

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЭТАПА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ИЗДЕЛИЙ АВИАСТРОЕНИЯ

2007 Ю. В. Киселев, В. А. Зрелов, М. Е. Проданов, С. К. Бочкарев, Д. Ю. Киселев

Самарский государственный аэрокосмический университет

В статье описана информационная поддержка жизненного цикла изделия на примере авиационного подшипника для газотурбинного двигателя в среде PDM “SmarTeam”.

Жизненный цикл (ЖЦ) изделия - это совокупность этапов или последовательность бизнес-процессов, через которые оно проходит за время своего существования: маркетинговые исследования, составление технического задания, проектирование, технологическая подготовка производства, изготовление, поставка, техническая эксплуатация и утилизация после использования (рис. 1) [1].

Базовой идеей непрерывной информационной поддержки поставок и жизненного цикла продукции (Continuous Acquisition and Life cycle Support - CALS) стала идея информационной интеграции стадий ЖЦ продукции (изделия), которая предполагает переход к интегрированной информационной среде

(ИИС). Информационная интеграция состоит в том, что все автоматизированные системы, применяемые на различных стадиях ЖЦ, оперируют не с традиционными документами и даже не с их электронными отображениями (например, отсканированными чертежами), а с формализованными информационными моделями, описывающими изделие, технологии его производства и использования. Эти модели существуют в ИИС в специфической форме информационных объектов (ИО). По мере необходимости прикладные системы, которым для их работы нужны те или иные ИО, могут извлекать их из ИИС, обрабатывать, создавая новые объекты, и помещать результаты своей работы в ту же ИИС.



Рис. 1. Функции жизненного цикла изделия (по ISO 9004)

Чтобы все это было возможно, информационные модели и соответствующие ИО должны быть стандартизованы.

ИИС формируется на базе систем управления данными (Product Data Management - PDM систем) и представляет собой совокупность распределенных баз данных, в которой действуют единые стандартные правила хранения, обновления, поиска и передачи информации, через которую осуществляется безбумажное информационное взаимодействие между всеми участниками ЖЦ изделия. При этом однажды созданная информация хранится в ИИС, не дублируется, не требует каких-либо перекодировок в процессе обмена, сохраняет актуальность и целостность.

Применение CALS приводит к следующему:

- появляются принципиально новые средства инженерного труда;
- полностью изменяется организация и технология инженерных работ;
- существенно изменяется нормативная база, т. е. она дополняется и частично перерабатывается;
- должны быть переучены тысячи специалистов для работы в новых условиях и с новыми средствами труда.

Continuous Acquisition [Support] - означает непрерывность информационного взаимодействия поставщика и заказчика в ходе формализации потребностей последнего, формирования заказа, процесса поставки и т. д. Вторая часть - Life cycle Support (поддержка жизненного цикла изделия) - означает системность подхода к информационной поддержке всех процессов ЖЦ изделия, в том числе процессов эксплуатации, обслуживания, ремонта, утилизации и т. д. В России для обозначения этих технологий введен термин информационная поддержка изделий (ИПИ).

В настоящее время широкое употребление получили термины Product Lifecycle Management (PLM) - управление жизненным циклом изделия, Customer Relationships Management (CRM) - управление взаимодействиями с заказчиком и Supply Chain Management (SCM) - управление взаимодействиями с поставщиками, которые использу-

ются для обозначения классов взаимодействующих пакетов программ.

Рассматриваемая в статье система технической эксплуатации изделий представляет собой PLM-решение, состоящее из совокупности процессов, организационно-технических мероприятий и регламентов, осуществляемых на стадии технической эксплуатации изделия с использованием переходов на другие стадии от его разработки до утилизации.

Цель внедрения настоящего PLM-решения в ИИС - сокращение «затрат на владение изделием», которые для сложного наукоемкого изделия равны или превышают затраты на его закупку.

Основой CALS/ИПИ-технологий является технология управления данными об изделии PDM-технологии. В настоящей работе использовались инструментальные среды:

- для создания концептуальных структурных моделей процессов в стандарте IDEF0 - пакет программ BPWin [2];

- для создания объектных моделей - PDM SmarTeam.

Программный продукт PDM SmarTeam предназначен для совместного контролируемого и управляемого использования данных о продукте на всех этапах ЖЦ в пределах единого информационного пространства (ЕИП). ЕИП представляет собой общую базу данных, в которой работают все специалисты, имеющие отношение к этим данным, включая разработчиков, производителей и эксплуатантов, независимо от их географического расположения.

Задачи, решаемые с помощью PDM SmarTeam:

- Планирование, разработка, контроль и управление процессами проектирования, производства и технического обслуживания изделия.

- Обеспечение приема, хранения и управления информацией о каждом экземпляре изделия в течение всего его жизненного цикла.

- Ускорение движения информации, организация электронного документооборота.

- Обеспечение сохранности информации, поддержка регламента прав доступа, организация электронного архива.

- Ускорение процессов проектирования за счет параллельного выполнения работ и электронного обмена данными в едином информационном пространстве предприятия.

- Ускорение освоения опыта проектирования молодыми специалистами и повышение престижности работы инженеров и руководителей.

- Подготовка информации и кадров для внедрения CALS-технологий.

Жизненный цикл авиационного подшипника (этап «Техническая эксплуатация»)

Покажем применение CALS-технологий на модели описания процессов жизненного цикла подшипника как одного из стандартных элементов изделий: самолета и двигателя.

В качестве примера рассмотрим подшипники для газотурбинных двигателей (ГТД) серии Д-30, изготавливаемых заводом-изготовителем подшипников (ОАО «ЗАП») и поставляемых на предприятие-изготовитель

двигателей (НПО «Сатурн»), где после установки они в составе двигателя направляются в эксплуатирующую организацию (авиакомпания ОАО «Самара»).

На рисунке 2 представлена контекстная диаграмма, иллюстрирующая способ представления в рамках SADT-технологий с помощью системы BPWin взаимодействия потоков материальных и информационных объектов, управления (в виде регламентирующей документации) и инструментов для выполнения операций «Процесса поставки и эксплуатации подшипников в составе силовой установки». В данном случае инструментом является персонал предприятий, входящих в жизненный цикл.

Ниже представлены контекстные диаграммы для различных этапов ЖЦ авиационного подшипника (АП) с последовательной детализацией этих диаграмм.

На рисунке 3 представлена контекстная диаграмма, отражающая схему взаимодействия предприятий, отвечающих за ЖЦ АП (блок 1 - ЗАП, блок 2 - «НПО «САТУРН», блок 3 - авиакомпания ОАО «Самара»).

На контекстной диаграмме (рис. 4) представлены процессы, которые реализуют-

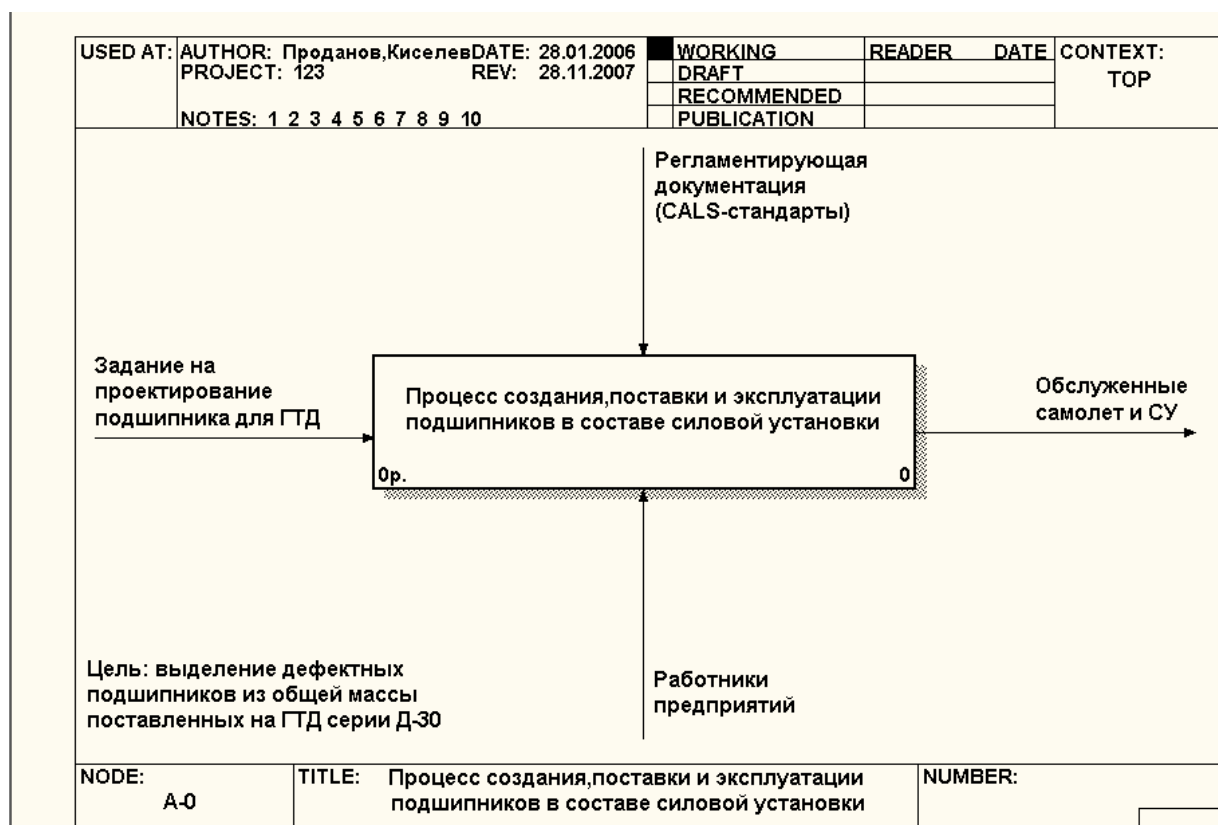


Рис. 2. Схема процесса поставки и эксплуатации подшипников в составе силовой установки (СУ)

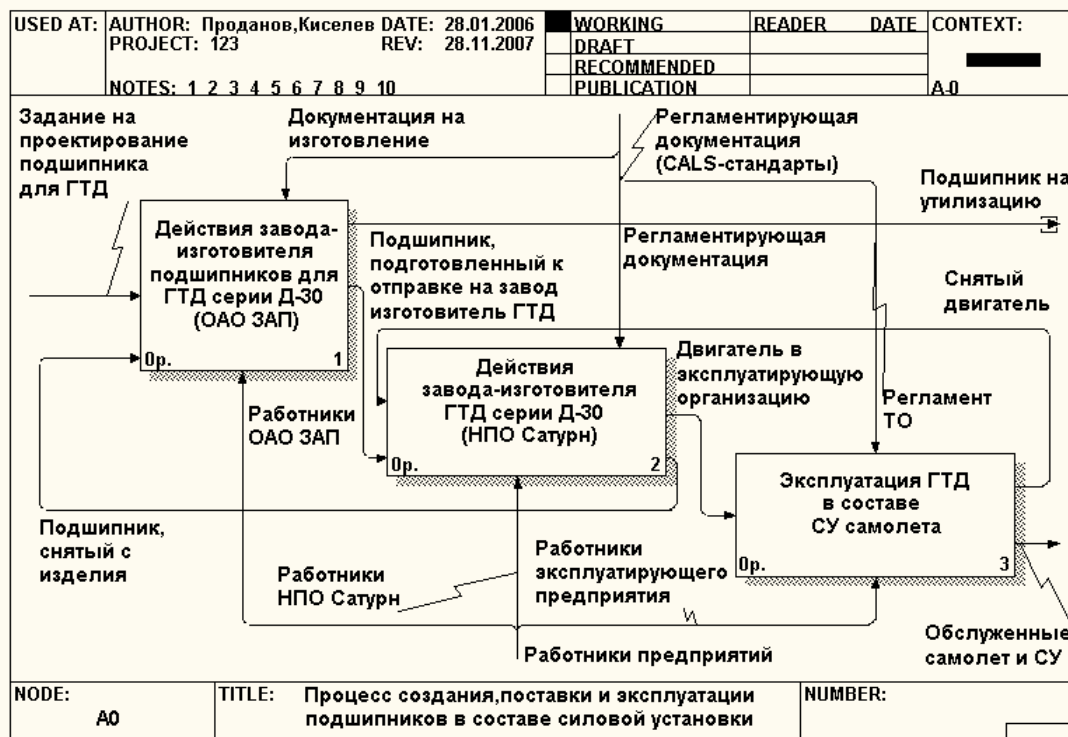


Рис. 3. Схема взаимодействия участников ЖЦ подшипника

ся на ЗАП на стадиях создания, производства и поставки, а также действия при получении с завода-изготовителя двигателей дефектного подшипника.

На рисунке 5 представлены действия завода-изготовителя двигателей при приеме подшипника, его установке в двигатель и отправке двигателя в эксплуатацию.

На рисунке 6 представлены действия эксплуатирующего предприятия при поступлении двигателя в эксплуатацию и процессы, которые происходят с самолетом и двигателем в составе силовой установки в процессе технической эксплуатации. Двигатель принимается у завода-изготовителя, устанавливается на самолет и в составе СУ эксплуатируется в авиакомпании.

Техническая эксплуатация, объектами которой является самолет и его системы (в том числе и СУ), включает летную эксплуатацию и техническое обслуживание (ТО) [3] (рис. 7).

О состоянии подшипниковых опор можно судить по операции, которая выполняется в ходе периодического технического

обслуживания системы смазки и суфлирования, а конкретно по результатам анализа на содержание железа и меди в масле.

ТО системы смазки и суфлирования (рис. 8) состоит из осмотра, проверки, замены масла на свежее и анализа на содержание железа и меди в масле, который распадается на два этапа: отбор проб масла; оценка результатов анализа.

По результатам анализа принимаются решения о продолжении эксплуатации, постановке двигателя на особый контроль или съеме двигателя (рис. 9), которые влияют на процесс технической эксплуатации.

В случае, если принимается решение о съеме двигателя, то он снимается с эксплуатации и отправляется для разборки на завод-изготовитель двигателя, и далее подшипники отправляются на завод-изготовитель подшипников для дальнейшего изучения (рис. 10). Там происходит их дефектация и разрабатываются мероприятия для исключения в дальнейшем возникновения причины дефекта на этапах производства и конструирования подшипников.

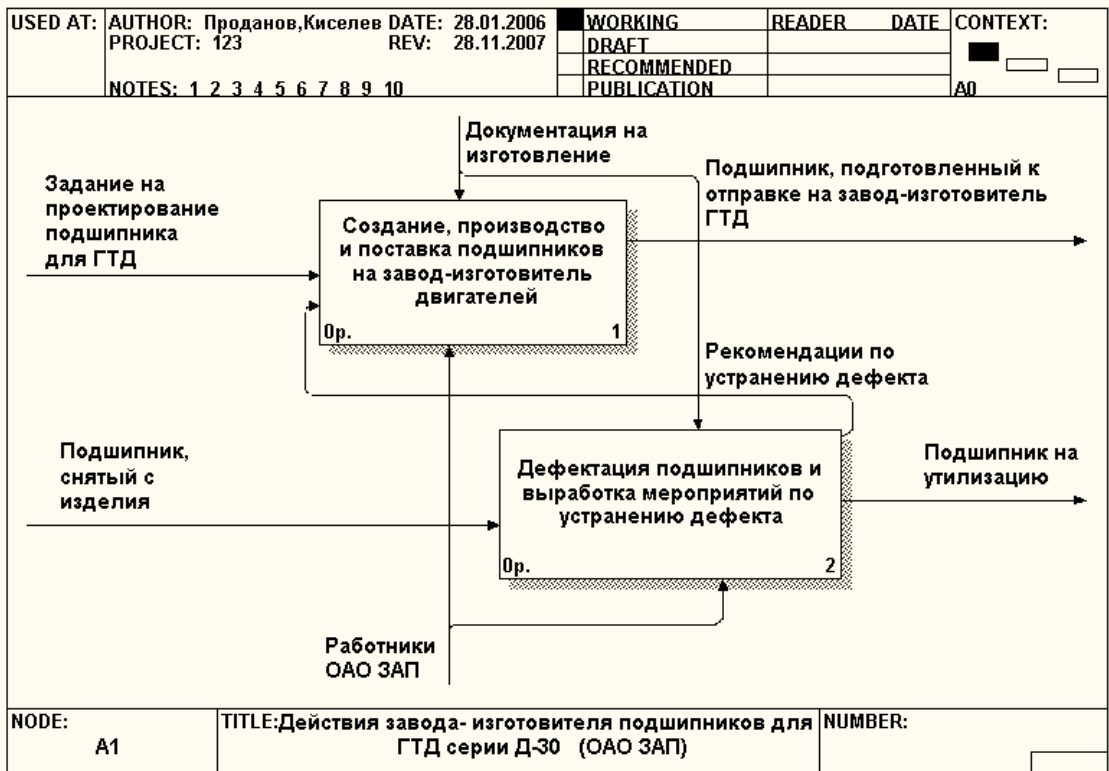


Рис. 4. Схема действий завода-изготовителя подшипников для ГТД серии Д-30

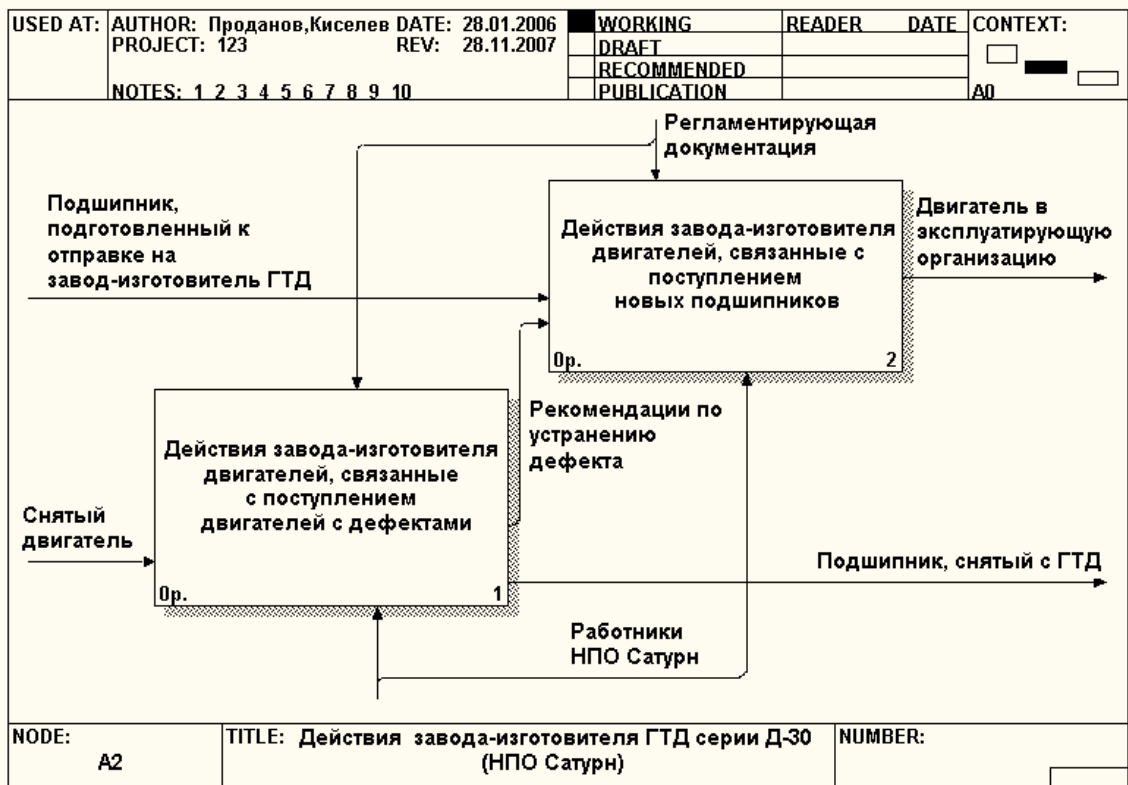


Рис. 5. Действия завода-изготовителя ГТД

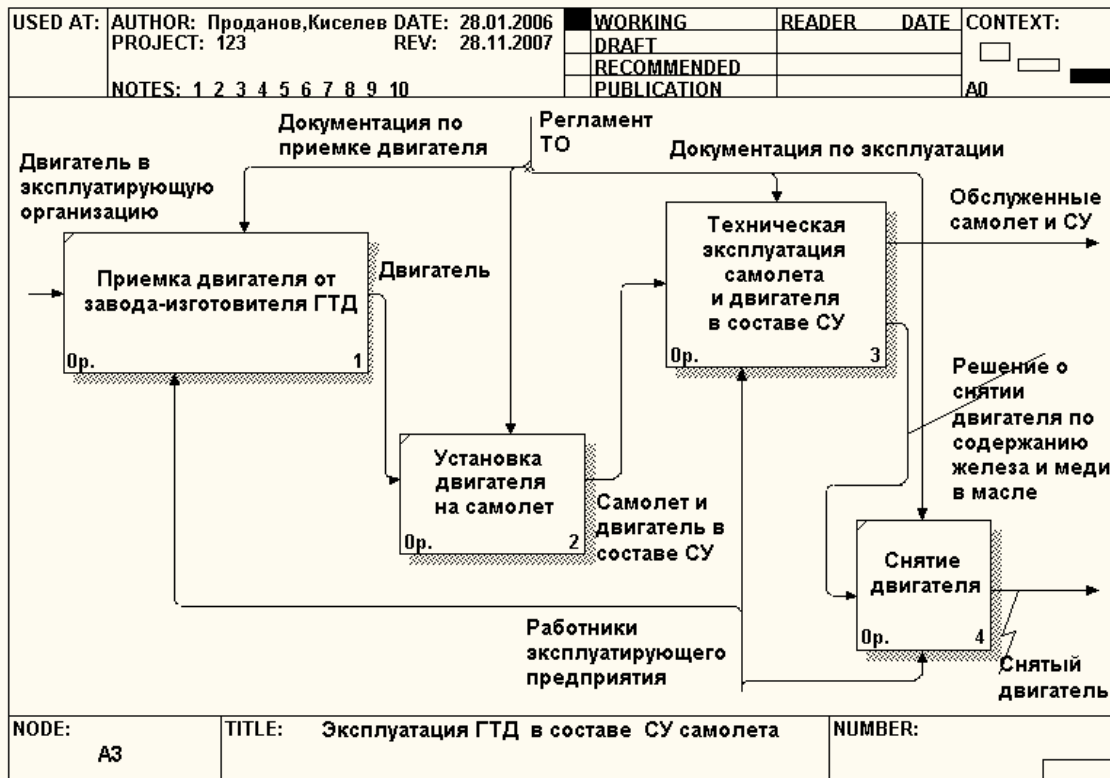


Рис. 6. Функции эксплуатирующей организации

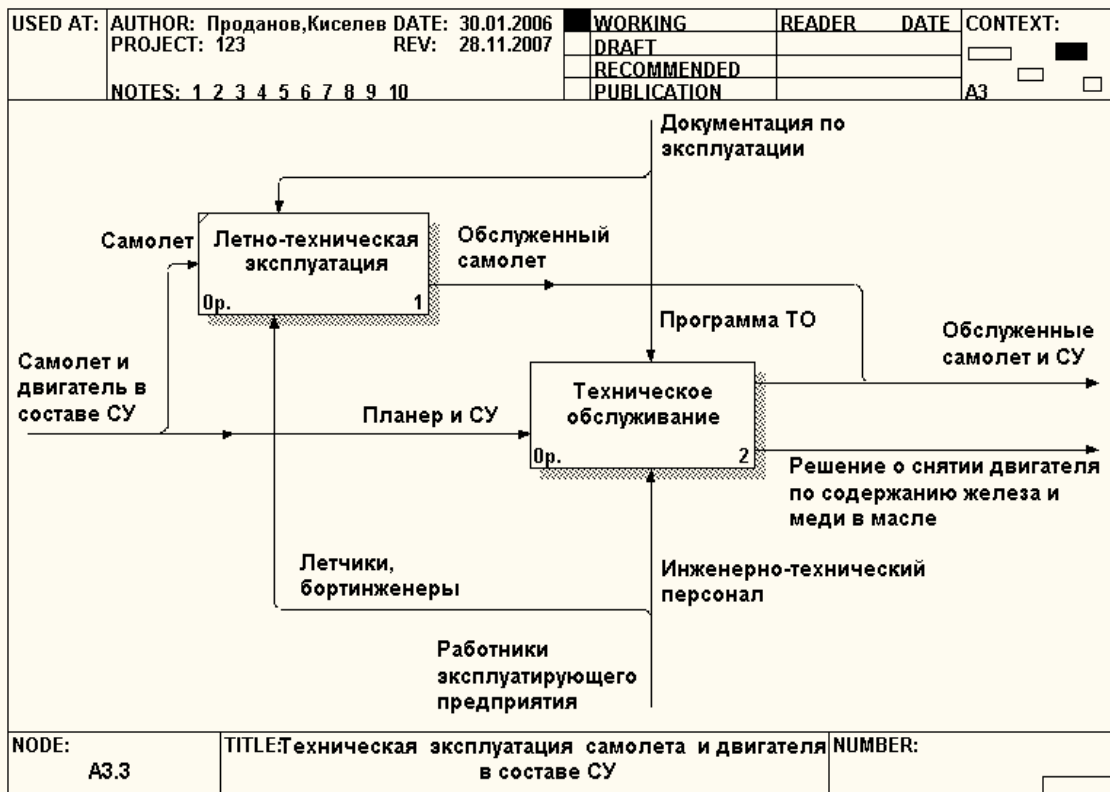


Рис. 7. Этапы технической эксплуатации самолета и двигателя в составе СУ

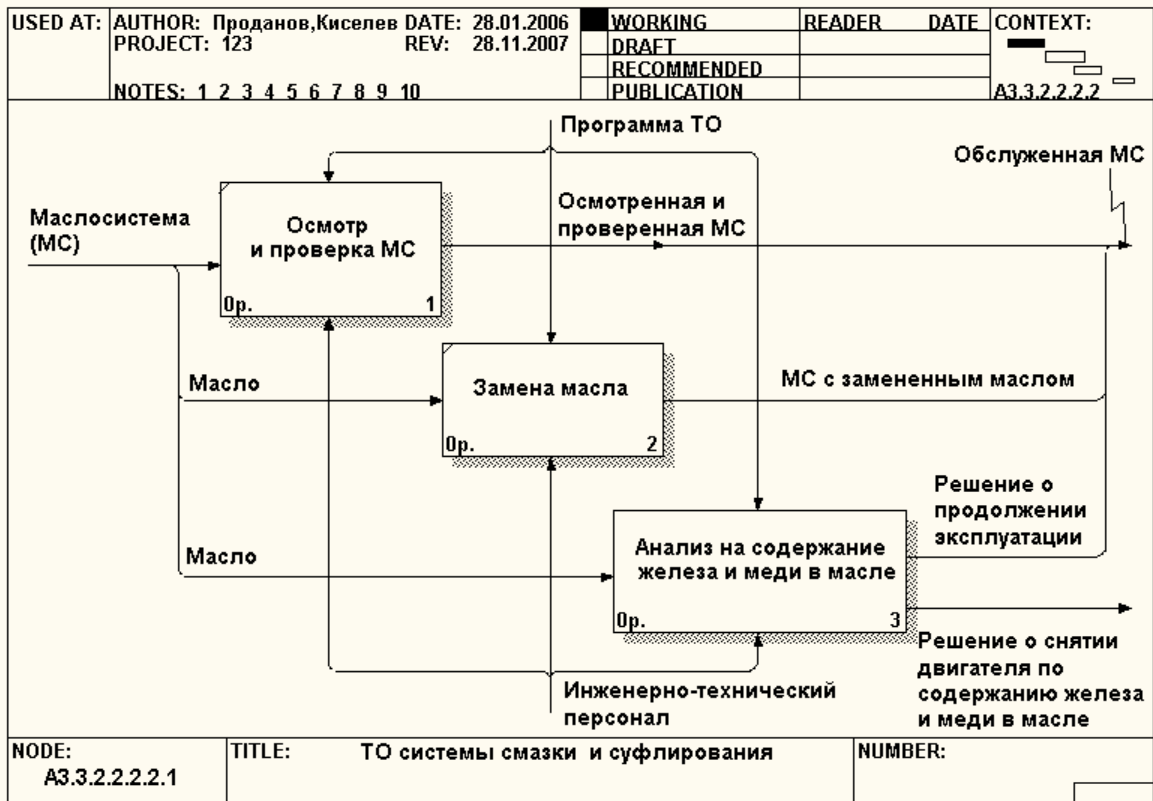


Рис.8. Схема ТО системы смазки и суфлирования

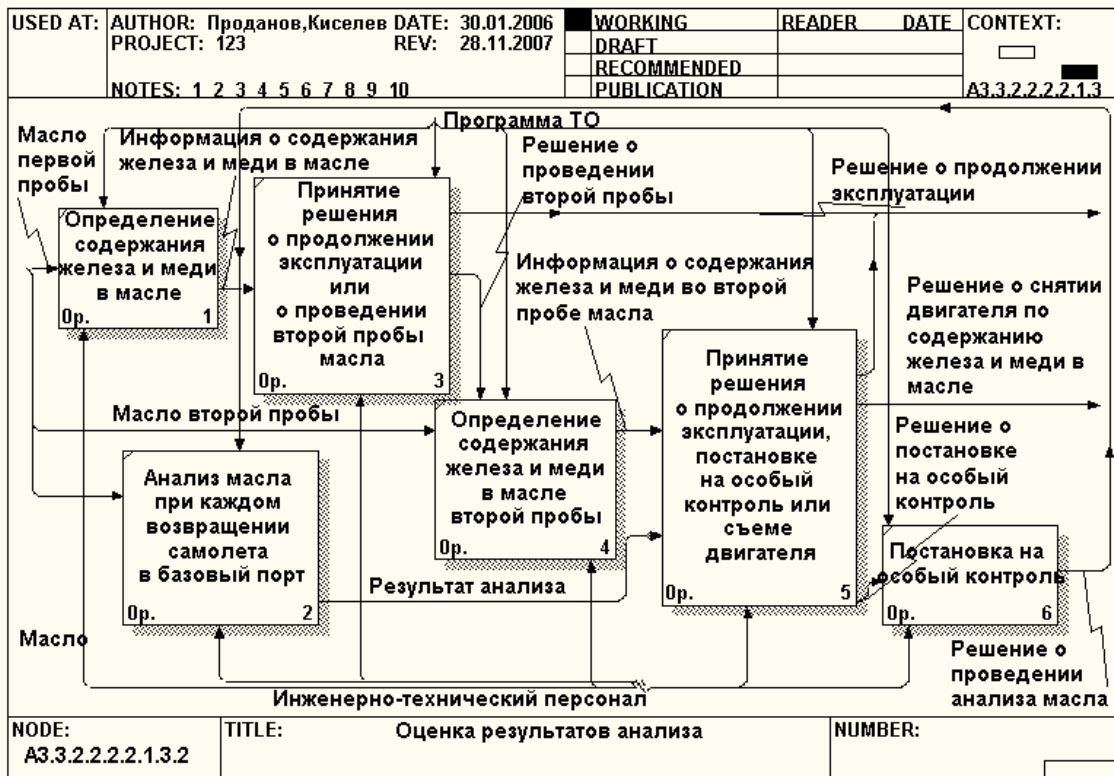


Рис. 9. Схема выработки решения в ходе оценки результатов анализа

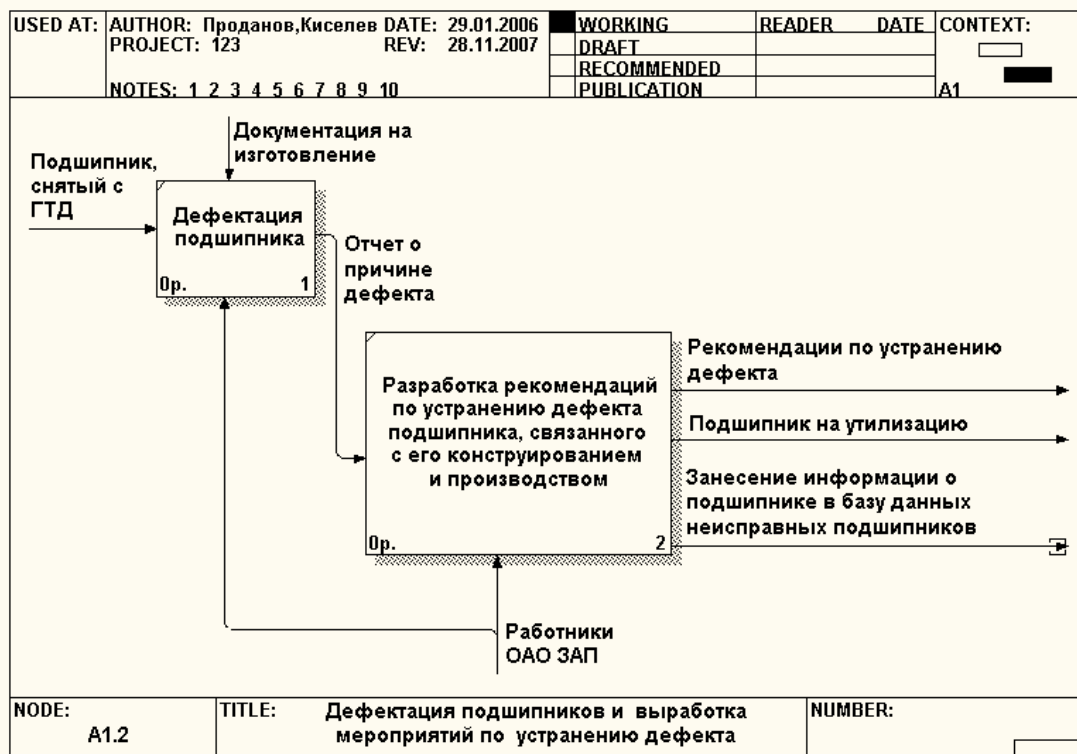


Рис. 10. Схема действий завода-изготовителя подшипников при получении дефектного подшипника с завода-изготовителя двигателя

Представление информации в среде систем управления данными об изделии

Для описания изделия необходимо иметь перечень документации, сопровождающий изделие на всех этапах его ЖЦ. Для описания документооборота и сокращения времени обращения этих документов разработаны специальные информационные системы, одной из которых является SmarTeam. Используя ее возможности, можно в электронном виде описывать и хранить различного рода документацию на изделие (конструкторскую, технологическую и эксплуатационную).

Проиллюстрируем возможности системы SmarTeam на примере описания структуры данных двигателя Д-30 (использована демо-версия SmarTeam 4.0). Все объекты описания представляются в определенных классах. Для этого в основном классе «Проекты» созданы объекты двигателя Д-30 включающие сборочные единицы, относящиеся к двигателю (рис. 11).

В подклассе «Комплексы» создан комплекс «Система смазки и суфлирования». В классе «Технологические документы» создан подкласс «Технологические карты», в котором расписаны карты, относящиеся к обслуживанию системы смазки и суфлирования (рис. 12). Для графического отображения технологического процесса «Анализ на содержание железа и меди в масле» используем встроенную программу Flow Chart Designer, поставляемую совместно с SmarTeam. В SmartFlow встроена система уведомлений (SmartBox), с помощью которой происходит присоединение данных к системе и передача операций с одного рабочего места на другое (рис. 13).

В графическом виде представлена документация, подключенная к объекту «Опора роликподшипника», в различных классах описания сопровождающая подшипник на протяжении ЖЦ:

1. Паспорт на подшипник. КД - конструкторский документ, в котором указываются

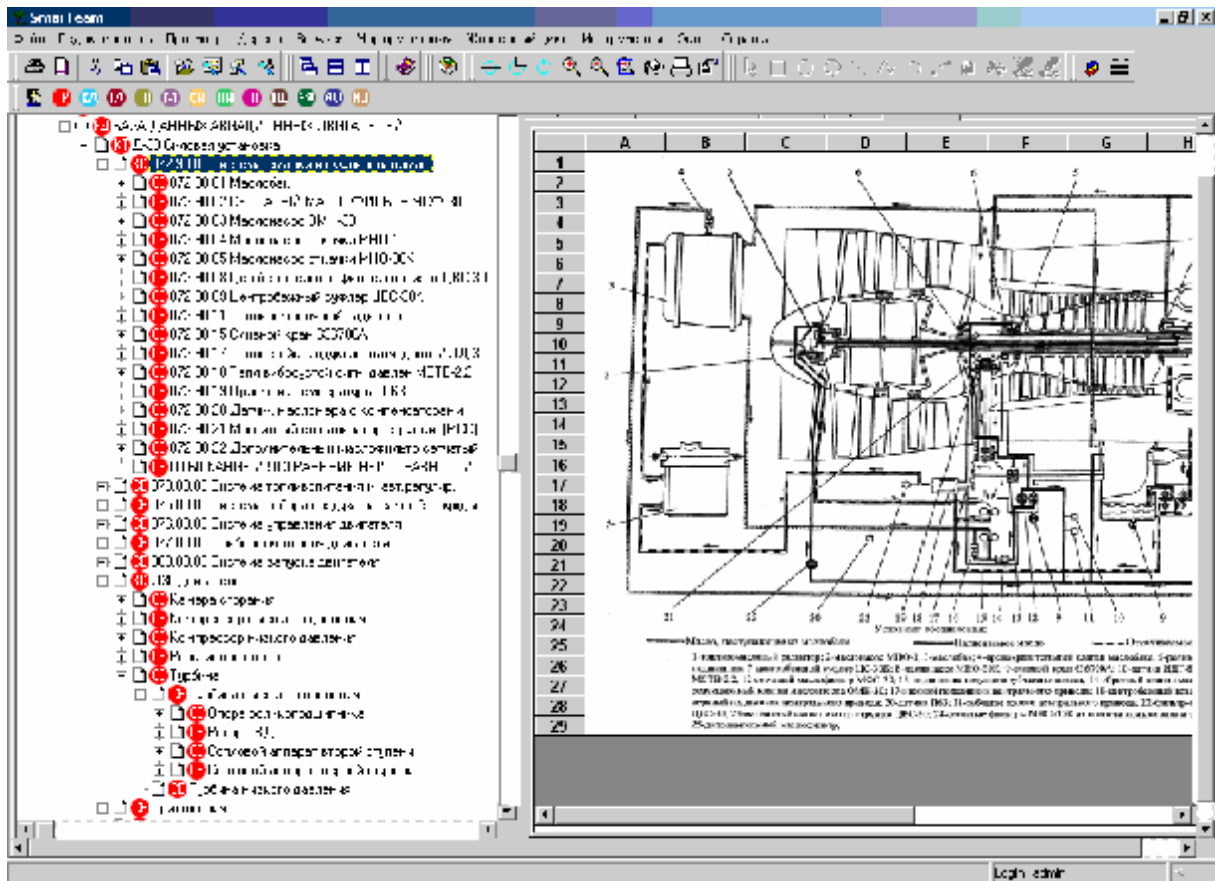


Рис. 11. Представление структуры объектов в базе данных

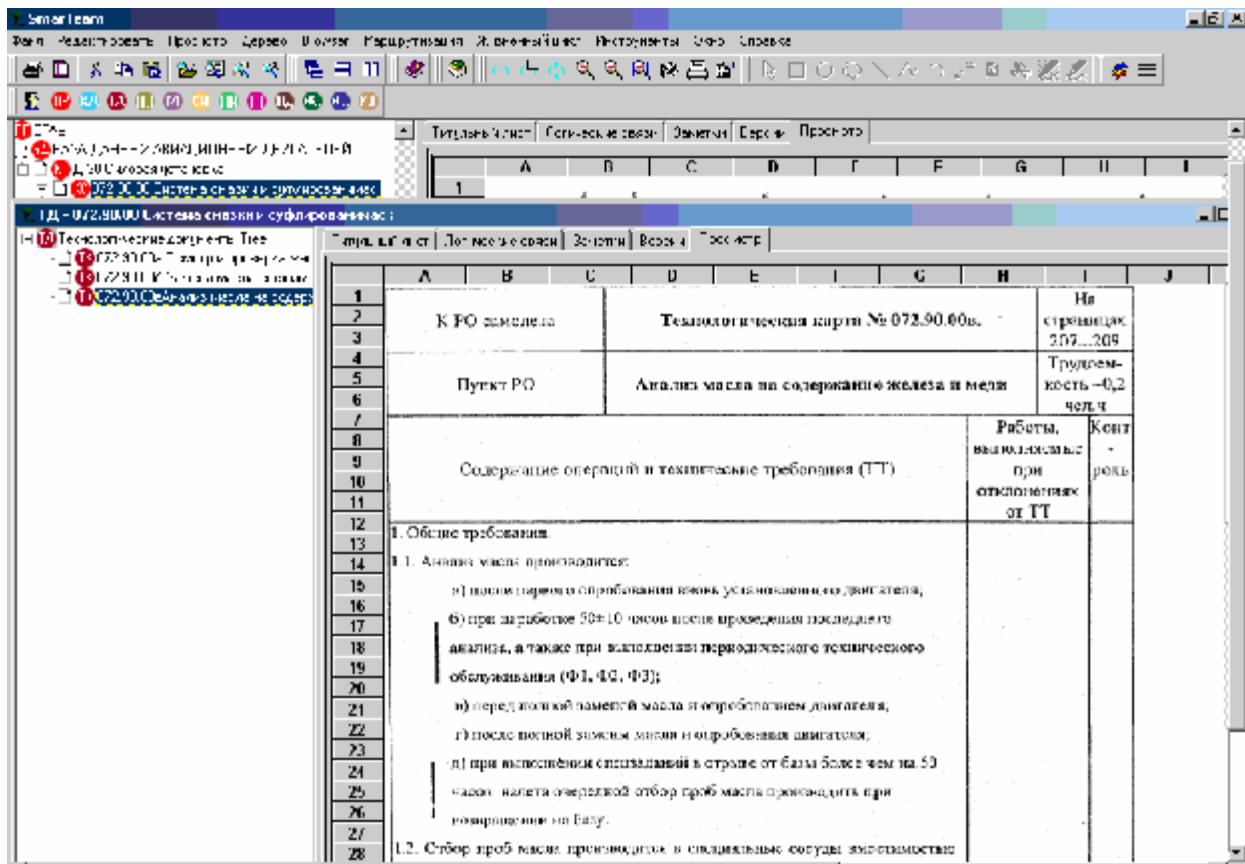


Рис. 12. Структурное представление класса «Технологические документы»

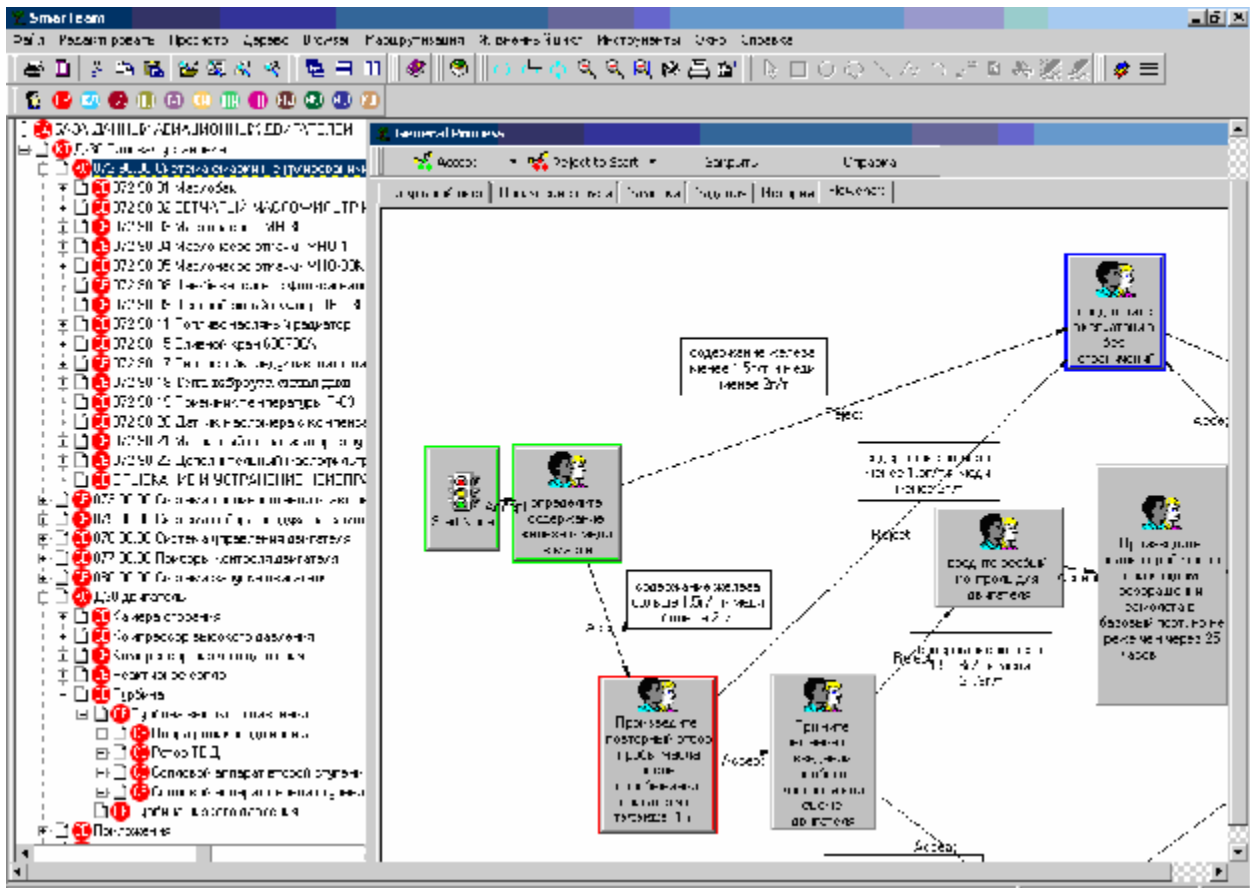


Рис. 13. Передача данных с одного рабочего места на другое при помощи SmartBox

ся: условное обозначение подшипника; класс точности; ГОСТ и ЕТУ, по которым изготовлен подшипник; срок консервации. Он заполняется на заводе-изготовителе подшипников и прикладывается к каждому изделию.

2. “Желтые” карточки, в которые заносят сведения о подшипниках, приведших к снятию двигателя (рис. 14). ДР - ремонтная документация, в которой записываются сведения о подшипниках к съему двигателя в процессе эксплуатации. ДР заполняется на заводе-изготовителе подшипников.

Выполненное описание позволило:

1. Проследить путь подшипника по этапам производства и эксплуатации в зависимости от складывающейся ситуации: нормальная эксплуатация (рис. 8); проявление дефекта (рис. 9, 10).

2. Представить описание системы смазки и суфлирования ГТД серии Д-30 сопроводительной эксплуатационной документаци-

ей и подробно расписать технологическую операцию (анализ на содержание железа и меди в масле).

Использование описания ЖЦ изделия с помощью контекстных диаграмм, выполненных в системе BPWin, и представление данных в среде SmartTeam позволяет:

- организовать хранение данных в единой информационной среде;
- обеспечить быстрый и удобный переход от рассмотрения одного этапа ЖЦ к другому;
- отказаться от бумажных носителей информации;
- обеспечить доступность информации об изделии для каждого участника процесса на любом этапе ЖЦ изделия;
- существенно сократить затраты на разработку изделия;
- снизить время на устранение неисправностей и внесение изменений в конструкцию.

	де-юре	де-факто	проблема	ресурс	ИЗ	вид, вид решения	проблема	решение	исходный результат
1									
2									
3									
4									
5									
6	3001	1	1967	3000	2735-1006	Выявление проблемы на уровне организации	Работа с персоналом предприятия	Подр.	Соблюдение порядка
7									
8									
9									
10	3007	1	2066	3000	3211-0709	Нормативное регулирование деятельности	Переход к новому уровню работы	Подр.	Долгий процесс
11									
12									
13									
14									
15	3009	1	1712	3000	4178-1393	Процессное решение	Планирование	Подр.	Долгий процесс
16									
17									
18									
19									
20									
21	3001	1	417	3000	1535-0293	Разрешение	Работа с персоналом предприятия	Подр.	Соблюдение порядка
22									
23									
24	3002	1	2871	3000	0421-0493	Штатное решение	Работа с персоналом предприятия	Подр.	Соблюдение порядка
25									
26									
27	3001	1	321	3000	6516-0597	Увольнение	Работа с персоналом предприятия	Подр.	Долгий процесс
28									
29									
30									

Рис.14. “Желтая” карточка

Список литературы

1. Судов Е. В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели. – Москва: ООО Издательский дом «МВМ», 2003. – 264с.

2. ГОСТ Р50.1.028-2001 Методология функционального моделирования IDEF0.

3. Макаровский И. М. Основы технической эксплуатации и диагностики авиационной техники: Метод. Указания. – Самара: СГАУ, 2004. – 118 с.