. При этом информация от них (планы работ, отчеты по работам, заявки на запчасти и т.д.) поступает по каналам связи, накапливается в единой базе данных и становится доступной всем руководителям и специалистам, согласно заранее установленным в системе полномочиям.

АСУ ТОиР имеет в своем составе две составляющие — базу данных и специализированное программное обеспечение. База данных (БД) служит хранилищем всей информации о ТОиР, в ней содержится описание объектов ТОиР — техники, оборудования, узлов, деталей, механизмов, зданий, сооружений, а также полное описание всей деятельности по ТОиР. Программное обеспечение (ПО) позволяет оперировать информацией, содержащейся в БД — вводить, корректировать, искать, анализировать, обрабатывать данные, контролировать их значения, выводить их в удобном виде, а также получать новые данные на основе обработки имеющихся. Кроме того, специальные средства ПО обеспечивают такие функции в АСУ ТОиР, как оперативное предоставление изменений данных, распределение между пользователями полномочий по оперированию данными, одновременная (совместная) работа с данными нескольких пользователей.

Непосредственное создание АСУ ТОиР начинается с установки программного обеспечения на всех компьютерах пользователей и пустой БД на центральном компьютере (сервере) системы. Для доступа к БД компьютеры пользователей соединяются каналом связи с сервером, но не имеют соединений между собой (или имеют, но эти соединения при работе в АСУ ТОиР не используются). То есть формируется топология типа «звезда» (рис. 1). Далее осуществляется формирование БД путем наполнения информацией различных электронных справочников. Незаполненные справочники предварительно создаются в БД и к ним, с помощью ПО, обеспечивается удобный доступ для ввода информации. Ввод информации в БД может осуществляться централизованно — одним или несколькими

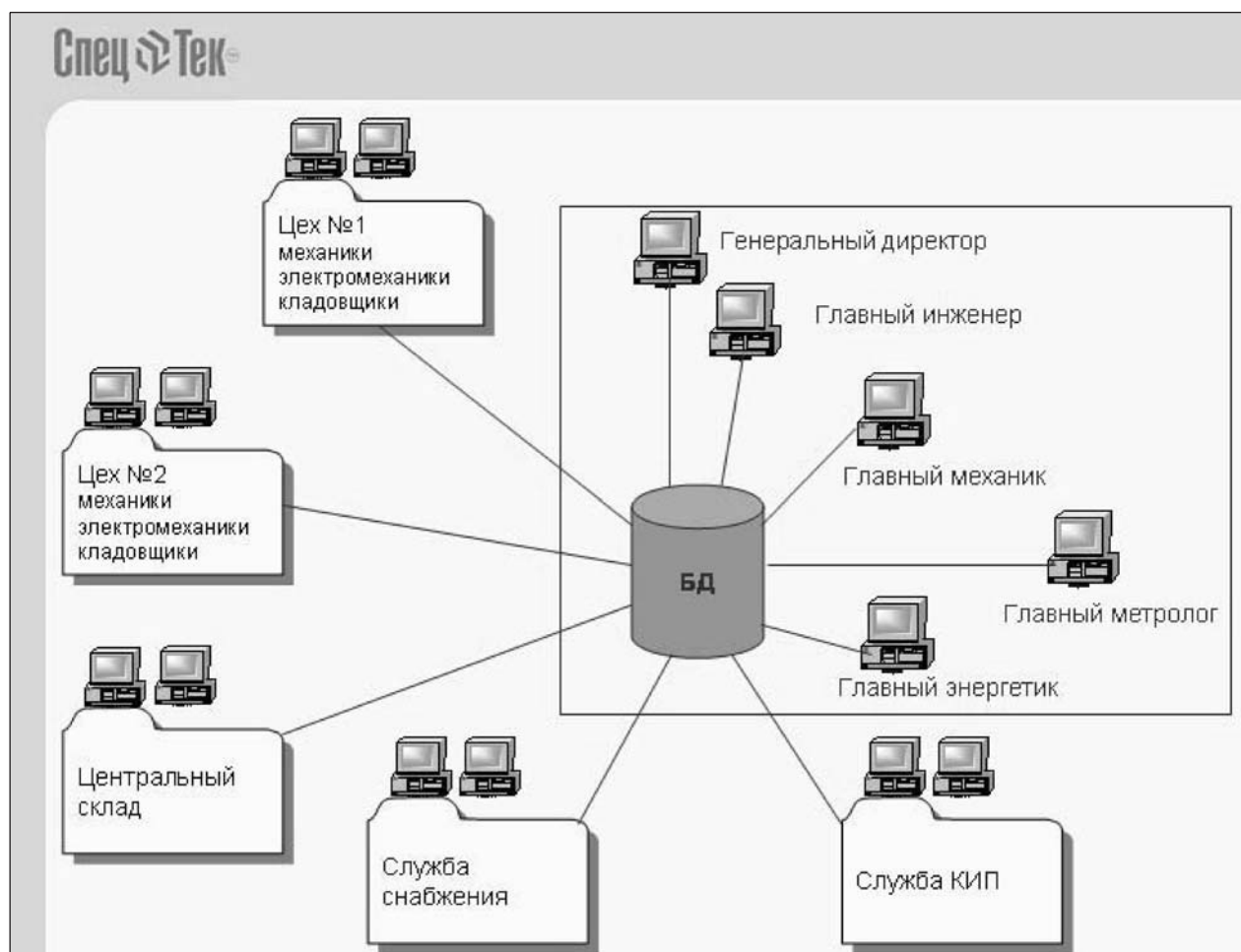


Рис. 1. Структура АСУ ТОиР

специально выделенными для этих целей сотрудниками, или децентрализованно — каждым подразделением или службой в той части, за которую они отвечают.

Необходимо отметить, что создание БД не ограничивается временными рамками. Фактически этот процесс идет непрерывно в течение всей эксплуатации АСУ ТОиР. Первоначально в БД осуществляется подробное описание объектов ТОиР. К каждой единице оборудования прикрепляются все виды работ по ТОиР, и это позволяет затем автоматически планировать работы. Здесь же, в БД, к каждой работе привязываются требуемые запчасти, материалы, трудовые ресурсы, продолжительность, необходимая ремонтная документация. На этом основывается возможность АСУ ТОиР по автоматическому планированию ресурсов при формировании плана работ.

Однако далее, уже при работе в АСУ ТОиР, пользователи продолжают формировать БД. При этом в БД вносится информация об эксплуатационных и технических параметрах, об отказах, о выявленных дефектах, о проведенных работах по ТОиР, о факти-

чески израсходованных запчастях, материалах и привлеченных к работам специалистов, о заказанных под ремонт запчастях и имеющихся на складе и так далее. Ко всей этой информации, введенной в базу данных разными специалистами, в разное время и, зачастую, с разных компьютеров, появляется оперативный доступ из одной точки — с компьютера пользователя, расположенного на его рабочем месте.

Рассмотрим порядок формирования БД и в целом порядок внедрения и использования АСУ ТОиР. При этом будем основываться на возможностях программного обеспечения TRIM, разработанного НПП «СпецТек» для целей создания АСУ ТОиР, а также на опыте внедрения АСУ ТОиР, имеющемся у компании НПП «СпецТек». Эффективность изложенного здесь подхода доказана на практике внедрения АСУ ТОиР на таких предприятиях, как ОАО «Кольская горно-металлургическая компания», ОАО «Енисейское речное пароходство», Смоленская АЭС, ОАО «Новороссийский морской торговый порт», ООО «ЮНГ-Энергонефть» и многих других.

Создание базы данных: справочники

Справочники являются вспомогательным инструментом, облегчающим работу в системе. Напрямую со справочниками пользователи работают только на этапе их заполнения, а далее они лишь пользуются введенными данными. Рассмотрим примерный набор таких справочников и их назначение.

В справочнике «Единицы учета» создаются группы и единицы учета запчастей и материалов, отображаемые в виде дерева и списка (рис. 2). Каждая единица учета принадлежит к той или иной группе. Группами могут быть, например, вес, длина, количество и т. д. В каждой группе создается базовая единица учета — например, в группе «Количество» ею может быть «Штука», в группе «Вес» — «Килограмм». Для удобства в группу вводятся дополнительные единицы, например «Десяток», «Тонна» как производные от «Штуки» и «Килограмма». Производная единица количественно связывается с базовой.

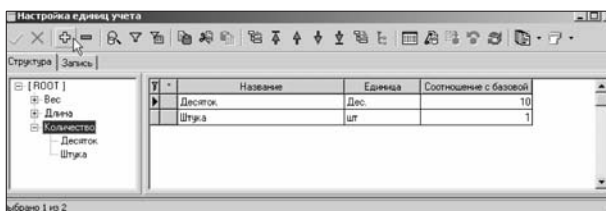


Рис. 2 Настройка единиц учета

Справочник «Группы товаров» создается для того, чтобы относить те или иные материально-технические ценности, приобретаемые предприятием, к

тем или иным группам. Например — «расходные материалы», «инструменты», «запчасти». Справочник «Фирмы» наполняется списком производителей и поставщиков оборудования и запчастей. В справочник «Описания» вводятся текстовые описания запчастей и материалов.

В справочник «Список запчастей» (рис. 3) вводятся запчасти и материалы, используемые при ТОиР. Кроме того, на основе данных справочника «Список запчастей» в другом справочнике, «Каталог» (рис. 4), создается дерево типового оборудования, узлов и входящих в них запчастей. С помощью этого справочника можно составлять заявки на закупку запасных частей и материалов, планировать их потребности для проведения работ по ТОиР конкретного оборудования (объектов ТОиР).

Справочник изображений (рис. 5) наполняется схемами, чертежами и изображениями объектов ТОиР и, при необходимости, запчастей. На графическое изображение можно поместить *активные зоны*, то есть придать тем или иным частям изображения свойство ссылки, на которую можно нажать мышью. Каждая активная зона связывается с определенной запчастью из справочника. Благодаря этому пользователь может выбирать запчасти, указывая мышью на их изображения с активными зонами.

В справочник «Структура штатного расписания» (рис. 6) вводятся данные о подразделениях и сотрудниках предприятия, которые далее, при описании объектов ТОиР и работ, назначаются ответственными за оборудование, за организацию работ или ее исполнение.

ID	Каталожн...	Название	Кат. группа	Доп. код 1	Доп. код 2	Кат. ном. сокр.	Ед. учета	Англ. н...
1	123 9087	Подшипник	123	Доп. Код 1	Доп. код 2	Сокр. код	шт	
2	123 5676	Уплотнение	123	Доп. Код 2	Доп. Код 2-2		шт	
3	123 6575	Стопор	123	Доп. Код 3	Доп. Код 2-3		шт	
4	123 3434	Прокладка	123	Доп. Код 4	Доп. Код 2-4		шт	
5	123 5656	Вал	123	Доп. Код 5	Доп. Код 2-5		шт	

Рис. 3. Список запчастей

Название	Каталожный номер	Каталожная группа	Количество	Доп. код 1	Доп. код 2	Англ. н...
6 Подшипник	123 9087	123	2	Доп. код 1	Доп. код 2	
7 Уплотнение	123 5676	123	1	Доп. код 1	Доп. код 2	
8 Стопор	123 6575	123	1	Доп. код 1	Доп. код 2	
9 Прокладка	123 3434	123	1	Доп. код 1	Доп. код 2	
10 Вал	123 5656	123	1	Доп. код 1	Доп. код 2	

Рис. 4. Каталог оборудования и запчастей

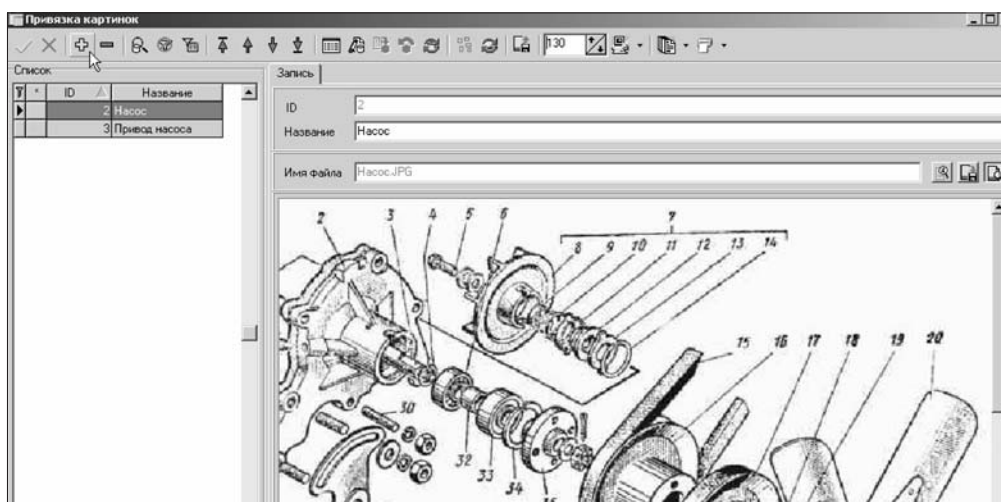


Рис. 5. Справочник изображений

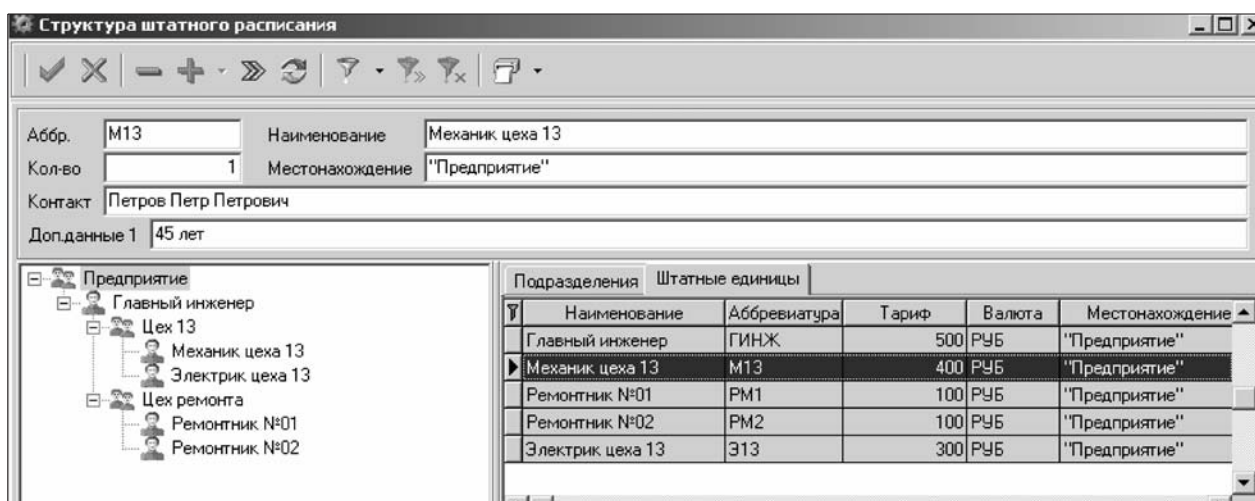


Рис. 6. Структура штатного расписания

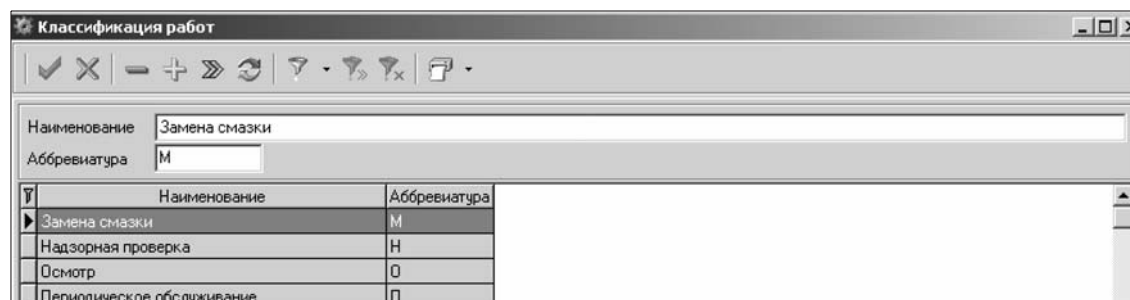


Рис. 7. Классификация работ

Справочник «Профессии» создается для ввода и хранения списка профессий, привлекаемых для выполнения работ, и используется при определении трудоемкости. В нем каждой профессии можно сопоставить единицу из штатного расписания.

В справочнике «Классификация работ» (рис. 7) хранятся записи о классах работ, которые будут использоваться далее при описании работ. Классами работ, например, могут быть ремонт, техниче-

ское обслуживание, диагностический контроль и т.д. Создание таких классов позволит впоследствии группировать работы именно по таким группам. Если есть необходимость объединять работы по признаку обслуживаемых объектов, то можно, например, выделить классы работ «Эксплуатация зданий», «Эксплуатация основного оборудования», «Эксплуатация вспомогательного оборудования» и другие.

Создается также справочник «Виды оборудования» с данными о группах объектов ТОиР, отражающих их отношение к различным видам производственных фондов. Например, такими группами могут быть: основное производственное оборудование, вспомогательное оборудование, средства связи, транспорт, здания и т. д.

Справочник «Виды отказов» хранит перечень типовых видов отказов, использующийся при ведении журнала работ по отказам (анализа отказов). Наименования детально характеризуют тот или иной отказ, причем степень детализации разновидностей отказов зависит от принятой методики их учета. Например, может быть задано наименование отказа «Разрушение» либо вместо этого, заданы два разных вида отказа: «Усталостное разрушение», «Хрупкое разрушение». Детализация также может проводиться согласно структуре обслуживаемых объектов — «Отказ механизма», «Отказ элемента».

В справочник «Причины отказов» вводится перечень характерных причин отказов, который используется при ведении журнала анализа отказов. Например, «Некачественный ремонт», «Некачественно проведенный монтаж», «Исчерпание ресурса изделия» и т. д. Характерные причины отказов, как правило, известны из истории эксплуатации.

Создание базы данных: документы

Подсистема документооборота в АСУ ТОиР служит для хранения документов, используемых для дополнительного описания штатного расписания,

работ и объектов ТОиР, и для обеспечения доступа пользователей к этим документам. Документами могут быть должностные инструкции, инструкции по выполнению определенной работы, табличные формы регистрации измерений, технические описания оборудования и другие.

Например, техническое описание станка может быть использовано для всех станков такого типа в системе (подсоединено к объекту ТОиР), а также ко всем работам, проводимым с этими станками. Таким образом, пользователь сможет открыть нужный документ для прочтения (печати) из разных мест базы данных. Прежде чем внести новый документ в базу данных, создается файл в любом офисном формате с содержимым документа. Затем этот файл вносится в подсистему документооборота (рис. 8). Перед записью файла создается папка, где будет храниться документ, причем папка может быть для личного и общего использования размещенных в ней документов. Можно создать папки для каждого типа документов, например «Технические описания», «Инструкции» и т. п.

Создание базы данных: работы

При описании объектов ТОиР базы данных (элементов основных производственных фондов) необходимо указать регламентные работы по техническому обслуживанию и ремонтам, которые следует выполнять, методику их выполнения, периодичность, необходимые трудовые ресурсы, запасные части и материалы. Работы подсоединяются к конкретному

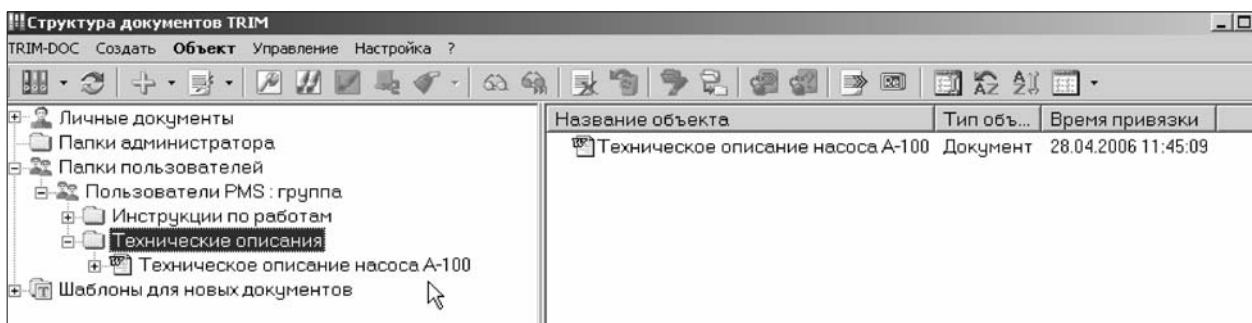


Рис. 8. Папки и документы в системе документооборота

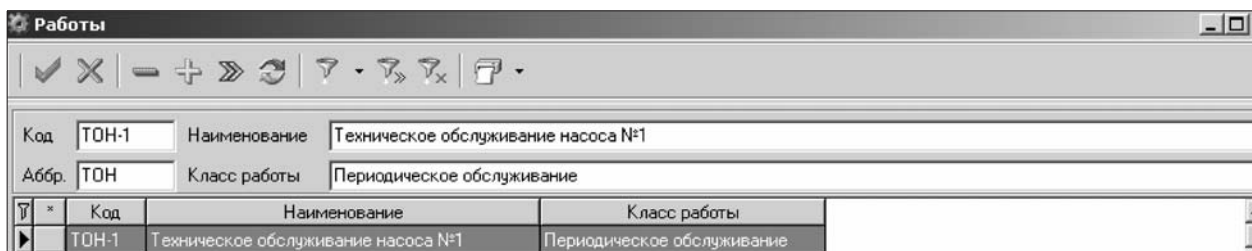


Рис. 9. Перечень работ

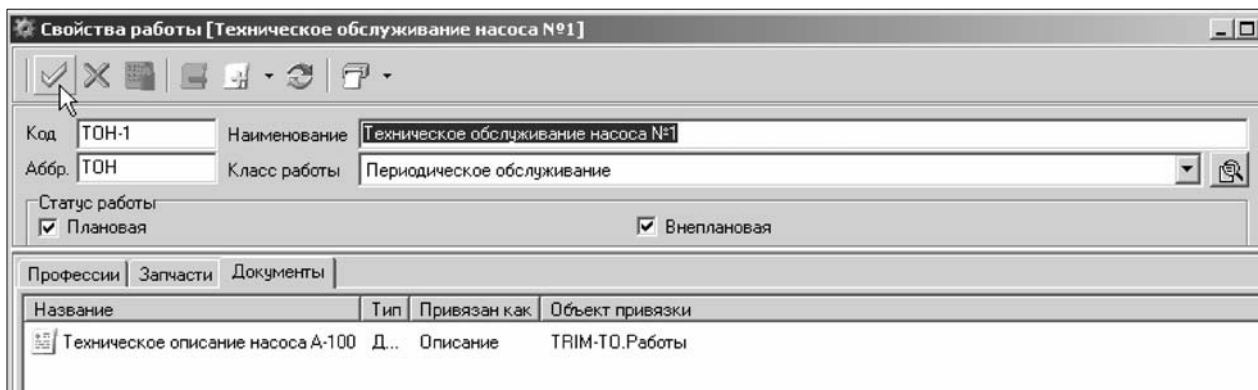


Рис. 10. Свойства работы

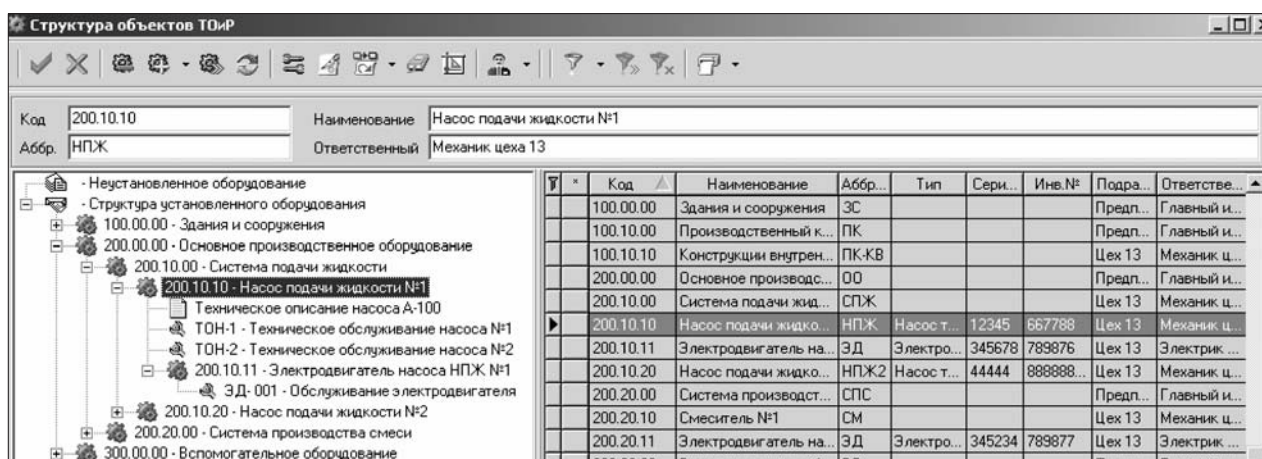


Рис. 11. Структура объектов ТОиР

объекту ТОиР, после чего становится возможно их планировать, формировать план-график ТОиР, создавать в системе отчеты о выполнении работ.

В базе данных создается и ведется перечень (рис. 9) типовых работ, которые будут планироваться. Каждой работе из перечня присваивается один из классов, уже созданных ранее при заполнении справочника «Классификация работ».

К каждой описанной в базе данных работе привязываются инструкции и другие документы, предварительно записанные в подсистему документооборота, как было указано выше. В итоге на закладке «Документы» окна «Свойства работы» появится ссылка на привязанный документ (рис. 15). По этой ссылке документ можно открыть для чтения и печати.

К работе привязываются те профессии, которые необходимы для ее выполнения. С этой целью используется заполненный ранее справочник «Профессии», из которого выбираются определенные записи и между ними и конкретной работой устанавливается соответствие. Привязанные профессии можно увидеть на соответствующей закладке (рис. 10). К работе также привязываются те запчасти и материалы, которые необходимы для ее выполнения, с

указанием количества. Аналогично здесь используется справочник «Список запчастей», и результат отражается на закладке «Запчасти» (рис. 10).

При периодическом обслуживании работы, проводимые через длительные интервалы времени, обычно включают и работы, проводимые более часто. Можно сказать, что одни работы поглощаются другими. Настройки АСУ ТОиР указывают, какие работы поглощают более мелкие работы, для того, чтобы в плане-графике при совпадении дат их проведения показывалась отметка только о работе, включающей в себя мелкие работы.

Создание базы данных: объекты ТОиР

Структуру основных производственных фондов (ОПФ) составляют объекты ТОиР. Объектом ТОиР может быть каждая конкретная единица ОПФ или ее часть, при эксплуатации которой проводятся работы по техобслуживанию и ремонту.

В базе данных создается и ведется дерево объектов ТОиР и технологических мест (групп, систем и т. п.), где они установлены. Ниже приведен пример

Рис. 12. Свойства объекта ТОиР

Рис. 13. Назначение счетчика

такой структуры ОПФ (рис. 11). В дереве наглядно отражаются сами объекты ТОиР, документы и работы, присоединенные к ним. Справа от дерева объектов ТОиР автоматически формируется их список. Если не применяется фильтр, то в нем показываются все объекты ТОиР. Но можно сделать и выборку, отфильтровав список по какому-либо признаку.

Для идентификации каждой единицы ОПФ используется кодировка, которую необходимо разработать, прежде чем создавать базу данных. Например, код объектов ТОиР может состоять из трех групп цифр XXX.XX.XX. Первая группа содержит информацию о системе, в которой установлен объект, вторая — о подсистеме, третья — о порядковом номере. Например, если электродвигатель является приводом насоса в системе подачи жидкости основ-

ного производственного оборудования, то код насоса может выглядеть как 200.10.10, а код его электродвигателя — 200.10.11. Группа (200) соответствует группе основного производственного оборудования, вторая группа (10) — системе подачи жидкости, третья группа (10) — узлу «Насос», группа (11) — элементу узла, то есть электродвигателю.

При разработке базы данных АСУ ТОиР осуществляется паспортизация, или описание объектов ТОиР. При паспортизации используется вся информация, о которой шла речь выше. Это данные справочников, подсистемы документооборота, списка типовых работ.

Как правило, структура ОПФ складывается из трех групп — зданий и сооружений, основного и вспомогательного оборудования. Для формирова-

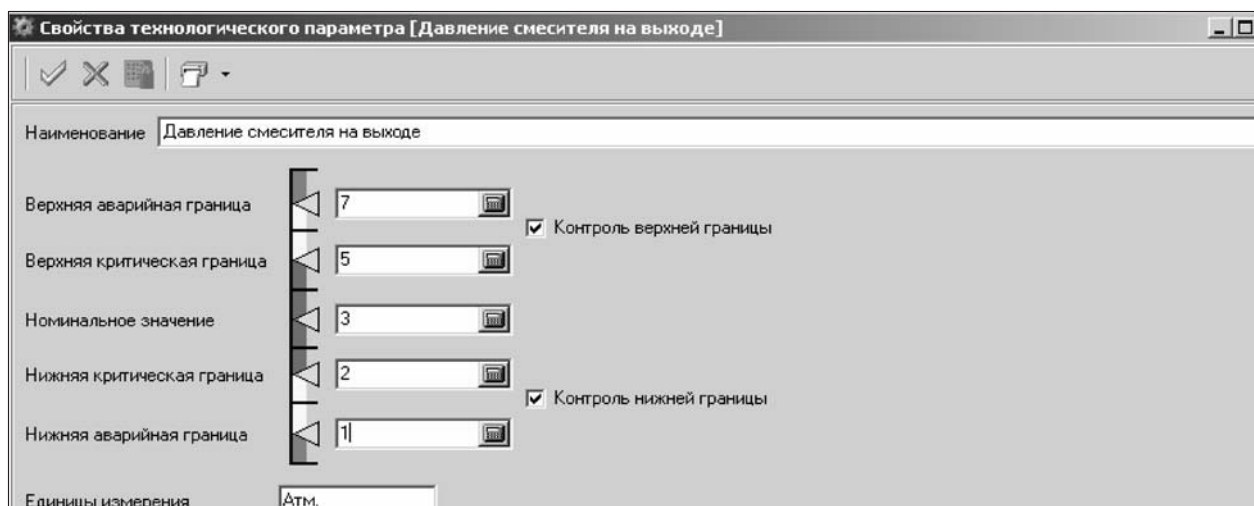


Рис. 14. Создание технологического параметра

ни структуры дерева создаются такие его элементы, которые могут быть заголовками и подзаголовками групп объектов ТОиР — систем, подсистем, технологических линий производственных цехов, производственных участков и т. д., или, иными словами, заголовками технологических мест, где установлены объекты ТОиР. То есть технологическое место не является само по себе объектом ТОиР, оно может даже не существовать как физический объект, а быть лишь фиктивной группой, помогающей удобно структурировать объекты ТОиР.

Какие задавать корневые заголовки, пользователь определяет на свое усмотрение — в зависимости от видения им структуры базы данных. Например, как указано на рис. 11, в качестве корневых можно использовать названия групп объектов ТОиР — «Здания и сооружения», «Основное производственное оборудование» и т.д. Можно также в качестве корневых использовать элементы организационной структуры предприятия — «Цех 1», «Цех 2» и т.д., под которыми будут группироваться соответствующие объекты ТОиР.

После создания каждого объекта ТОиР вводится общая информация о нем (рис. 12): серийный номер, инвентарный номер, а также выбирается информация из выпадающих списков, которые сформировались на описанных выше этапах создания базы данных.

При необходимости учета наработки и планирования по наработке создается счетчик для выбранного объекта ТОиР. Для этого служит закладка «Счетчики» (рис. 12), с которой и добавляется счетчик: вводится его наименование и единицы измерения (рис. 13).

Норма изменения счетчика в день характеризует скорость изменения счетчика, и связана, как правило, с интенсивностью эксплуатации оборудо-

вания. Норма изменения счетчика вычисляется в системе автоматически, исходя из последовательных значений показаний счетчика, введенных за определенный период. Предельная величина изменения счетчика определяет максимальное значение наработки. Проверка ее превышения производится автоматически при заполнении журнала наработки.

Опция «Перепланирование по расчетному значению» позволяет автоматически пересчитывать «Норму изменения в день» на основании истории наработки, и если новая расчетная норма отличается от предыдущего значения больше, чем на «Порог перепланирования», то она вносится в поле «Норма изменения в день». Стартовое значение счетчика и дата его установки также вносятся при назначении счетчика.

Если необходимо контролировать технические параметры объекта ТОиР, то для него формируется карта параметров. Для этого служит закладка «Параметры» (рис. 12), после перехода на которую можно либо выбрать имеющиеся в списке параметры, если они подходят для новой карты, либо создать новый параметр (рис. 14).

После присоединения параметра к объекту ТОиР можно вводить его текущие значения в электронный «Журнал параметров». Если параметр указан для определенной работы, то его значения до и после ее выполнения регистрируются в «Журнале выполненных работ», при этом значения и даты измерения автоматически попадут в «Журнал параметров».

Необходимо указать, какие типовые запчасти требуются при эксплуатации данного объекта ТОиР, что позволит автоматически планировать снабжение. Для этого служит закладка «Типовые запчасти» (рис. 12), при переходе на которую открывается ок-



Рис. 15. Каталог узлов оборудования

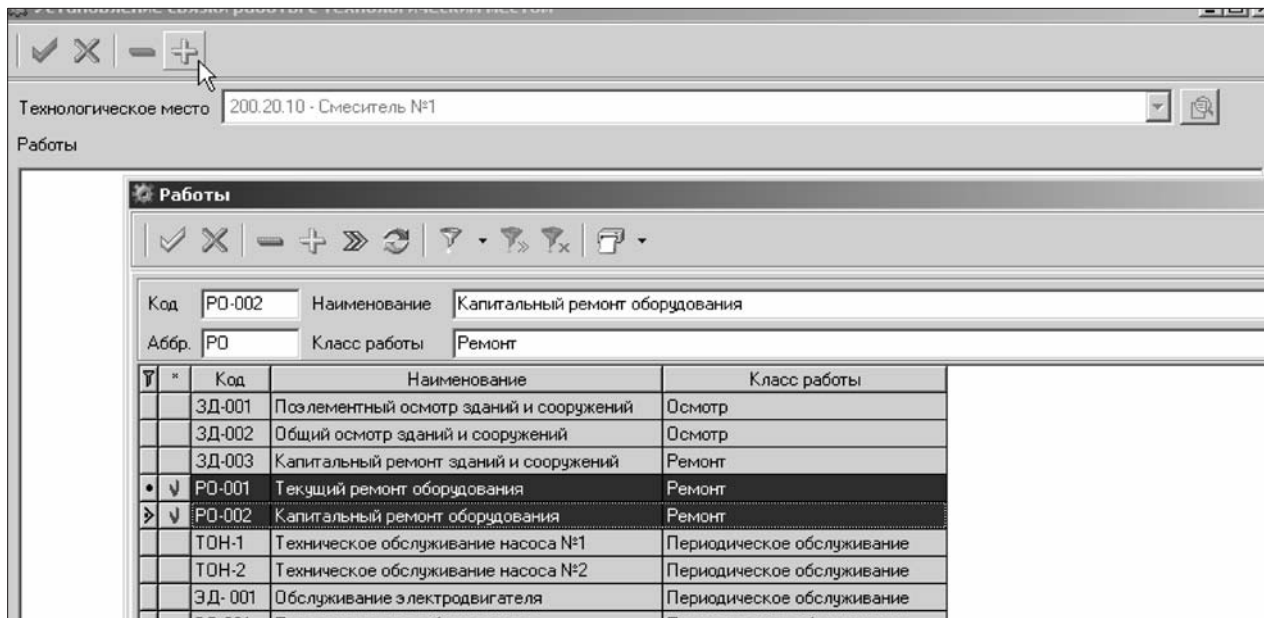


Рис. 16. Установление связи работы с объектом ТОиР

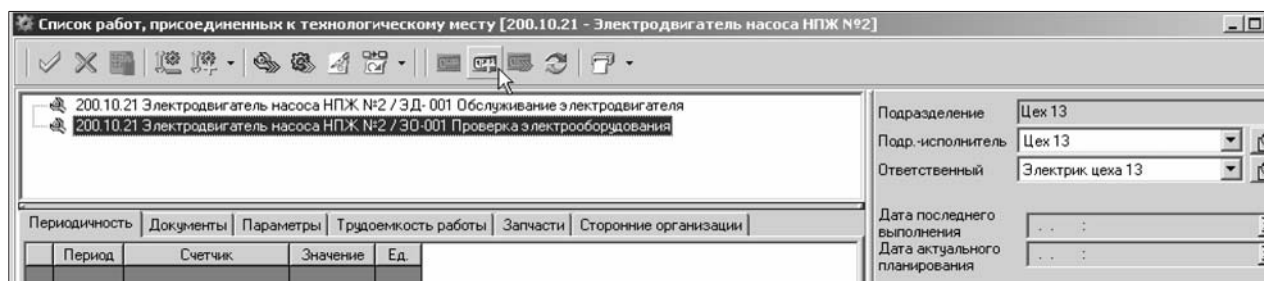


Рис. 17. Список работ, присоединенных к объекту ТОиР

но (рис. 15), из которого выбирается все необходимое.

Документы, например технические описания, инструкции по эксплуатации и т.п., дополнительно описывают объект ТОиР. Для подсоединения документа к объекту ТОиР служит закладка «Документы» (рис. 12). Привязанный к объекту ТОиР документ виден в структуре объектов ТОиР (рис. 11). После того как в базу данных внесена общая информация об

объекте ТОиР, счетчиках, параметрах, запчастях, нужно определить какие работы, с какой периодичностью будут выполняться с данным объектом ТОиР, кто будет ответственным за их проведение, какие материалы и запчасти будут необходимы, какие затраты потребуются для их выполнения.

Имеется в виду, что типовые работы уже введены в базу данных, как было указано выше, и требуется теперь присоединить их, то есть установить взаимо-

связь между конкретным объектом ТОиР и работами. Для присоединения работы служит закладка «Присоединенные работы» (рис. 12), с которой можно выбрать нужные работы из соответствующего справочника и привязать их к объекту ТОиР (рис. 16).

В сформированном списке привязанных работ (рис. 17) по каждой из них указывается периодичность, ответственный за выполнение, дата последнего выполнения и планируемые затраты, для чего заполняются соответствующие поля. Указываются запчасти, необходимые для проведения работы, какие документы относятся к работе, какие параметры объекта ТОиР измеряются при выполнении работы, привлекаемые к работе людские ресурсы и сторонние организации. Для этих целей служат соответствующие закладки и окна (рис. 17), а также заполненные ранее справочники.

Заключение

Если разработана база данных, включающая все ОПФ, или проведена паспортизация только части оборудования, можно начинать работу в АСУ ТОиР. В ней предстоит планировать работы по ТОиР, оформлять приходные документы для имеющихся на складе запчастей, вводить данные о выполненных работах и другую информацию. По мере выполнения работ и составления отчетов база данных будет наполняться. В процессе работы в АСУ ТОиР задействуются «Журнал выполненных работ», «Журнал наработки», «Журнал параметров», «Журнал работ по отказам», справочник «Остатки на складе», создаются заявки на приобретение запчастей и материалов, выводятся распечатки форм отчетности. Собственно работе в АСУ ТОиР посвящена часть 2 настоящей статьи.

Окончание в следующем номере.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНКОВ С ЧПУ

Предприятие ООО «Трейлер» специализируется на модернизации и ремонте электронных систем управления станков с ЧПУ и другого промышленного оборудования, а также разработке и поставке устройств для диагностики и ремонта промышленных электронных устройств. Совместно с нашими партнерами мы осуществляем капитальный ремонт и модернизацию станков с ЧПУ, поставку новых и прошедших капитальный ремонт станков. Продукция предприятия неоднократно демонстрировалась на выставках и более 10 лет успешно эксплуатируется на предприятиях авиационной, автомобильной, нефтегазовой и других отраслей промышленности.

Система ЧПУ НЦ31, MC2109

Система ЧПУ «Электроника НЦ31» является одной из наиболее распространенных систем для станков токарной группы, несмотря на более чем

свой 20-летний возраст. Но сегодня при эксплуатации станков с УЧПУ НЦ31 возникает ряд серьезных проблем требующих либо модернизации системы, либо ее замены.

Плата памяти NCMEM для УЧПУ НЦ-31

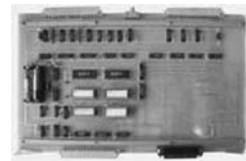
Основными недостатком УЧПУ НЦ31 является низкая надежность и ремонтпригодность платы 3500.

Для замены модуля 3500 предназначена плата памяти NCMEM.

Использование этой платы позволяет повысить надежность оборудования и автоматизировать ввод технологических программ.

Плата NCMEM имеет следующие преимущества:

- Увеличивается надежность работы УЧПУ и его ремонтпригодность за счет использования современной элементной базы.
- На плате используются микросхемы статического ОЗУ с током потребления в режиме хранения ($I_{пит} = 3 \text{ В}$) не более 0,1 мА. Автономный источник питания микросхем ОЗУ устанавливается прямо на плате, что позволяет сохранять память программ даже после ре-



КАК АВТОМАТИЗИРОВАТЬ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ

**И. АНТОНЕНКО, НПП «СпецТек»
И. КРЮКОВ, ООО «АйТиЭм»**

Планирование работ

После того, как в базу данных автоматизированной системы управления техническим обслуживанием и ремонтом (АСУ ТОиР) введено все оборудование и информация о нем, к оборудованию привязаны работы с соответствующей периодичностью, к работам подсоединены запчасти, исполнители и другие данные (см. часть 1 статьи), можно приступать к планированию. Соответствующие возможности программного обеспечения TRIM позволяют обработать введенную информацию, и сформировать план-график работ по ТОиР для всего оборудования на выбранный период времени, либо для выбранной совокупности оборудования — например, для механического или энергетического оборудования, для оборудования определенного цеха и т.д. План-график по выбору пользователя может быть отображен в разных координатах: «работа — дата», «оборудование — дата», «запасная часть — дата», «участник работ — дата» (рис. 1).

План-график работ по ТОиР может быть сформирован для определенных подразделений — владельцев, исполнителей, или для лиц, ответственных за оборудование.

План-график генерируется автоматически на основе информации, внесенной в базу данных. Одновременно с этим автоматически заполняется «Журнал работ на текущий период», где запланированные работы представлены в виде списка. После генерации в план-графике появляются отметки работ, и список работ в нижней части окна (рис. 1). Просроченные работы показываются коричневым цветом, работы, которые предстоит выполнить — синим. Символом с двумя зубцами отображается работа, имеющая поглощаемую работу. План-график можно стереть или перепланировать при изменении данных. Например, можно перенести сроки выполнения одной работы (для этого отметку работы на плане-графике перетаскивают мышью на новую дату), можно изменить ее длительность (для этого отметку работы растягивают с помощью мыши), а можно перепланировать весь график.

Внеплановые работы планируются вручную. Они выбираются из списка predetermined заранее регламентных работ и включаются в план-график пользователем, например, исходя из величины кон-

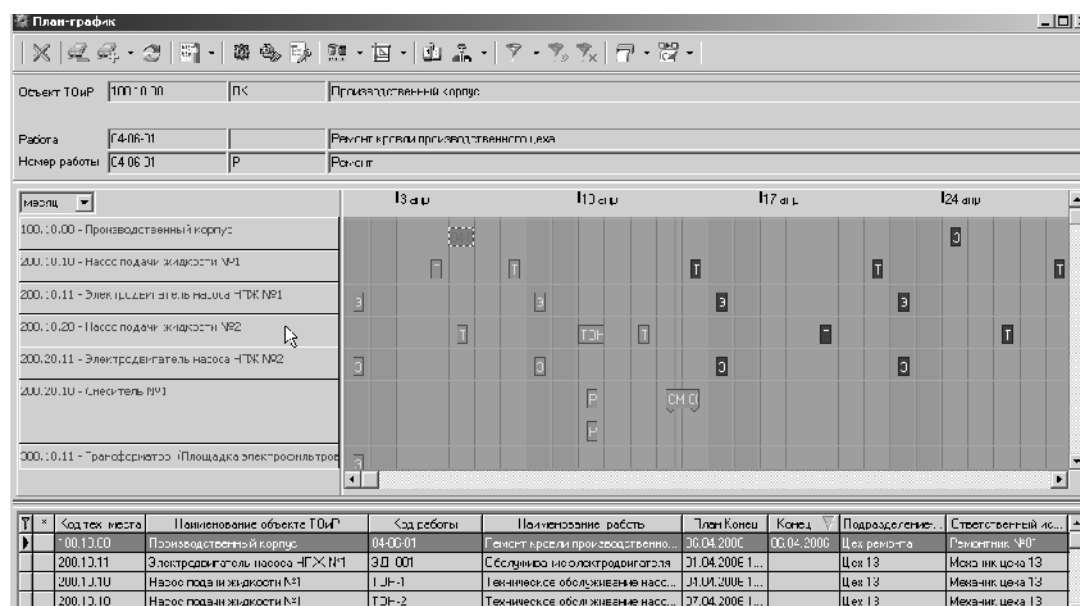


Рис. 1 План-график

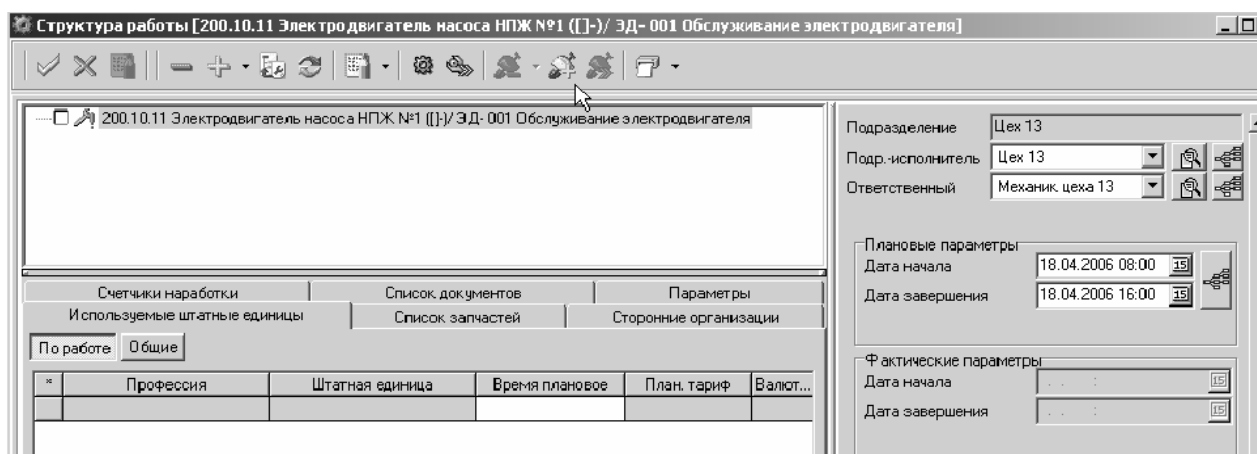


Рис. 2 Используемые штатные единицы

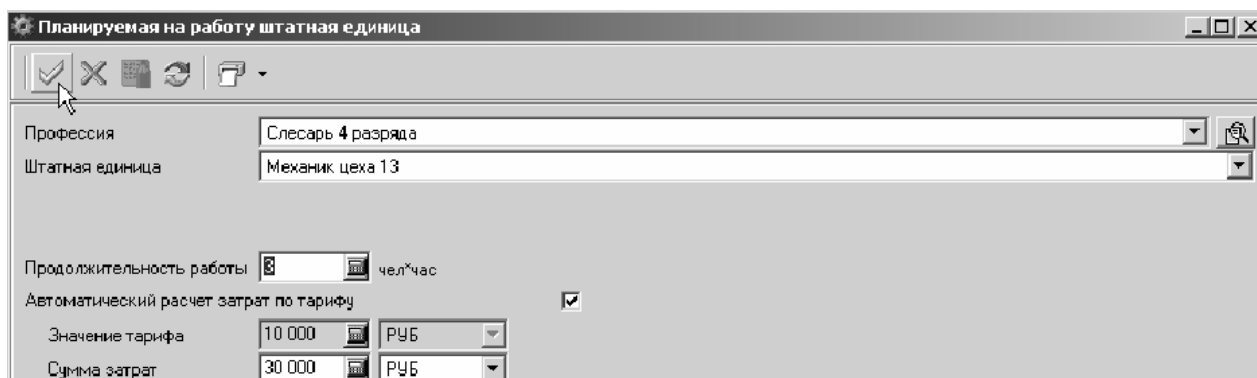


Рис. 3 Планируемая на работу штатная единица

тролируемого параметра оборудования или по другой причине. Отметка о внеплановой работе в плане-графике имеет розовый цвет.

Планирование затрат

По общему правилу затраты на каждую присоединенную к объекту ТОиР типовую работу вводятся при создании базы данных АСУ ТОиР (см. часть 1 статьи). В этом случае при генерировании плана-графика автоматически формируется и план затрат. Но если работы были присоединены, а затраты не описаны, то это можно сделать и при планировании работ, отталкиваясь от их отметок на плане-графике. Для этого на плане-графике (рис. 1) мышью выделяют нужную работу и открывают для нее окно «Структура работы». Для указания трудозатрат служит закладка «Используемые штатные единицы» (рис. 2).

С этой закладки можно перейти в окно «Планируемая на работу штатная единица» (рис. 3), где уже можно выбрать наименование нужной профессии, соответствующей ей штатной единицы и продолжительность работы.

После этого выбранные профессии и штатные единицы появляются на закладке «Используемые штатные единицы» (рис. 4), и далее осуществляется авто-

матический расчет затрат на штатные единицы исходя из тарифных ставок. Рассчитанные затраты также появляются на данной закладке. Предполагается, что тарифные ставки были введены в систему при создании базы данных.

Если работа выполняется сторонней организацией, то указывается планируемая стоимость работы. В окне «Структура работы» (рис. 2) для этого служит закладка «Сторонние организации». С этой закладки можно перейти к выбору наименования сторонней организации из списка фирм, после чего на данной закладке вводится плановая сумма затрат на услуги каждой выбранной сторонней организации. Для планирования затрат на запчасти служит закладка «Список запчастей» (рис. 2), с которой можно перейти к функции выбора нужных для работы запчастей (рис. 5).

Предполагается, что список этих запчастей был сформирован при создании базы данных. После выбора нужных позиций из списка, на закладке «Список запчастей» указывается количество каждой запчасти и выполняется автоматический расчет стоимости запчастей, в результате чего программа проставит их цены из базы данных в колонку плановой цены. Если в базе данных нет цен запчастей, колонка останется пустой. Для прогнозирования затрат можно ввести цены вручную, например, узнав их у поставщика (рис. 6).

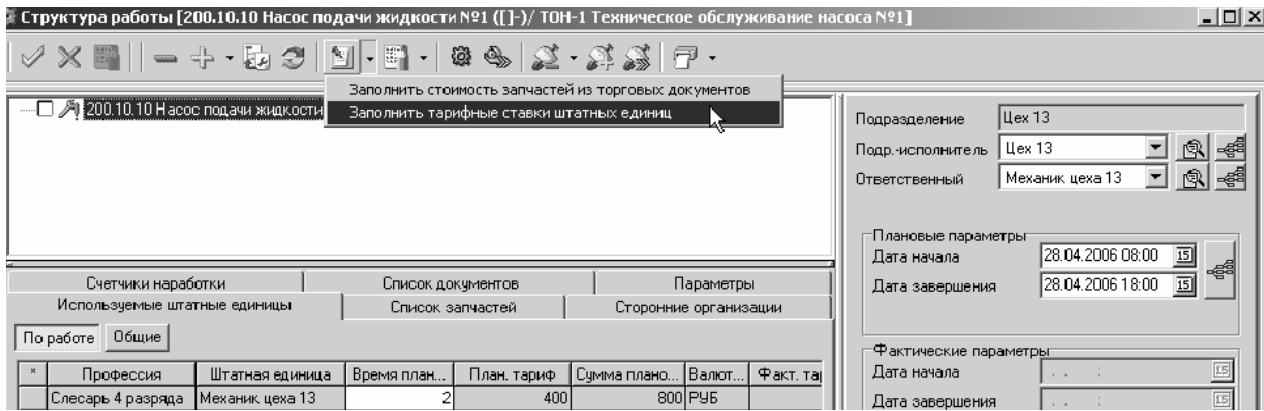


Рис. 4 Затраты на штатные единицы

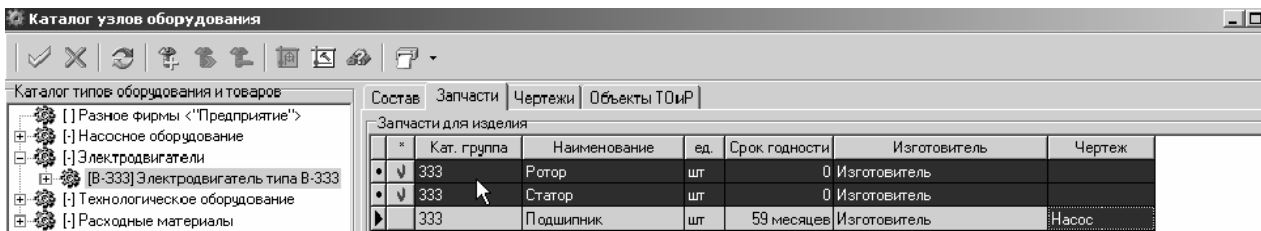


Рис. 5 Выбор нужных для работы запчастей

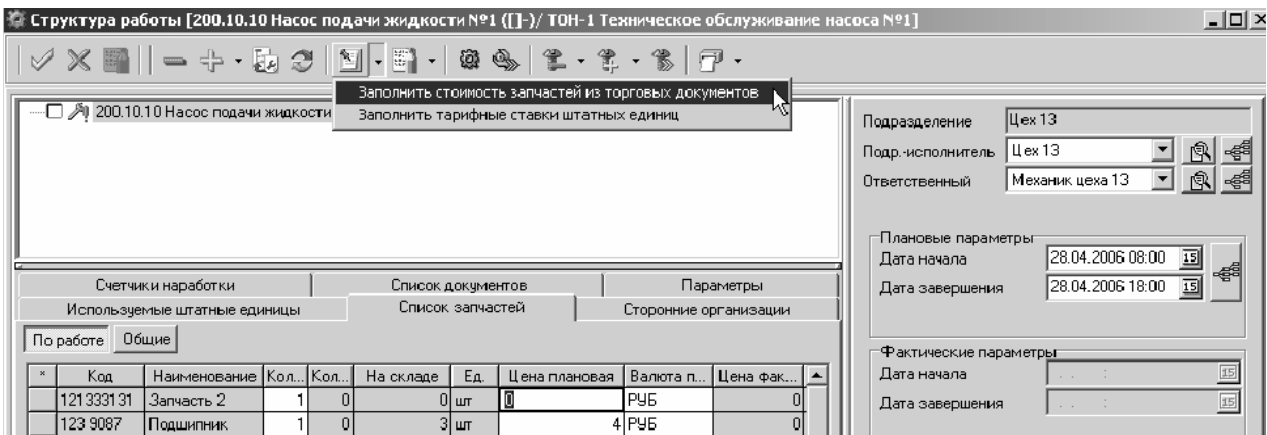


Рис. 6 Затраты на запчасти

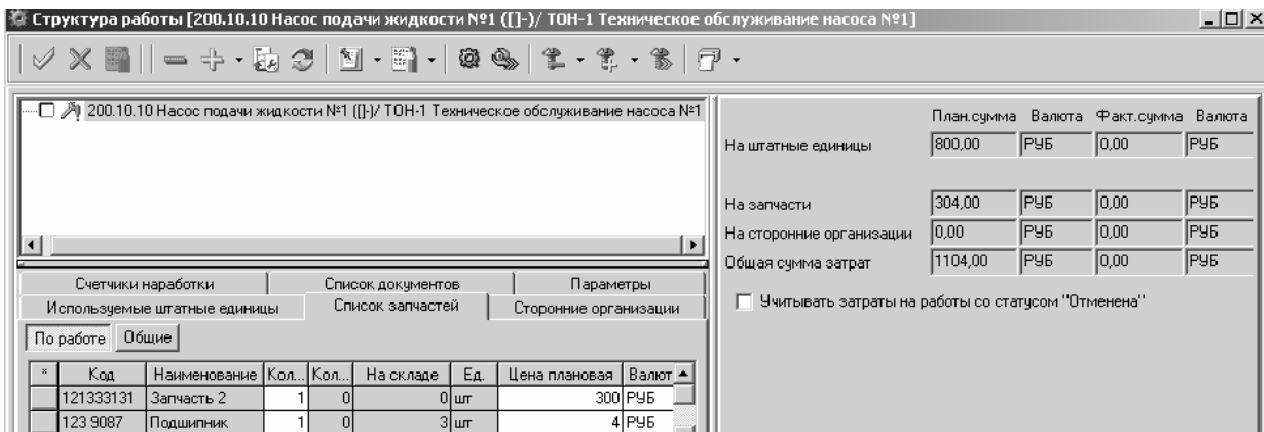


Рис. 7 Сводка затрат

После выполнения всех операций по расчету затрат их общую сводку по работе можно просмотреть на панели «Затраты» окна «Структура работы» (рис. 7).

Обеспечение потребностей в запчастях и материалах

Программное обеспечение TRIM позволяет оформлять заявки на запчасти и материалы, работать со складскими документами. Списание происходит автоматически, при оформлении в АСУ ТОиР отчета о выполнении работы и расходовании запчастей.

Для составления заявки на запчасти и материалы заполняются поля атрибутов документа (рис. 8), а затем в каталоге узлов оборудования выбираются нужные запасные части для включения в документ из списка, аналогично рис. 5.

После указания количества по каждой позиции сформированный документ записывается в базу данных. Наряду с другими аналогичными документами он появляется в списке запросов (рис. 9). На основании этого документа позже можно будет оформить в системе приход запчастей. Этот же документ можно распечатать на бумажный носитель, либо переслать его в

службу снабжения в электронном виде непосредственно из системы. По получении запасных частей в АСУ ТОиР оформляется приходная накладная (рис. 9, 10).

Места хранения полученных запасных частей также отражаются в базе данных (рис. 11).

Указанные выше операции по созданию заявки на запчасти и материалы могут выполняться автоматически. Это происходит при генерировании плана-графика работ. Шаг 1: определяется состав и количество необходимых для выполнения работ запчастей. Шаг 2: выполняется автоматическая оценка остатков — количества и номенклатуры имеющихся на складе запчастей (их приход был оформлен ранее). Шаг 3: заявка формируется на позиции шага 1, которые не удовлетворяются позициями шага 2. Результаты этих трех шагов отражаются в виде списка дозаказа (рис. 12), его можно формировать для всех или для части запланированных работ. После сохранения документ виден в списке запросов (рис. 9).

Формирование ремонтной ведомости

Для сложных повторяющихся ремонтов создаются типовые ремонтные ведомости, состоящие из набора

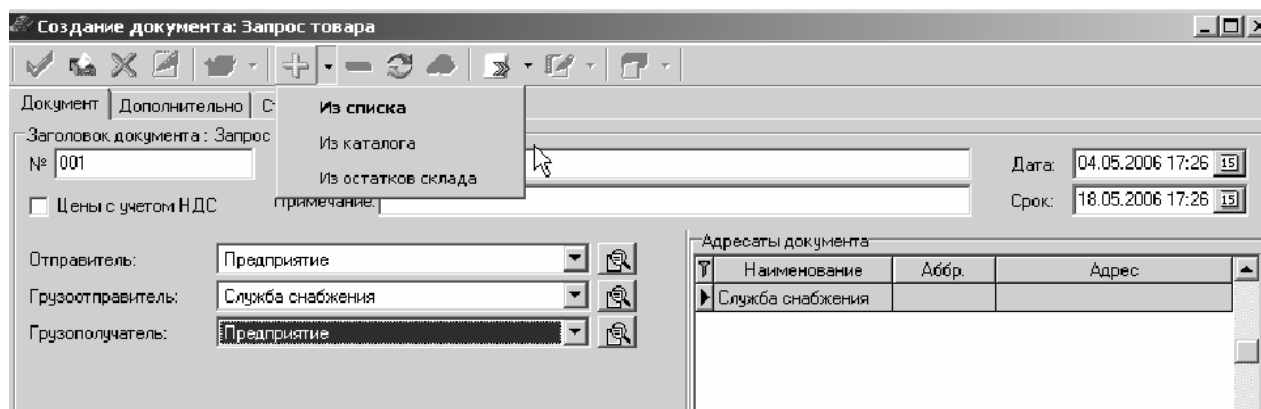


Рис. 8 Создание заявки на запчасти и материалы

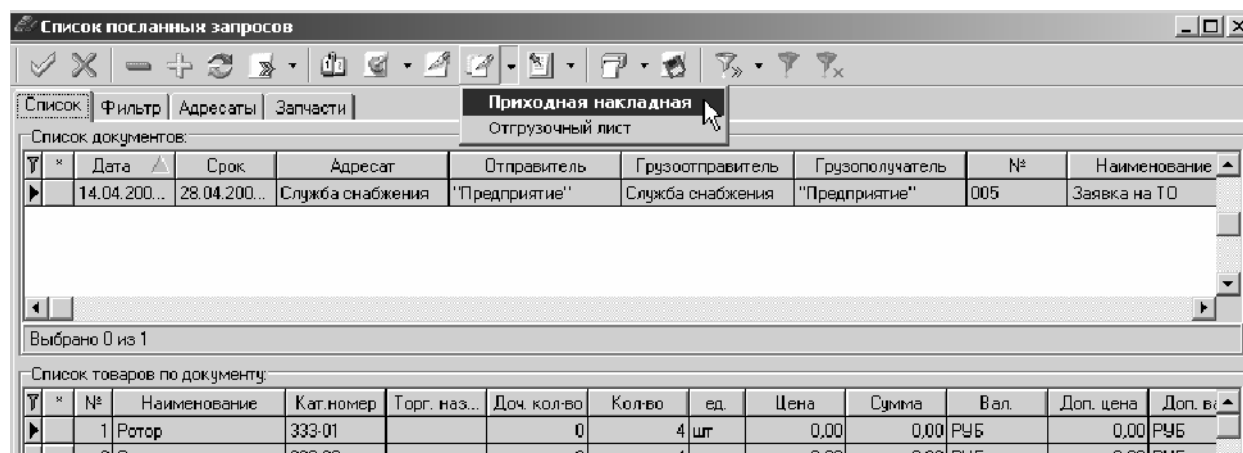


Рис. 9 Список запросов

Создание документа "Приходная накладная" по документу "Запрос товара" №005

Документ | Дополнительно | Статусы

Заголовок документа: Приходная накладная

№ 003/16 Название: Приходная накладная на ТО электродвигателя Дата: 14.04.2006 17:57

Цены с учетом НДС Примечание: Запрос товара: 005 Срок: 28.04.2006 17:57

Отправитель: "Предприятие" Адресаты документа

Наименование	Аббр.	Адрес
"Предприятие"		

Грузоотправитель: Служба снабжения

Грузополучатель: "Предприятие"

За период: Автор документа: Администратор узла <"Предприятие">

Запчасти

*	Кат. группа	Наименование	Кольво	Ед.	Цена	Валют.	Сумма с НДС	Курс	▲	Козф.	▲
▶	333	Ротор	4	шт	60,00	РУБ	240,00	1		1	
	333	Статор	4	шт	50,00	РУБ	200,00	1		1	

Рис. 10 Создание приходной накладной

Местоположение

Размещенные Свободные

*	Наимен...	Кат. код	Кат. группа	Кольво	ед.	Группа
•	Ротор	333-01	333	4	шт	Запасные части
▶	Статор	333-02	333	4	шт	Запасные части

Рис. 11 Размещение полученных запчастей

Доказка запчастей [01.04.2006 - 30.04.2006]

Шаг назад Шаг вперед Доказка

Заказ запчастей

Остатки и заказ по складу: "Предприятие"

Тип создаваемого документа: Запрос товара

Учитывать остатки на складе Учитывать отложенные документы

*	Кат. код	Наименование	Изготовитель	Требуется	В наличии	Приход	Расход	Доз...	Ед.	Код
	333-03	Подшипник	Изготовитель	9	0	0	0		9 шт	рис. 23 поз. 03
	123 9087	Подшипник	Изготовитель	12	5	0	0		7 шт	Доп. Код 1
	333-01	Ротор	Изготовитель	10	4	0	0		6 шт	рис. 23 поз. 01

Рис. 12 Доказка запчастей

Типовые ремонтные ведомости

Объект ТОиР: 200.20.10 СМ Смеситель №1

Работа: СМ-001 Замена барабана смесителя

*	№ работы	Код работы	Код объекта ТОиР	Наименование объекта ТОиР	Наименование работы	Сер.№
	ПК-001	ПК-001	100.10.00	Производственный корпус	Межсезонный ремонт	
▶	СМ-001	СМ-001	200.20.10	Смеситель №1	Замена барабана смесителя	

Рис. 13 Список типовых ремонтных ведомостей

работ с указанием для каждой работы возможных затрат на штатные единицы, запчасти и материалы, и на сторонние организации.

Из типовых ремонтных ведомостей можно создавать ремонтные ведомости для конкретного оборудования и планировать на конкретные даты, при этом можно включать или не включать составляющие работы из набора работ типовой ведомости. Для работ, выполняемых внешними ремонтными предприятиями, можно учитывать и затраты на «давальческие материалы».

Для создания и хранения типовых ремонтных ведомостей используется список типовых ремонтных ведомостей, в который можно добавить новую ведомость (рис. 13).

В окне «Типовая ремонтная ведомость» (рис. 14) вводятся основные атрибуты: «код», «наименование», «комментарий», выбирается объект ТООИР, для которого создается ремонтная ведомость, и класс работы из соответствующих выпадающих меню. Все работы, которые будут включаться в ведомость, должны быть введены в список типовых работ при создании базы данных (см. часть 1 статьи). Из этого списка они и выбираются.

Детальный перечень работ, вошедших в ремонтную ведомость и выбранных из списка типовых работ, появ-

ляется на закладке «Структура работы» (рис. 14, 15). После создания этого перечня для всех работ вводятся требуемые затраты, как указывалось ранее: людские ресурсы, запчасти и материалы, стоимость услуг сторонних организаций. На этой основе вычисляются суммарные затраты на всю ведомость ремонта.

Типовые ремонтные ведомости (ТРВ) являются шаблонами для создания ремонтных ведомостей (РВ). ТРВ может включать в себя огромное число работ, и при планировании ремонтная ведомость может включать в себя как все работы ТРВ, так и определенный набор работ, выбранный пользователем при создании РВ на основе ТРВ. Для создания РВ на основе ТРВ используется метод копирования. РВ для объекта, указанного в ТРВ, создается путем полного копирования. РВ для другого объекта ТООИР создается копированием с подменой объекта, при этом нужный объект выбирается из списка.

После копирования отмечают галочкой те работы ТРВ в ее структуре (рис. 15), которые войдут в РВ, и снимают галочки с тех работ, которые в РВ не войдут. После сохранения результатов в базе данных появится РВ, в которой для каждой работы заполняют поля «Подразделение-исполнитель», «Ответственный», «Дата начала», «Дата завершения». Если подразделение-исполнитель и ответственный для работ нижнего

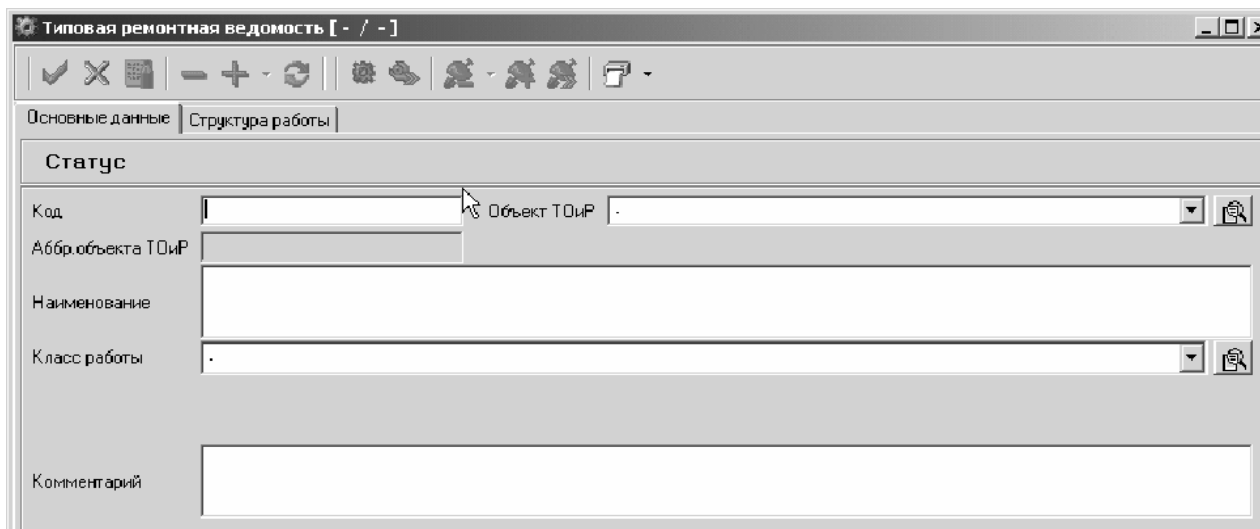


Рис. 14 Атрибуты типовой ремонтной ведомости

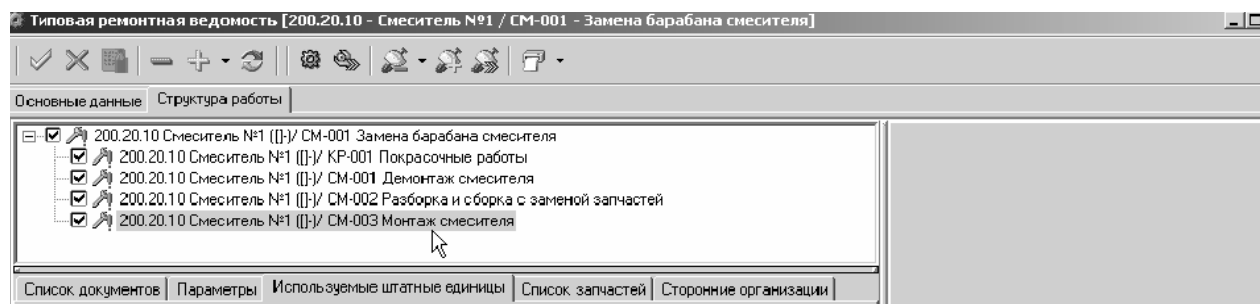


Рис. 15 Структура типовой ремонтной ведомости

уровня те же, что и для работы верхнего уровня, то один раз введенные данные можно автоматически распространить на нижние уровни. Для каждой работы указывают плановые даты начала и завершения. Данные о затратах наследуются от ТРВ, но их можно отредактировать.

Отчеты о работах

По завершении работы составляется отчет. Для этого можно найти отметку о проведенной работе на план-графике (рис. 1), выделить ее, и открыть для нее окно оформления отчета. Работу для составления отчета можно выбрать и из «Журнала работ на текущий период» (рис. 16), где запланированные работы представлены в виде списка.

В отчет вводятся фактические данные — дата начала и завершения, исполнитель, ответственный, значение счетчика наработки на момент выполнения работы, значения контролируемых параметров на момент начала и окончания работы, фактические трудозатраты с возможностью добавления участников работ, затраты на услуги сторонних организаций с возможностью добавлять такие организации, число израсходованных запасных частей с возможностью их добавления. По оформлению отчета по работе цвет ее отметки на плане-графике изменяется на серый.

Регламентом может быть предусмотрено заполнение дополнительного документа, к примеру, таблицы измерения зазоров. К работе должна быть подсоединена типовая форма такого документа — тогда она будет доступна пользователю непосредственно из окна составления отчета и может быть открыта для заполнения. После ее заполнения документ сохраняется в базе данных и может быть открыт при просмотре отчета по работе.

После ввода в отчет израсходованных запчастей система автоматически подготавливает расходную накладную для списания и помещает ее в список расходных накладных (рис. 17). Названия накладных содержат наименование работы и код объекта ТОиР, а состав списанных запчастей соответствует введенному при отчете. Выбрав накладную из списка, можно распечатать акт списания, оформить расход, подтвердив данные накладной.

Для регистрации измеренных значений параметров используется «Журнал параметров» (рис. 18). В нем выбирается объект ТОиР и появляется список соответствующих объекту параметров. В колонке «Новое» вводится новое значение параметра. После ввода значений на указанную дату можно выбрать другую дату, и для нее ввести значения параметра.

Для регистрации показаний счетчиков наработки служит «Журнал наработки» (рис. 19). В колонке «Но-

Вид	Статус	Сро...	№ работы	Код тех. мес...	Наименование объекта Т...	Серий...	Код р...	Наименовани...	План.Начало	План.Конец
Внеплановая	Запланиро...	Про...	06-00002...	100.00.00	Здания и сооружения		ЗД-001	Позлементны...	28.04.2006	29.04.2006
Плановая	Запланиро...	Про...	06-00000...	100.10.10	Конструкции внутренние		ЗД-001	Позлементны...	20.05.2006	20.05.2006 18:00
Плановая	Начато	Про...	06-00000...	200.10.10	Насос подачи жидкости №1	12345	Н, ТОН-1	Техническое о...	14.04.2006	14.04.2006 20:47
Плановая	Запланиро...	Про...	06-00000...	200.10.10	Насос подачи жидкости №1	12345	Н, ТОН-1	Техническое о...	21.04.2006	21.04.2006 18:00
Плановая	Запланиро...	Про...	06-00000...	200.10.10	Насос подачи жидкости №1	12345	Н, ТОН-1	Техническое о...	28.04.2006	28.04.2006 18:00

Рис. 16 Журнал работ на текущий период

№	Дата	Наименование	\$	Сумма...	Тип	Адресат	Статус	Часть
001	07.04.2006 1...	На работу по ТО 200.10.10 - ТОН-2 Техническое обслуживание нас...	РУБ	29,00	Расходная накладная	"Предприятие"	Выполнен	Полностью
002	14.04.2006 1...	На работу по ТО 200.20.10 - КР-001 Покрасочные работы	РУБ	46,00	Расходная накладная	"Предприятие"	Выполнен	Полностью
003	14.04.2006 1...	На работу по ТО 200.20.10 - СМ-002 Разборка и сборка с заменой...	РУБ	1 700,00	Расходная накладная	"Предприятие"	Выполнен	Полностью
004	03.05.2006 1...	На работу по ТО 200.10.20 - ТОН-1 Техническое обслуживание нас...	РУБ	351,20	Расходная накладная	"Предприятие"	Выполнен	Полностью

№	Наименование	Кат. номер	Кат. групп...	Доп. код 1	Кол-во	ед.	Цена	Сумма	Вал.	Статус	Часть
1	Подшипник	123 9087	123	Доп. Код 1	2	шт	4,00	8,00	РУБ	Выполнен	Полностью

Рис. 17 Список расходных накладных

Журнал параметров

Объект ТОиР: 200.10.10 | НПЖ | Насос подачи жидкости №1

Тип	Код	Аббреви...	Серийный номер	Наименование	Подразделение	Ответственный
🌀	200.10.10	НПЖ	12345	Насос подачи жидкости №1	Цех 13	Механик цеха 13
🌀	200.10.20	НПЖ.2	44444	Насос подачи жидкости №2	Цех 13	Механик цеха 13
🌀	200.20.10	СМ	78960	Смеситель №1	Цех 13	Механик цеха 13

Параметр: Давление на выходе

Параметр	Последнее	Новое	Ед.	Дата ввода	Номинальное значение
Давление на выходе	4	0	атм	07.04.200...	4

18 Журнал параметров

Журнал наработки

Объект ТОиР: 200.10.20 | НПЖ.2 | Насос подачи жидкости №2

Счетчик: Наработка насоса подачи жидкости №2 | 450 | Часы

*	Тип	Код	Наименование	Счетчик	Последнее	Последняя дата	Новое	Новая дата	Ед.	Подраз...	Ответственный
	🌀	200.10.10	Насос подачи жидкости №1	Счетчик часов (НПЖ №1)	96	17.04.2006		17.04.2006	Часы	Цех 13	Механик цеха 13
1	🌀	200.10.20	Насос подачи жидкости №2	Наработка насоса подач...	450	05.04.2006	550	17.04.2006	Часы	Цех 13	Механик цеха 13
	🌀	200.20.10	Смеситель №1	Счетчик Смеситель №1	96	17.04.2006		17.04.2006	Часы	Цех 13	Механик цеха 13

Рис. 19 Журнал наработки

вое» вводится значение счетчика на дату ввода. После ввода значений счетчика на указанную дату можно выбрать другую дату, и для нее ввести значение счетчика.

Отказы оборудования

Для регистрации отказов и планирования работ по их устранению используется «Журнал работ по отказу». В него можно добавить работу по отказу, для этого в соответствующую форму вводятся код отказа, объект ТОиР, описание, причина и последствия отказа.

Кодировка отказов может включать указание на год, месяц и номер отказа в месяце. В кодировке отказа можно также учесть код подразделения, к которому относится оборудование, на котором произошел отказ. Привязка отказов к объектам ТОиР происходит путем выбора из выпадающего меню. Впоследствии можно будет делать выборку отказов (работ по их устранению) по месяцам, годам, подразделениям и объектам.

После ввода информации можно спланировать работу по отказу. Для этого выбирается зарегистрированный отказ в «Журнале работ по отказу» и в специальную форму вводятся данные о работе по его устранению (рис. 20). Данные в поле «Фактические параметры» появляются автоматически после оформления отчета об устранении отказа.

Перейдя на закладку «Структура работы», можно указать какие штатные единицы и запчасти необходимы, а также затраты на сторонние организации, запчасти и материалы. Планирование затрат происходит здесь аналогично описанному выше. Трудовые ресурсы и запчасти на работу могут не планироваться заранее, их можно ввести по факту выполнения работы, при оформлении отчета. Сохранив заполненную форму и запустив генерацию плана-графика получим на нем отметку желтого цвета для работы по устранению отказа.

Отчет о выполнении работы по отказу оформляется, как описано выше. Его можно начать из план-графика, журнала работ на текущий период, из «Журнала работ по отказам».

Анализ результатов

В составе программного обеспечения АСУ ТОиР всегда есть стандартный набор встроенных отчетов, который может использоваться для получения распечаток и анализа данных на всех этапах работы в системе — при описании оборудования, при планировании, при внесении информации о выполнении работ и расходах, при анализе состояния оборудования, отказов и результатов выполнения работ.

Прежде всего, речь идет о получении из системы сводных данных, например таких, как показано на рис. 21-23.

Работа по отказу [- / -] [200.20.10 - Смеситель №1 / 06-04-001 - Отремонтировать смеситель]

Основные данные | Структура работы

Статус *Не запланировано*

Код: 06-04-001 Объект ТОиР: 200.20.10 - Смеситель №1

Наименование работы: Отремонтировать смеситель

Класс работы: -

Вид отказа: Останов

Рис. 20 Ввод данных о работе по устранению отказа

№ п/п	Наименование работы и оборудования		Дни месяца																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
1	Ремонт кровли производственного цеха - Здания и сооружения	План					X	X																						
		Факт																												
2	Техническое обслуживание насоса №1 - Насос подачи жидкости №1	План																												
		Факт																												
3	Техническое обслуживание насоса №2 - Насос подачи жидкости №1	План																												
		Факт																												
4	Обслуживание электродвигателя - Электродвигатель насоса НПЖ №1	План																												
		Факт																												
5	Техническое обслуживание насоса №1 - Насос подачи жидкости №2	План																												
		Факт																												
6	Техническое обслуживание насоса №2 - Насос подачи жидкости №2	План																												
		Факт																												

Главный механик _____

Главный энергетик _____

Рис. 21 Распечатка план-графика

СПИСОК ИЗРАСХОДОВАННЫХ ЗАПЧАСТЕЙ

200.10.10	Насос подачи жидкости №1	12345		
07.04.2006	ТО Н-2	Техническое обслуживание насоса №2	Цех 13	
		Вал	123 5656	1,00 шт
		Краска серая	999-999	2,00 кг
		Подшипник	123 9087	2,00 шт
		Прокладка	123 3434	1,00 шт
		Стопор	123 6676	1,00 шт
		Уплотнение	123 6676	1,00 шт
200.31.50	Печь электрическая для отжига металла №5			
26.04.2006	ЭП 1.11	Ремонт механизма выкатного пода	Цех №2	
		Растворитель	999-997	50,00 кг
08.04.2006	ЭП 1.1	Снять дверку печи, выкатить под и отключить Э/О печи	Цех №2	
		Подшипник	123 9087	1,00 шт

Рис. 22 Распечатка по расходу запчастей

Кроме того, при внедрении АСУ ТОиР, как правило, создаются специфические отчеты, учитывающие дополнительные потребности заказчика в анализе совокупности данных. Например, такие отчеты, какие показаны на рис. 24, 25.

Используя имеющиеся в системе отчеты, можно получать распечатки с информацией о статусе и сроках выполнения работ, о фактических затратах, использованных запчастях, о динамике изменения контролируемых параметров, об оборудовании с параме-

Утверждаю
В сумме _____ рублей

" " _____ 200__ года

ВЕДОМОСТЬ РЕМОНТА № РВ-001
Ремонт смесителя

Объект ремонта: Смеситель №1
Номер работы: 06-0000201
Категория работ: Ремонтная ведомость
Подразделение-исполнитель: Цех 13
Ответственный: Механик цеха 13
Плановые: **Дата начала работ:** 25.04.2006 **Дата окончания работ:** 28.04.2006
Фактические: **Дата начала работ:** 25.04.2006 **Дата окончания работ:** 28.04.2006

№ пл	Наименование объекта работы в порядке единой номенклатуры и размеры объекта ремонта	Наименование работ по единой номенклатуре	Затраты на сторонние организации	Специальность	24.05.2006 9:00:00			Наименование, сорт, размер для ремонтных материалов	Единица измерения	Количество	Планируемая цена	Стоимость материала	Общая стоимость объекта работы руб.
					Почасовая оплата руб.	Время на всю работу час.	Стоимость работ руб. план/факт						
1	Смеситель №1	Демонтаж смесителя	Сторонняя организация	Слесарь 4 разряда Механик цеха 13	100,00 400,00	1,00 1,00	100,00 400,00						
Итого по работе: СМ-001 Демонтаж смесителя			20 000,00 20 000,00			1,00 1,00	100,00 400,00					0,00 0,00	20 100,00 20 400,00
2	Смеситель №1	Разборка и сборка с заменой запчастей		Слесарь 4 разряда Механик цеха 13	400,00 400,00	4,00 4,00	1 600,00 1 600,00	Барaban смесителя	шт	1,00	500,00	500,00	
								Вал смесителя	шт	1,00	600,00	600,00	
								Подшипник вала смесителя	шт	2,00	200,00	400,00	
								Уплотнитель вала смесителя	шт	2,00	100,00	200,00	
Итого по работе: СМ-002 Разборка и сборка с заменой запчастей			0,00 0,00			4,00 4,00	1 600,00 1 600,00				1 700,00 1 700,00	3 300,00 3 300,00	
Все по РВ РВ-001 Ремонт смесителя			20 000,00 20 000,00			5,00 5,00	1 700,00 2 000,00				1 700,00 1 700,00	23 400,00 23 700,00	

Рис. 23 Распечатка ремонтной ведомости

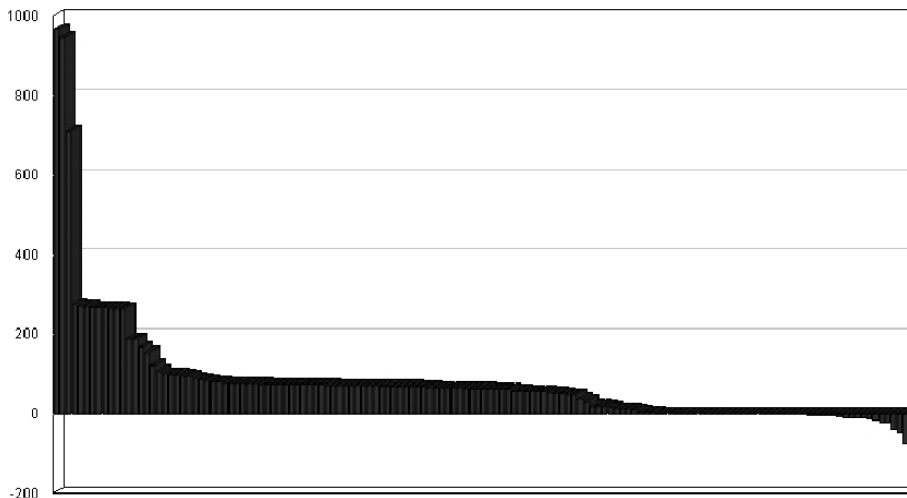


Рис. 24 Группировка оборудования по остаточному ресурсу

трами за пределами допусков, о статистике отказов по видам, последствиям, причинам и критичности, о выполнении работ по устранению отказов и соответствующих затратах, о плановых и фактических затратах на выполненные работы, трудозатратах персонала и затратах на сторонние организации, о запчастях, необходимых для плановых работ, о фактическом расходе запчастей и материалов, запчастях, израсходованных на устранение отказов, информацию об остатках склада и другие.

Заключение

Описанные в статье функции автоматизированной системы управления ТОиР можно считать базовыми, то есть лежащими в основе любой аналогичной системы. В принципе, указанный набор функций дает работоспособную АСУ ТОиР, позволяющую решать многие задачи ремонтно-эксплуатационной службы. Такую систему можно назвать типовой и с ее внедрением предприятие может справиться самостоятельно, закупив соответствующее программное обеспечение АСУ ТОиР.

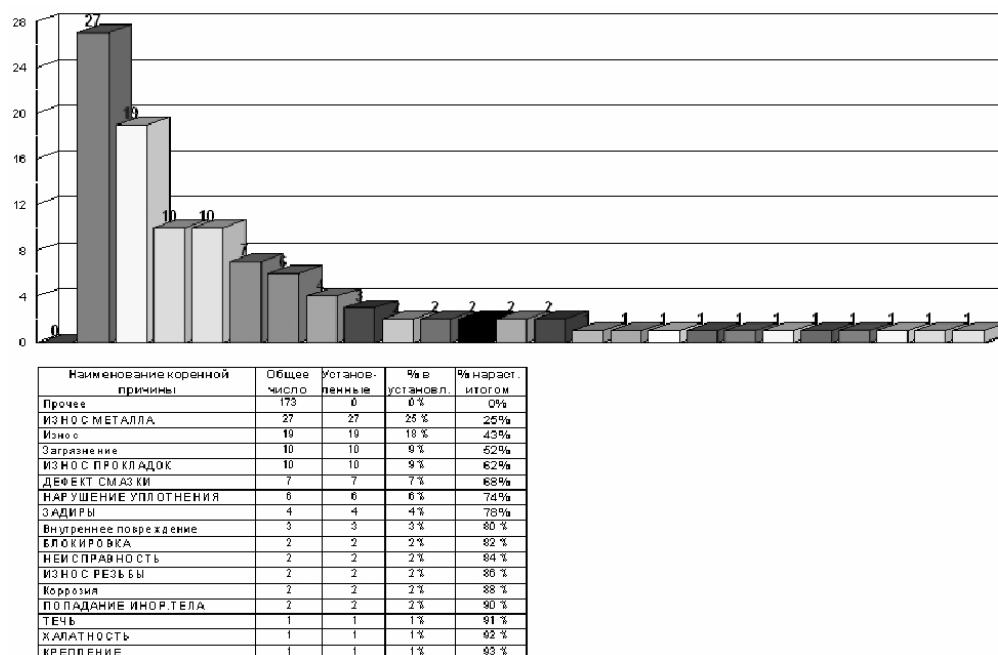


Рис. 25 Группировка дефектов по причинам возникновения

Однако, необходимо учитывать, что за рамками статьи остались многие важные возможности, которые на конкретном предприятии могут быть не менее востребованными, чем здесь описанные. Например, функции автоматизированного взаимодействия со службой снабжения, а также с поставщиками материальных ресурсов и услуг для ТОиР, функции нарядно-допускной системы, операции бюджетирования, функции управления персональной информацией участников ТОиР, некоторые складские функции и другие. Состав необходимых возможностей АСУ ТОиР определяется применительно к каждому предприятию на

этапе его диагностического обследования и разработки проектной документации на систему. Внедрение же такой полномасштабной, учитывающей все потребности предприятия системы — дело совместных усилий технического менеджмента предприятия, его службы информационных технологий, а также компании-консультанта, имеющей достаточный опыт выполнения аналогичных проектов. В идеале компания-консультант является одновременно и разработчиком программного обеспечения АСУ ТОиР. Как показывает практика, это обстоятельство часто имеет решающее значение для успешного внедрения системы.

Словарь терминов по металлообработке

Твердость на вдавливание (Indentation hardness)

1) Сопротивление материала вдавливанию. Это — обычный тип определения твердости, в котором точечный или округлый индентор вдавливается в поверхность при статической нагрузке.
 (2) Сопротивление поверхности твердого тела проникновению другого тела, обычно более твердого при заданных условиях. Численные значения, используемые для выражения твердости на вдавливание измеряются физическими, а не абсолютными величинами. Измерения зависят от шкалы твердости используемой для определения твердости. См. также Brinell, Клоор, Rockwell, Vickers, nanohardness test — Измерение твердости по Бринеллю, Кнупу, Роквеллу, Виккерсу, Микротвердость.

Твердость по Моосу (Mohs hardness)

Твердость тела согласно масштабу, предложенному Моосом, основанным на десяти минералах, каждый из которых может оцарапать последующие. Эти полезные ископаемые расположены в уменьшающемся порядке твердости: алмаз — 10, корунд — 9, топаз — 8, кварц — 7, полевой шпат — 6, апатит — 5, флюорит — 4, кальцит — 3, гипс — 2, тальк — 1.