

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)

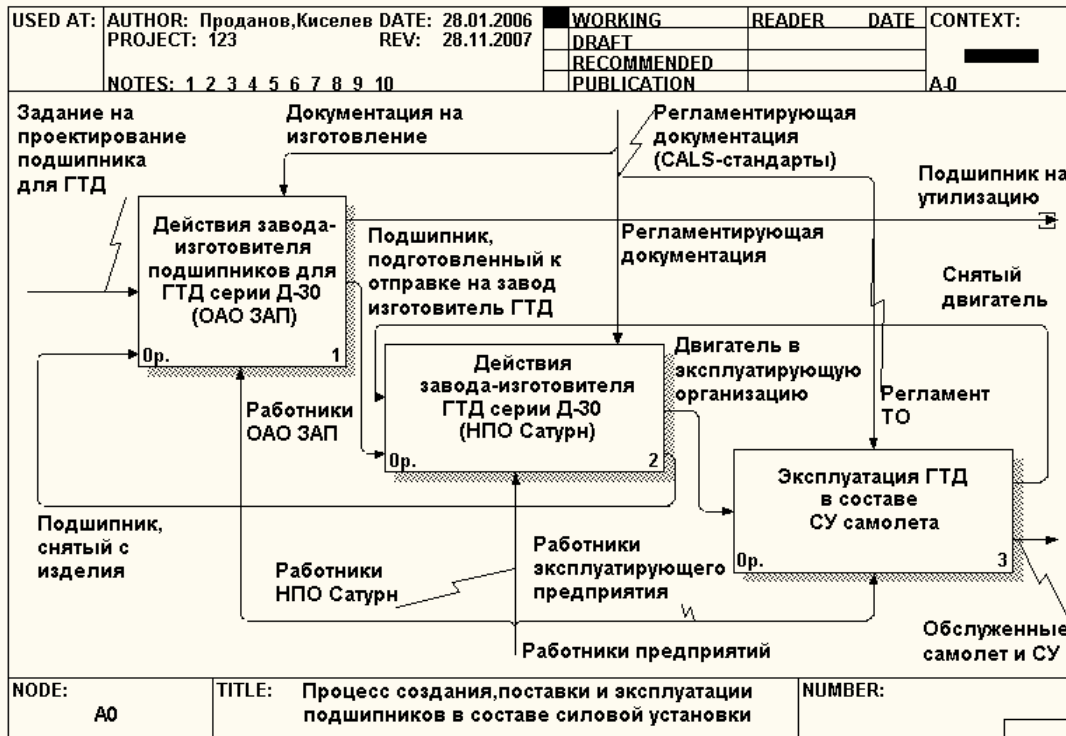


Рис. 3. Схема взаимодействия участников ЖЦ подшипника

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

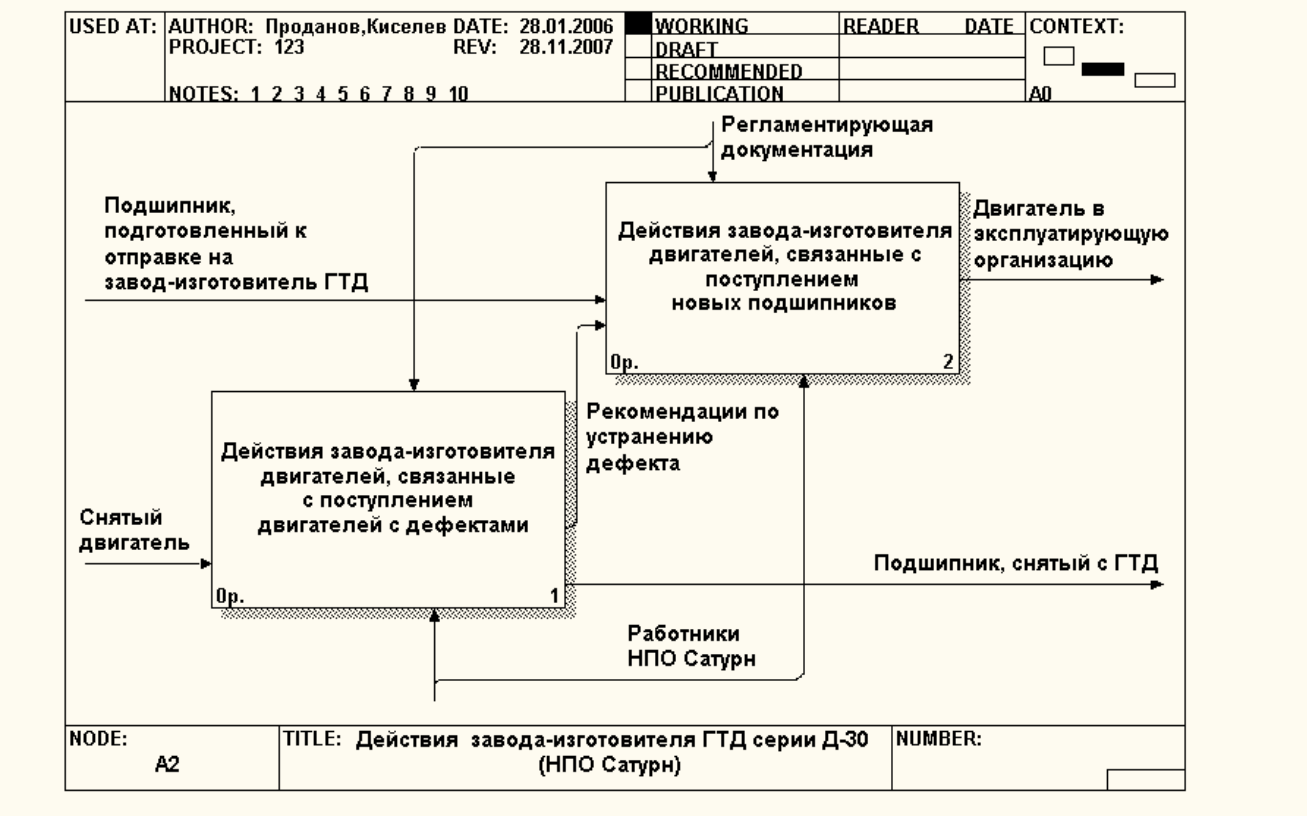


Рис. 5. Действия завода-изготовителя ГТД

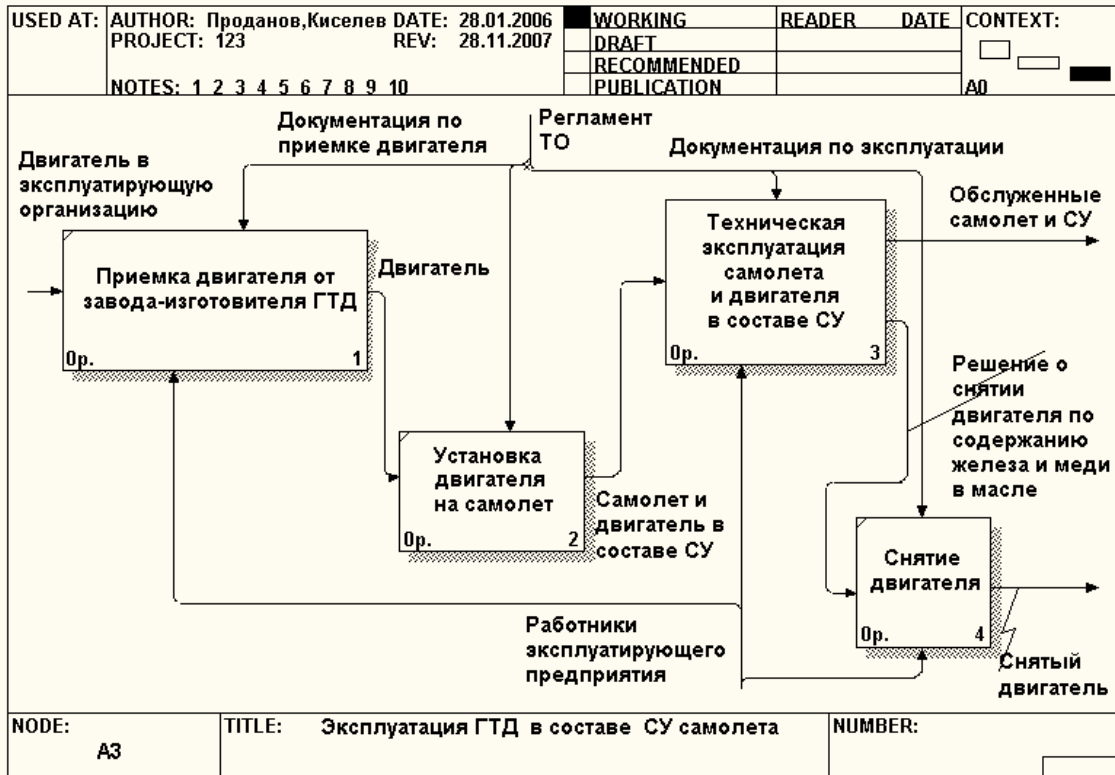


Рис. 6. Функции эксплуатирующей организации

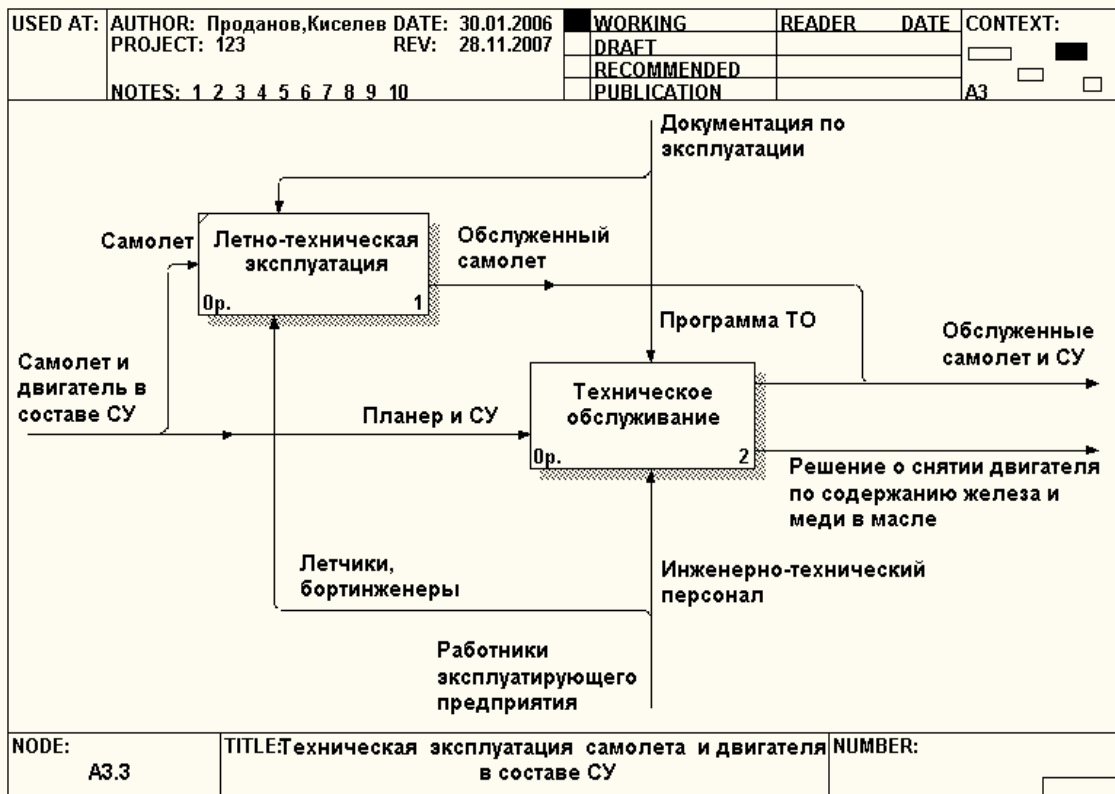


Рис. 7. Этапы технической эксплуатации самолета и двигателя в составе СУ

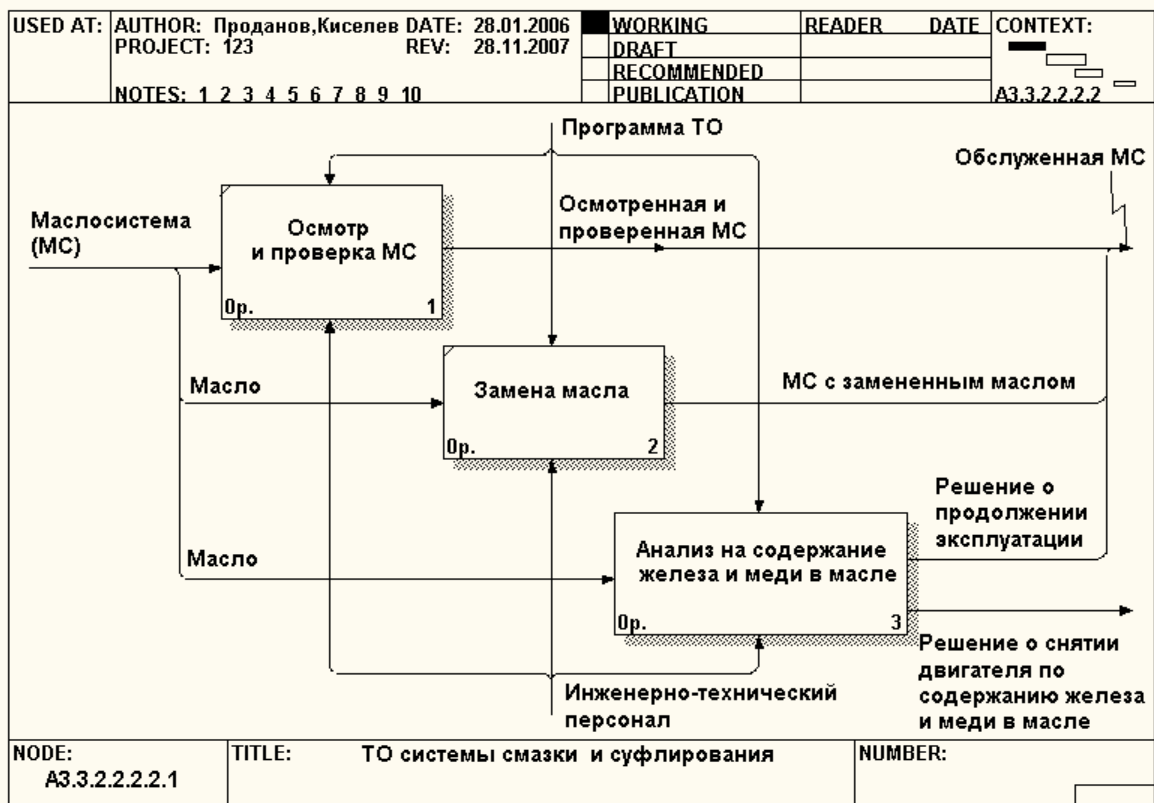


Рис.8. Схема ТО системы смазки и суфлирования

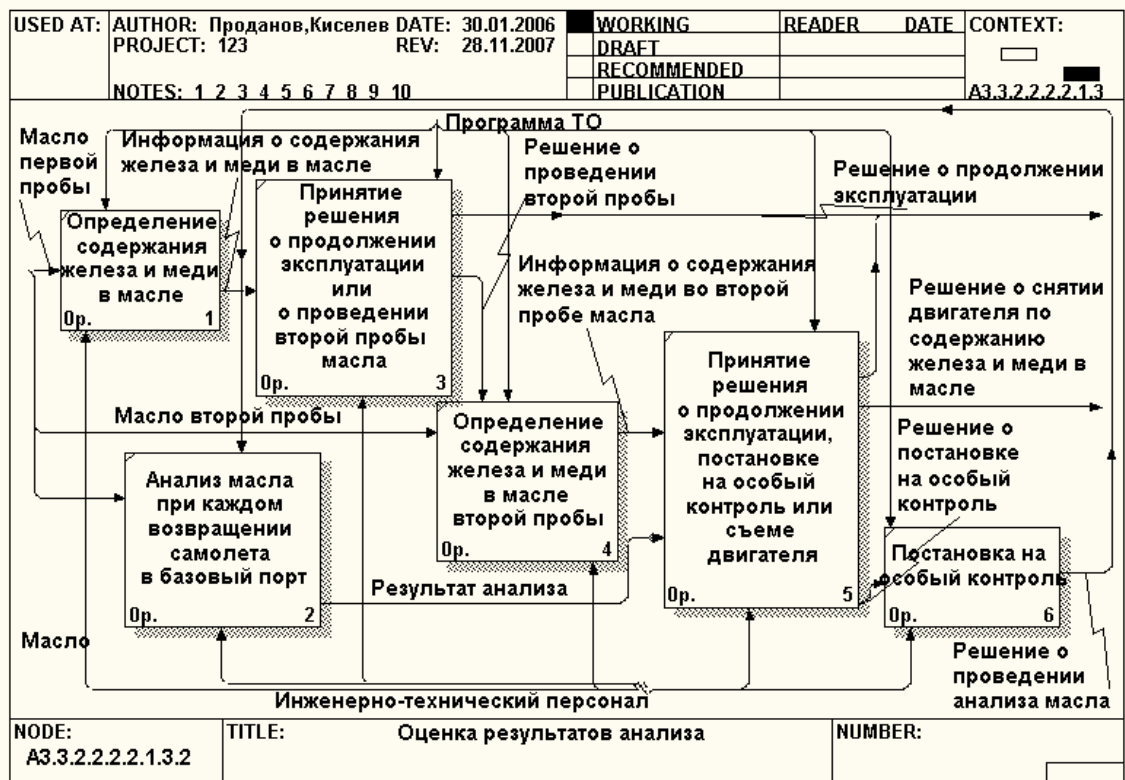


Рис. 9. Схема выработки решения в ходе оценки результатов анализа

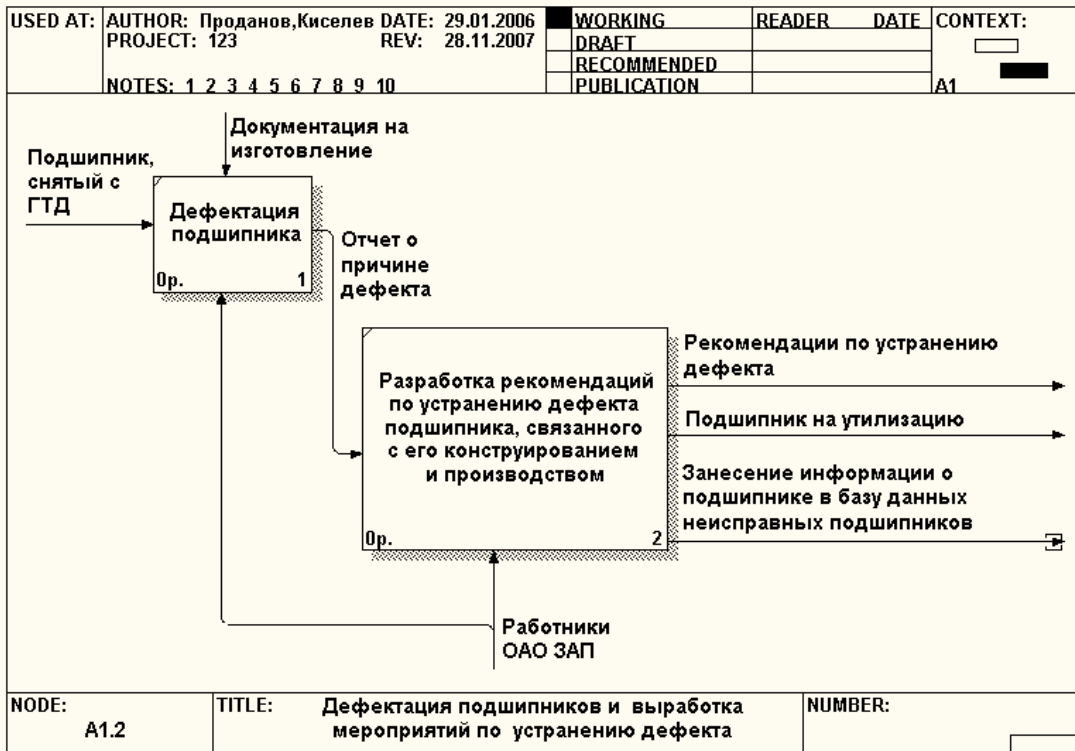


Рис. 10. Схема действий завода-изготовителя подшипников при получении дефектного подшипника с завода-изготовителя двигателя

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

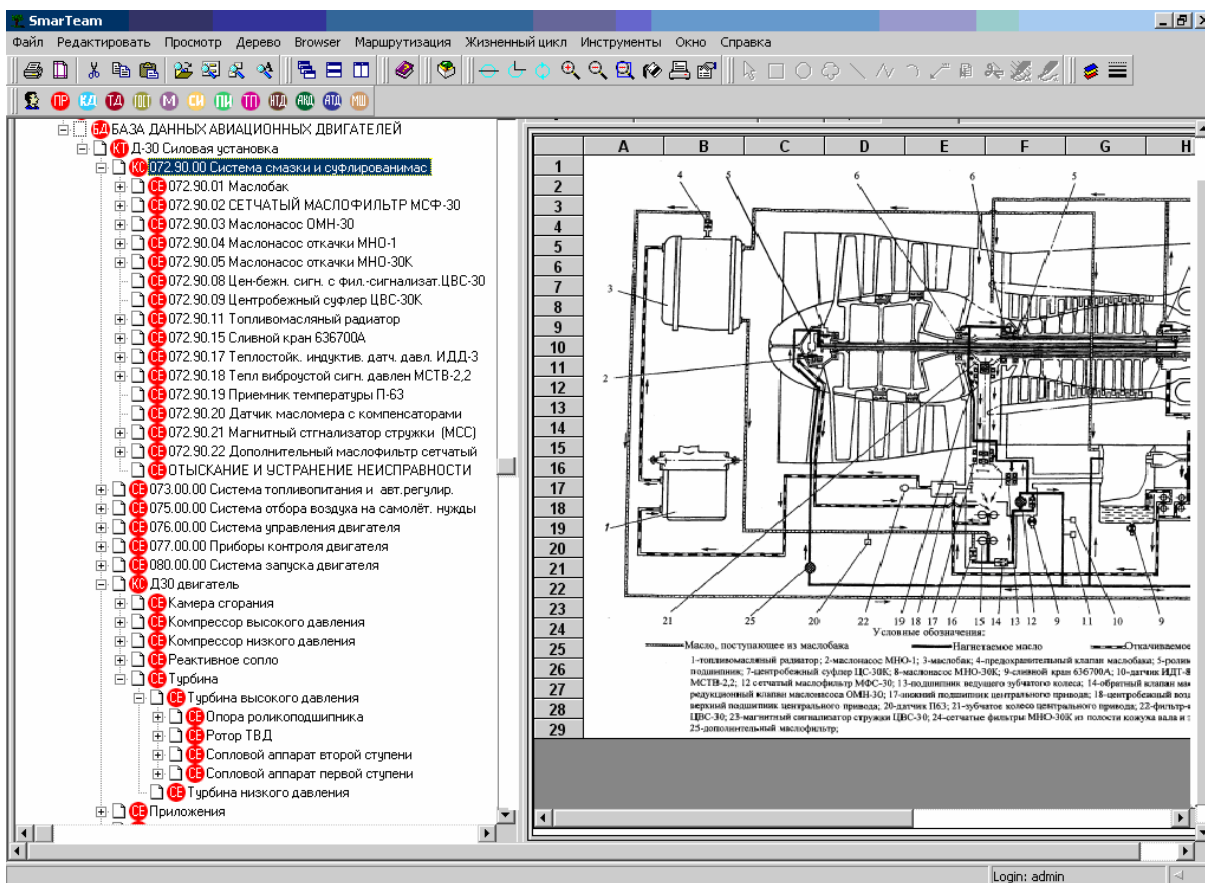


Рис. 11. Представление структуры объектов в базе данных

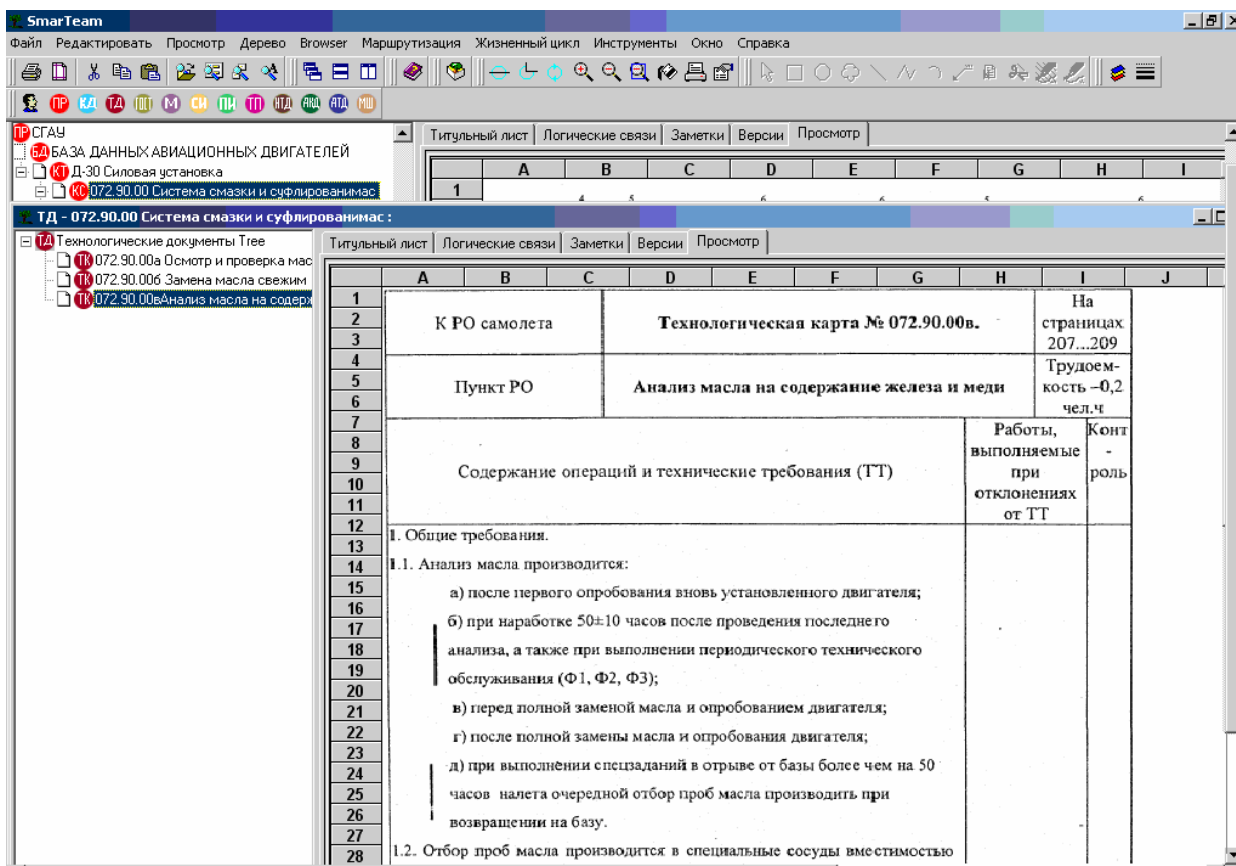


Рис. 12. Структурное представление класса «Технологические документы»

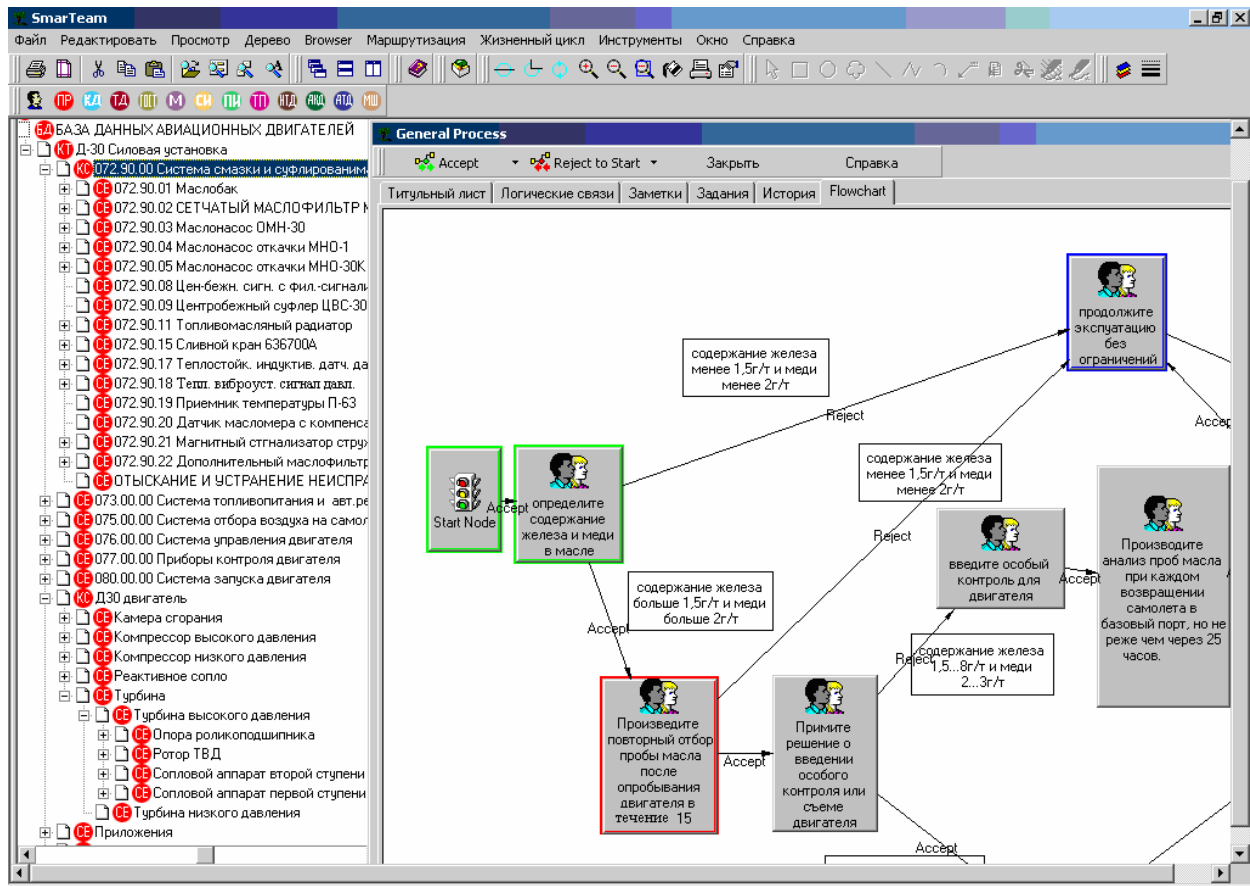


Рис. 13. Передача данных с одного рабочего места на другое при помощи SmartBox

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 докумен-

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 SmarTeam 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.

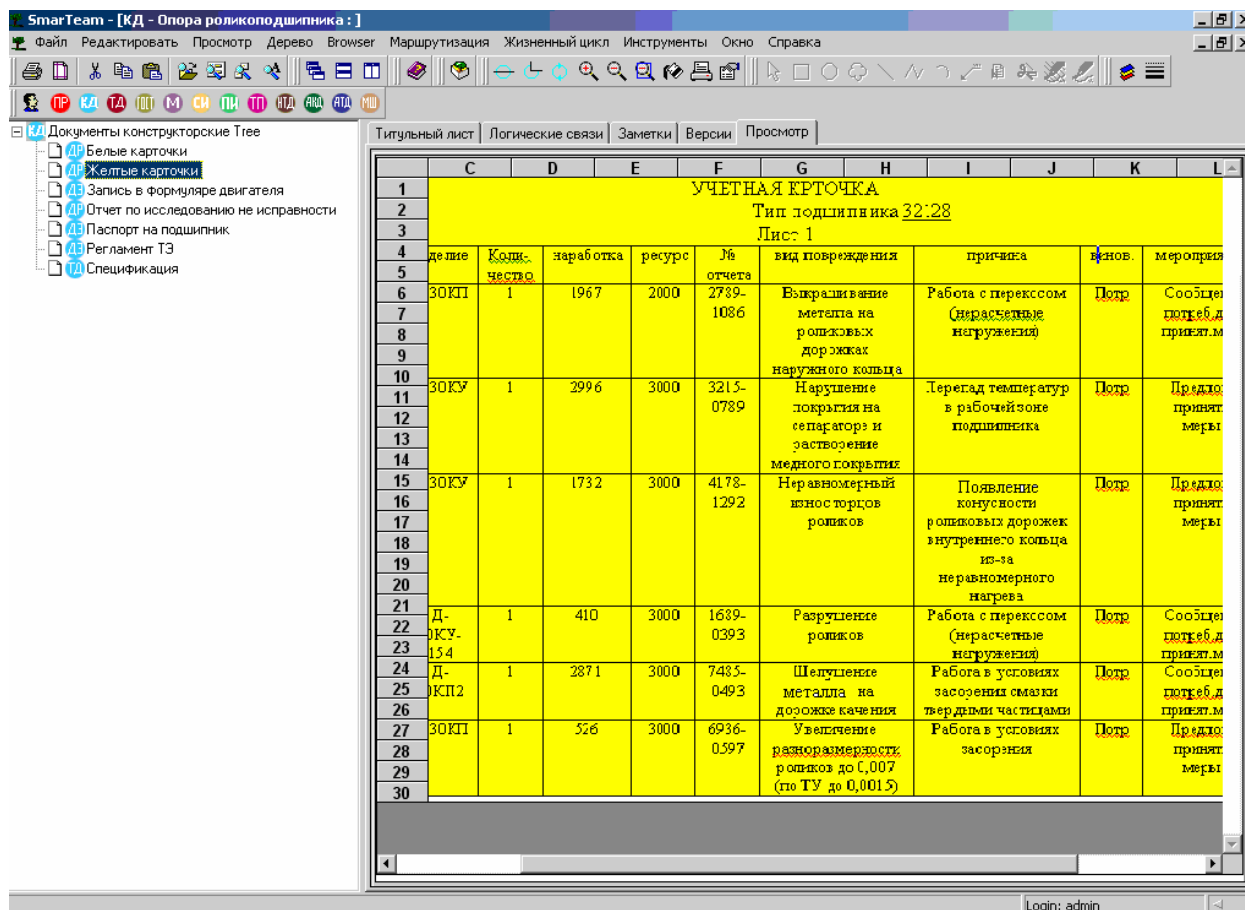


Рис.14. “Желтая” карточка

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.

INFORMATION SUPPORT OF OPERATION STAGE IN THE LIFE CYCLE OF AIRCRAFT CONSTRUCTION ITEMS

© 2007 Yu. V. Kiselyov, V. A. Zrellov, M. Ye. Prodanov, S. K. Botchkaryov, D. Yu. Kiselyov

Samara State Aerospace University

The paper is devoted to information support of the product life cycle using an aircraft bearing for gas-turbine engines in the «SmarTeam» PDM environment as an example.