

**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**
имени академика С.П.Королева

**АВИАЦИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ КАК
ОБЪЕКТ ПРОИЗВОДСТВА**

САМАРА 2003

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА

АВИАЦИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ КАК ОБЪЕКТ ПРОИЗВОДСТВА

Методические указания к курсовой и
практической работе

САМАРА 2003

Составители: А.Ю. Цой, А.С. Виноградов
УДК 621.452

Авиационный двигатель как объект производства: Метод. указания к курсовой работе/ Самарс. гос. аэрокосмический ун-т. Сост. А.Ю. Цой, А.С. Виноградов. Самара 2003. 57 с.

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы регионального (вузовского) компонента подготовки экономиста-менеджера Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования Министерства образования Российской Федерации.

Предметом курсовой и практической работы по дисциплине «Авиационный двигатель как объект производства» является сложный технический объект – газотурбинный двигатель (ГТД).

Изложены цели и задачи курсовой и практической работы согласно требованиям утвержденным рабочим программам дисциплин.

Подчеркнута ответственность сторон – студента и руководителя.

Подробно рассмотрены содержание, объем, структурные элементы и последовательность выполнения этапов работы.

Приведены примеры оформления некоторых разделов, в которых наиболее часто встречаются ошибки.

Даны рекомендации по оформлению пояснительной записки и графической части работы.

Методические указания предназначены для студентов факультетов 2 специальностей 060 800 – «Экономика и управление на предприятии (по отраслям)», изучающих дисциплины «Рабочие процессы ВРД», «Основы проектирования и конструирования», «Авиационный двигатель как объект производства».

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П.Королева.

Рецензент: Проданов М.Е.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
СТРУКТУРНЫЙ СОСТАВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	7
Титульный лист	7
Задание	8
Реферат	8
Содержание	9
Введение	9
Заключение	10
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	11
Летательном аппарате	11
Основные данные о летательном аппарате	11
Двигатель	12
Правила заполнения таблиц	13
Материалы по изучаемому двигателю НК-22	14
Методика создания учетной карточки двигателя в PDM-системе SmarTeam	24
Назначение PDM-систем. Рекомендации к выбору системы	24
Установка SmarTeam	29
Работа в SmarTeam	32
Создание, запись и хранение базы данных о двигателе	45
Шаг №1 – Создание проект (изделие) «СГАУ»	45
Шаг №2 – Создание технологической базы данных «База данных авиационных двигателей»	47
Шаг №3 – Создание папки постоянные данные ТРДДФ НК-22	47
Шаг №4 – Создание класса КД к постоянным данным ТРДДФ НК-22.	48
Шаг №5 – Создание сборочных единиц двигателя НК-22: Компрессор низкого давления; Компрессор высокого давления; Камера сгорания; Турбина высокого давления; Турбина низкого давления; Форсажная камера; Реактивное сопло	50
ТРУДОЕМКОСТЬ И ОБЪЕМ РАБОТЫ	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	55

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель работы

Изучение работы и рабочих процессов ГТД, ознакомление с основными рабочими элементами, их функциями и связями между собой, расширение кругозора, систематизация и закрепление знаний.

Роль руководителя

Выдача задания, уточнение объема и содержания составных частей, контроль и направление работы.

Студент

Несет ответственность за принятые технические решения и расчеты, качество и выполнение в заданные сроки.

Курсовая работа состоит из *пояснительной записки* формата А4 и *графической части*, представляющей чертежи-эскизы элементов двигателя, выданного преподавателем.

Пояснительная записка оформляется согласно правилам стандарта предприятия **СТП СГАУ 6.1.4. – 97** на листах формата А4 на ПК с операционной системой Windows в редакторе Microsoft Word /33/. Размеры полей должны быть не менее: левого 30 мм, правого 10 мм, верхнего 15 мм, нижнего 20 мм.

Номера страниц проставляются в правом верхнем углу.

Иллюстрации и таблицы должны иметь сквозную нумерацию, однако, допускается нумеровать и в пределах раздела. Пояснительные данные обозначаются словами «Рисунок» или «Таблица» без сокращения и пишутся слева под рисунком и над таблицей, например:

Рисунок 5 – Резонансная диаграмма первой ступени КВД.

Таблица 2 – Зависимость динамической собственной частоты лопатки от частоты вращения и температуры.

Распечатки расчетов на прочность и другие материалы, не вошедшие в основную часть пояснительной записки, допускается помещать в приложениях. Каждое приложение должно иметь заголовок и буквенное обозначение, например:

Приложение Б
Задняя опора вентилятора

СТРУКТУРНЫЙ СОСТАВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ (Содержание и оформление)

Структурными элементами пояснительной записки являются:

- 1- титульный лист;
- 2- задание;
- 3- реферат;
- 4- содержание;
- 5- введение;
- 6- основная часть;
- 7- заключение;
- 8- список использованных источников;
- 9- приложения.

Титульный лист

Титульный лист выдается библиотекой кафедры КиПДЛА (корп. 14, ауд. 210), служит обложкой пояснительной записки. Допускается его рукописное оформление.

Пример оформления титульного листа

Министерство образования Российской Федерации
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П.Королева
Кафедра конструкции и проектирования
двигателей летательных аппаратов

Турбовальный двигатель для перекачивающих станций НК-12СТ

Пояснительная записка к курсовой работе

Студент	И.И.Иванов
Руководитель работы	С.С.Сидоров

2002

Задание

Задание может быть размещено на обратной стороне выдаваемого кафедрой бланка титульного листа – тогда оно только заполняется. Допускается его оформление на отдельной странице.

Пример оформления задания

*Кафедра конструкции и проектирования
двигателей летательных аппаратов*

Задание на курсовую работу проект студенту И.И.Иванову гр. 2310.

Провести сбор информации по основным параметрам ТВаД НК-12СТ. Сравнить эти параметры с характеристиками иностранных двигателей аналогичного типа, произведенных в тот же промежуток времени.

Дата выдачи задания: 3 сентября 2002 г.

Срок защиты: 17 декабря 2002 г.

Руководитель работы: С.С.Сидоров

(подпись).

Краткий отзыв руководителя работы о ходе работы над работой и оценка выполненного работы: Работа выполнена качественно в полном объеме. Студент И.И.Иванов работал регулярно, самостоятельно, правильно решая все поставленные задачи. Проект заслуживает отличной оценки.

Руководитель работы: С.С.Сидоров *(подпись).*

Оценка работы:

Отлично

К.К.Курочкин *(подпись)*

П.П.Петров *(подпись)*

Реферат

Реферат содержит сведения о количестве страниц, иллюстраций, таблиц, приложений, использованных источников, листов графической части и перечень ключевых слов (5...15). В тексте реферата кратко отражается цель, сущность и результаты работы над темой работы.

Пример оформления реферата

Реферат

Курсовая работа.

Пояснительная записка: 37 с., 12 рис., 12 табл., 12 источников.

Графическая часть: 12 л. А4.

ДВИГАТЕЛЬ ТУРБОВАЛЬНЫЙ, КОНСТРУКТИВНО-СИЛОВАЯ СХЕМА, КОМПРЕССОР, ПЕРЕДНЯЯ ОПОРА, СРЕДНЯЯ ОПОРА, ЗАДНЯЯ ОПОРА, ТУРБИНА, КАМЕРА СГОРАНИЯ,

Проведен сбор информации по основным параметрам ТВД НК-12СТ. Сравнить эти параметры с характеристиками иностранных двигателей аналогичного типа, произведенных в тот же промежуток времени.

Составлена конструктивно-силовая схема двигателя

Изучены работа, и рабочие процессы, основные элементы, их функции и связи между ними данного двигателя.

Все данные сведены в таблицы, переведены в электронный вид и сохранены в PDM-системе SmarTeam.

Содержание

Содержание представляет собой систему заголовков с указанием страниц и включает: *введение, разделы (подразделы, пункты), заключение, список использованных источников, приложения*. Нумеруются только заголовки разделов, подразделов и пунктов.

Пример оформления содержания

Содержание

	стр.
Введение	4
1. Общие сведения о летательном аппарате	5
2. Основные данные о летательном аппарате	6
3. Краткая история создания и применения двигателя	7
4. Сравнение двигателей	9
5. Материалы по заполнению карточки учета изучаемого двигателя	10
6. Карточка № 1 «Основные технические данные двигателя»	11
7. Карточка № 2 «Конструктивно силовая схема двигателя»	13
8. Карточка № 3 «Компрессор»	15
9. Карточка № 4 «Камера сгорания»	17
10. Карточка № 5 «Турбина»	19
Заключение	20
Список использованных источников	21
Приложения Эскизы по карточке учета	22

Введение

Введение должно содержать:

- краткую оценку современного состояния и тенденции мирового развития предлагаемого в задании типа двигателей на основе анализа конструктивных особенностей их компрессоров или турбин;
- анализ основных исходных данных;
- обоснованные цели и задачи на проектирование.

Заключение

Заключение должно содержать краткие выводы и оценку полученных результатов.

Пример оформления заключения.

Заключение

Изучена конструкция, рабочие процессы двигателя ИК-12СТ, его основные элементы, их функции и связи.

Проведен сравнительный анализ данного двигателя с показателями других моделей аналогичного типа.

Вся собранная информация сведена в таблицы и занесена в базу данных PDM-системы SmarTeam.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Летательном аппарате

Методика изложения сведений о летательном аппарате (ЛА) приведена на стр. 12 [7]

Основные данные о летательном аппарате

Основные данные о ЛА сводятся в две таблицы «Геометрические данные» и «Массовые данные» и «Примечание»

Геометрические данные

Таблица 1

Длина, м		
Высота,		
Размах крыла, м		
Площадь крыла, м ²	– без наплыва	
	- с наплывом	
Средняя аэродинамическая хорда крыла, м		
Угол установки крыла, град.		
Стреловидность крыла по ¹ / ₄ хорды, град.		
Площадь горизонтального оперения, м		
Размах горизонтального оперения, м		
Стреловидность горизонтального оперения, град.		
Угол установки стабилизатора, град.		
Площадь вертикального оперения, м ²		
Размах вертикального оперения, м		
Стреловидность вертикального оперения, град.		
Ширина колец шасси,		
Продольная база шасси, м		
Диаметр фюзеляжа, м		
Объем багажных помещений, м ³	переднего	
	заднего	
Размеры люков багажных помещений (ширина, высота), м	переднего	
	заднего	
Высота багажных помещений, м	переднего	
	заднего	
Размеры дверей и выходов (ширина, высота), м	передней входной двери	
	задней входной двери	
	запасной двери	
	служебной двери	
	переднего	
	заднего	

Массовые данные

Таблица 2

Максимальная взлетная масса (вес), т	
Максимальная посадочная масса, т	
Масса снаряжения, т	
Масса снаряженного ЛА, т	
Полная коммерческая нагрузка, т	
Коммерческая нагрузка при полной заправке ЛА топливом, т	
Максимальный запас топлива при централизованной заправке (0,8 г/см ³), т	
Допускаемая удельная нагрузка на пол багажных помещений, кгс/м	

Двигатель

Методика изложения сведений о двигателе приведена на стр. 13-19 [7]

Краткая история создания и применения двигателя

Пример оформления

Краткая история создания и применения двигателя НК-12СТ

Первый двигатель наземного применения НК-12СТ был спроектирован в 1964 году на базе самого мощного и надежного ТВД НК-12.

Дата первого испытания – март 1971 года. Дата Госиспытания – апрель 1974 года. Серийное производство началось с 1974 года. Предприятие разработчик – ОАО «Двигатели НК». Серийное производство осуществляется на ОАО «Моторостроитель» (г. Самара), конструкторское сопровождение ОАО «СКБМ» (г. Самара).

НК-12СТ предназначен для привода центробежного нагнетателя на магистральных газопроводах в составе газоперекачивающего агрегата ГПА-Ц-6,3. Он эксплуатируется с 1976 года на более чем 100 станциях, расположенных в России, Белоруссии, Украине, Грузии, Азербайджане, Молдове, Казахстане, Узбекистане, Туркменистане, а также в странах дальнего зарубежья: Польше, Болгарии и Аргентине.

За время серийного производства изготовлено более 2000 двигателей. Они эксплуатируются на более чем 100 газоперекачивающих станциях в составе более 800 агрегатов.

Модификация двигателя – НК-12СТ-8 (мощность 8 МВт) прошла первые испытания в 1990 году и Госиспытания в июле 1990 года.

Общая наработка всех НК-12СТ превышает 25 млн. часов. Отдельные двигатели наработывают без ремонта до 60 000 часов.

Производительность газоперекачивающего агрегата с двигателем НК-12СТ – 11 млн. м³ природного газа в сутки.

В настоящее время производство новых двигателей НК-12СТ практически прекращено. Производится постепенная замена данного двигателя его модификацией – двигателем НК-14СТ, имеющим большую мощность, экономичность и ресурс.

Правила заполнения таблиц

1. Таблицы заполняются согласно нижеприведенному образцу и должен иметь полностью заполненные данные для карточки учета.

2. Данные для карточки учета заполняются в виде таблицы, приведенной в образце, и затем заносятся непосредственно в ПЭВМ. Данные заполняются в произвольной форме.

3. При заполнении исходных данных для карточки учета следует обращать внимание на следующие индексы:

* - указать для взлетного режима работы двигателя или для режима при $N=0$, $V=0$ при САУ;

¹ – указать для каждого каскада и модуля СТ двигателя отдельно;

² – указать для каждой ступени;

³ – перечислить все использованные элементы или способы.

4. Если в графе «Эскиз» стоит знак «+», то должен выполняться графический эскиз, прикладываемый к данной таблице. Количество эскизов по отдельным пунктам таблицы зависит от конструкции двигателя и должно охватывать все использованные на двигателе способы. Подобные способы и методы должны быть отражены одним эскизом.

7. Каждый требуемый эскиз или схема должны выполняться на отдельном листе стандартного формата, иметь название, соответствующий номер и все необходимые пояснения и обозначения.

9 Каждый студент должен иметь свою полностью оформленную курсовую работу и использовать ее при сдаче экзамена.

10 К экзамену допускаются только студенты, имеющие выполненную в полном объеме и подписанную курсовую работу по заданному двигателю.

Пример оформления таблиц

Пример оформления таблиц
Материалы по изучаемому двигателю НК-22

Основные технические данные двигателя

Таблица 3

№ п/п	Наименование	Содержание	Эскиз
1	2	3	4
1.1	Наименование двигателя	НК-22	+
1.2	Тип двигателя	Турбовентиляторный, двухконтурный, двухкаскадный, с общей форсажной камерой	+
1.3	Объект применения	Сверхзвуковой дальний бомбардировщик Ту-22М	+
1.4	Количество каскадов	2	-
1.5	Тяга (мощность)*, кН (МВт)	167 кН	-
1.6	Удельный (эффективный) расход топлива*, кг/Н*ч (кг/Вт*ч)	0,0984 кг/Н*ч	-
1.7	Расход воздуха*, кг/ч	56	-
1.8	Полный (эффективный) КПД), %	27,5	-
1.9	Частота вращения* ¹ , об/мин. Для ТВД указать частоту вращения выходного вала, для ТвД – частоту вращения СТ	$n_{\text{ГТ}} = 8280$; $n_{\text{СТ}} = 8200$	-
1.10	Вид топлива	РТ ГОСТ 16564-71 (основное) Т-88 ТУ 38101560-80 (резервное)	-
1.11	Сухая масса двигателя, кг	3540	-
1.12	Длина двигателя, мм	4742	-
1.13	$D_{\text{вх}}$ в компрессор, мм	1355	-
1.14	Гарантийный ресурс, ч	5000	-
1.15	Назначенный ресурс, ч	33000	-
1.16	Температура газа на входе в турбину, К	1360	-
1.17	Суммарная степень сжатия в компрессоре, $\pi_{\text{к}}$	14,2	-

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
1.18	Краткое описание конструктивной системы двигателя	Двигатель состоит из следующих основных узлов: передней опоры вентилятора; осевого 12-ступенчатого двухкасадного компрессора, включающего три ступени вентилятора; средней опоры ротора двигателя; многофорсуночной кольцевой камеры сгорания; осевой трехступенчатой турбины; опоры турбины ротора двигателя; форсажной камеры с регулируемым соплом; оболочек, образующих тракт вентиляторного контура; агрегатов и датчиков, обслуживающих двигатель и самолет; блока насосов и коробок приводов двигательных и самолетных агрегатов; трубопроводов; электрооборудования.	+

Конструктивно силовая схема двигателя

Таблица 4

№ п/п	Наименование	Содержание	Эскиз
1	2	3	4
2.1	Тип конструктивно силовой схемы двигателя	С двойной разомкнутой связью	+
2.2	Классификация КСС по количеству опор валов ¹	Вал ГГ – 2; Вал СТ – 4	-
2.3	Краткое описание расчетной схемы вала на статическую прочность ¹	<p>На вал НД действуют силы веса роторов компрессора НД и турбины НД, осевая сила, а также крутящие моменты этих роторов, направленные в противоположные стороны. Данные нагрузки воспринимаются двумя шарнирноподвижными опорами и одним радиальноупорным подшипником. Роторы имеют шлицевое соединение.</p> <p>На вал ВД действуют силы веса ротора компрессора ВД турбины ВД, осевая сила и крутящие моменты этих роторов, направленные в противоположные стороны. Нагрузки воспринимаются двумя подшипниковыми узлами: шарнирноподвижным и упорным.</p>	+
2.4	Классификация КСС по месту положения РУП ¹	<p>РУП вала НД расположен после компрессора НД, перед компрессором ВД.</p> <p>РУП вала ВД расположен перед компрессором ВД.</p>	-

1	2	3	4
2.5	Наличие системы разгрузки РУП ¹ . Дать краткое описание работы системы	<p>Для разгрузки РУП и обеспечения работы лабиринтных уплотнений на двигателе:</p> <p>1 – наддувается межлабиринтная полость перед компрессором воздухом, отбираемым из-за пятой ступени компрессора;</p> <p>2 – межлабиринтные полости РУП и переднего подшипника турбины компрессора соединены с атмосферой;</p> <p>3 – межлабиринтные полости подшипниковых узлов СТ наддуваются вторичным воздухом, отбираемым из ресивера камеры сгорания.</p>	+
2.6	Классификация КСС по наличию корпуса с двойной стенкой	На двигателе такой корпус не применяется	+
2.7	Классификация роторов по статической определенности ¹	<p>Вал газогенератора является одним раз статически неопределимой системой.</p> <p>Вал СТ статически определим.</p>	-
2.8	Наличие разъемов в валопроводах ¹	Для исключения двойной статической неопределимости вал газогенератора имеет шлицевой разъем, расположенный между РУП и передним подшипником турбины.	+
2.9	Классификация КСС по наличию межвального(ых) подшипника(ов)	На данном двигателе межвальных подшипников нет	-

«Компрессор»

Таблица 5

№ п/п	Наименование	Содержание	Эскиз
1	2	3	4
3.1	Тип компрессора по направлению потока	Осевой	-
3.2	Классификация компрессора по количеству ступней ¹	14	-
3.3	Наличие ВНА ¹	На двигателе имеется один ряд лопаток ВНА	-
3.4	Форма проточной части ¹	С постоянным наружным диаметром	-
3.5	Соединение рабочей лопатки с диском в рабочем колесе ²	Лопатки всех ступеней соединены с дисками замком типа «ласточкин хвост»	+
3.6	Наличие бандажных полок ²	Нет ни на одной ступени	-
3.7	Тип ротора компрессора ¹	Барабанно-дисковый	-
3.8	Соединение дисков между собой ²	Диски компрессора соединены между собой призонными болтами.	+
3.9	Соединение дисков с валом ²	Диск первой ступени имеет сложную форму и является одновременно передним валом компрессора на который смонтирован передний подшипник. Задний вал компрессора соединены с диском четырнадцатой ступени призонными болтами.	+
3.10	Способы осевой фиксации рабочих лопаток в дисках ²	Лопатки всех ступеней фиксируются в осевом направлении штифтами.	+
3.11	Классификация корпуса компрессора по количеству и видам разъемов	Корпус компрессора имеет продольный разъем.	-
3.12	Тип соединения разъемных частей корпуса друг с другом ³	Половины корпуса компрессора соединены чередующимися призонными и обычными болтами.	+

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
3.13	Тип НА ²	ВНА – рамного типа, неразрезной. НА с первой по тринадцатую ступень – рамного типа, разрезные; НА четырнадцатой ступени – рамного типа разрезной.	-
3.14	Крепление лопаток НА ²	Лопатки ВНА являются поворотными. Лопатки НА 3 – 11 и 14 ступеней соединены с внутренним и наружным кольцом сваркой; Лопатки 1 и 2 ступеней соединены сваркой с накладками, которые, в свою очередь, соединены сваркой с внутренним и наружным кольцами; Лопатки 12 и 13 ступени имеют тракторные кольца.	+
3.15	Использованные методы регулирования радиальных зазоров ³	1. Срабатываемое покрытие над рабочими лопатками с 1 по 6 ступень – асбоаллюмотальковое покрытие, с 7 по 14 слой алюминия и графита. 2. Лабиринтные уплотнения, после и перед каждым рабочим колесом.	+
3.16	Использованные меры борьбы с неустойчивой работой компрессора ³	1. Регулируемый ВНА; 2. Пять КПВ	-
3.17	Количество РНА ¹	Один ряд лопаток	-
3.18	Положение РНА ²	ВНА	-
3.19	Крепление лопаток РНА ³	Лопатки ВНА имеют цапфы по которым они через бронзовые втулки устанавливаются во внутреннее и наружное кольца. Наружное кольцо крепится к корпусу передней опоры штифтами. Поворот лопаток осуществляется с помощью рычагов, закрепленных на нижних цапфах лопаток с помощью штифтов.	+
3.20	Тип КПВ	Заслонка	+
3.21	Количество КПВ	5	-
3.22	Положение КПВ	Три КПВ расположены над 5-6 ступенями, два КПВ – над 8-9 ступенями.	+
3.23	Наличие системы противобледнения	На двигателе обогревается ВНА.	-

«Камера сгорания»

Таблица 6

№ п/п	Наименование	Содержание	Эскиз
1	2	3	4
4.1	Тип камеры сгорания	Кольцевая	-
4.2	Количество жаровых труб	12	-
4.3	Схема рабочего процесса в камере сгорания	Поступающий воздух после диффузора разделяется на 2 потока. I поступает через завихрители в жаровую трубу, II обеспечивает охлаждение элементов КС и поступает в турбину. Топливо через форсунки впрыскивается в зону горения. Воспламенение смеси обеспечивается двумя воспламенителями. Затем газ поступает в зону смешения, куда интенсивно подмешивается вторичный воздух через отверстия и смесительные карманы.	+
4.4	Тип соединения секций жаровой трубы друг с другом ³	Соединение блока головок с кожухами выполнено на заклепках, остальные соединения сварные.	+
4.5	Схема крепления жаровой трубы	Жаровая труба устанавливается в наружное и внутреннее кольца I СА турбины по специальным установочным гофрированным кольцам. Подвеска жаровой трубы осуществляется 10 специальными штифтами.	+
4.6	Соединение жаровой трубы с 1-ым СА турбины	Телескопическое, по наружному и внутреннему кольцам первого СА с помощью установочных гофрированных колец.	+
4.7	Конструкция подвески жаровой трубы к корпусу КС	Фиксирующие штифты имеют овальный фланец под винты крепления и сферическую поверхность.	+
4.8	Схема силовой связи между корпусами КС ³	Силовая связь осуществляется с помощью стоек, соединяющих эти корпуса, расположенных между форсуночными головками КС.	+
4.9	Охлаждение элементов КС ³	через несколько рядов отверстий в жаровой трубе вторичным воздухом.	+
4.10	Использованные способы уменьшения токсичности КС	не применены современные способы уменьшения токсичности.	-

«Турбина»

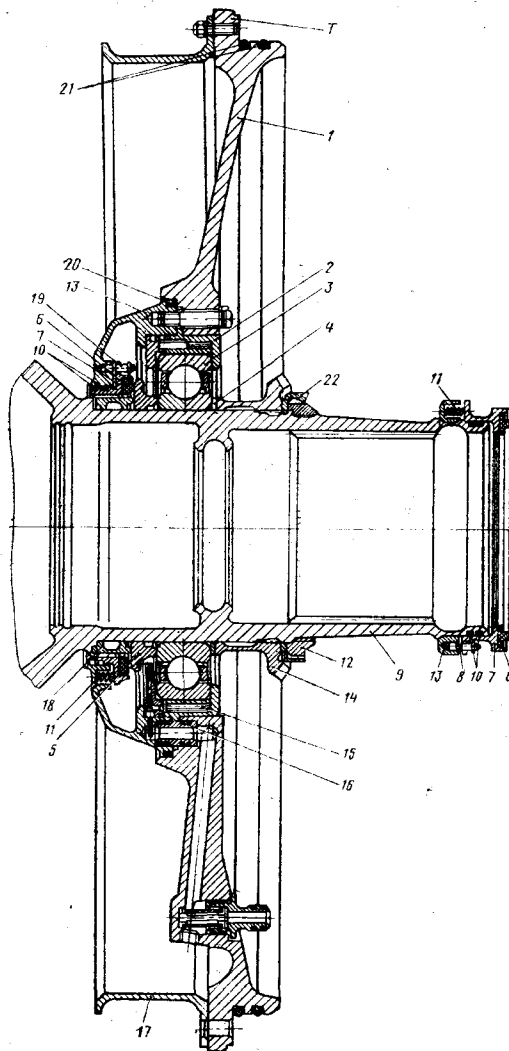
Таблица 7

№ п/п	Наименование	Содержание	Эскиз
1	2	3	4
4.1	Классификация турбины по направлению потока ¹	ГГ – Осевая; СТ – Осевая.	-
4.2	Классификация турбины по степени реактивности ¹	ГГ – реактивная, СТ – реактивная.	-
4.3	Место положения опор турбины ¹	ГГ – шарнирноподвижные опоры спереди и сзади турбины; СТ – шарнирноподвижная опора и РУП сзади турбины, турбина расположена консольно.	-
4.4	Количество ступеней турбины ¹	ГГ – 3, СТ – 1	-
4.5	Форма проточной части турбины ¹	ГГ – с постоянным средним диаметром, СТ – с постоянным средним диаметром.	-
4.6	Способ соединения рабочих лопаток с диском турбины ²	Лопатки всех ступеней обеих турбин соединены с дисками замком елочного типа.	+
4.7	Соединение дисков турбины между собой ²	ГГ – три диска турбины соединены стяжной специальной шпилькой.	+
4.8	Соединение дисков турбины с валом ²	ГГ – передний и задний вал турбины крепятся к дискам с помощью стяжной шпильки. СТ – вал турбины соединен с диском с помощью стяжной шпильки.	+
4.9	Использованный способ осевой фиксации рабочих лопаток турбины ²	Лопатки всех ступеней обеих турбин фиксируются пластинчатой контровкой.	+
4.10	Использованные конструктивные меры по повышению КПД ступени ²	1. Металлокерамические вставки над рабочими лопатками. 2. ГГ – лабиринтные уплотнения перед рабочими колесами, СТ – щелевое уплотнение перед рабочим колесом.	+
4.11	Классификация корпуса турбины по наличию и видам разъемов	ГГ – с поперечными разрезами, СТ – с поперечными разрезами.	-

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
5.1 2	Способы соединения элементов корпуса турбины друг с другом	ГГ и СТ – чередующимися призонными и обычными болтами.	+
5.1 3	Тип СА турбины ²	ГГ и СТ лопатки не блочной конструкции.	-
5.1 4	Крепление лопаток СА в корпусе ²	ГГ – лопатки СА первой ступени охлаждаемые, вставлены в прорези в наружном и внутреннем кольцах, лопатки второй и третьей ступеней по наружным полкам вставляются в кольцо корпуса и вставляются в прорези внутреннего кольца. СТ – лопатки СА привариваются к наружному кольцу и вставляются в прорези внутреннего кольца.	+
5.1 5	Схема охлаждения элементов турбины	ГГ – охлаждаются лопатки первого СА, корпус турбины, диски и замки рабочих лопаток всех ступеней. Охлаждение осуществляется атмосферным воздухом, поступающим в воздухоборник и вторичным воздухом. Все диски имеют дефлекторы. Воздух для охлаждения дисков и замков рабочих лопаток поступает через шесть трубок, установленных в дисках. СТ – охлаждаются стойки промежуточной опоры и опоры СТ.	+
5.1 6	Способ охлаждения лопаток СА турбины ²	Охлаждаются только лопатки первого СА турбины компрессора. Тип охлаждения – конвективный. Лопатка имеет дефлектор.	+
5.1 7	Способ охлаждения рабочих лопаток турбины ²	Охлаждаемых рабочих лопаток нет.	+

Пример оформления приложения
Приложение А
Задняя опора вентилятора



1 – крышка; 2 – втулка подшипника; 3 – шарикоподшипник; 4 – регулировочная шайба; 5 – хромированная втулка; 6 - графитовое кольцо; 7 – втулки; 8, 19 – штифты; 9 - задний вал ротора компрессора НД; 10, 20, 21 – уплотнительные кольца; 11 – пружины; 12 – гайка; 13 – крышки контактного уплотнения; 14 – коническая шестерня; 15 – демпферный пакет; 16 – форсуночное кольцо; 17 – корпус лабиринтов; 18 – распорная втулка; 22 – чашечная контровка; Т – фланец

Методика создания учетной карточки двигателя в PDM-системе SmarTeam

Назначение PDM-систем. Рекомендации к выбору системы

Все время растет популярность концепции PLM (Product Lifecycle Management), предусматривающей управление информацией об изделии на всех этапах его жизненного цикла.

PLM -концепцию можно использовать как на виртуальном уровне, на стадиях проектирования, инженерных расчетов, анализа, технологической подготовки производства, цифрового моделирования и макетирования, так и в реальном мире — во время изготовления и эксплуатации изделия, включая его совершенствование, модернизацию и даже утилизацию.

Популярности PLM способствует рост уровня глобализации мировой экономики и усиление конкуренции между производителями, при чем в первую очередь это касается производства сложных изделий в высокотехнологичных и наукоемких областях. Чтобы выжить, предприятиям приходится постоянно повышать качество продукции и сокращать сроки ее разработки. Решения, основанные на концепции PLM, помогают выполнить эту задачу, так как позволяют заказчикам и разработчикам продукта из разных компаний, находящихся в различных частях света, эффективно сотрудничать, т. е. в реальном времени вести согласование, проектирование и моделирование изделия, его анализ, расчет, комплектацию и т. п. Более того, современные PLM -системы, дополненные средствами взаимодействия через Интернет, дают возможность проектировщикам, аналитикам, менеджерам, эксплуатационщикам отслеживать поведение изделия на протяжении всего жизненного цикла, собирая, обобщая и анализируя данные для улучшения его характеристик и выявления слабых мест. PLM-решения существенно упрощают рутинные операции, благодаря чему инженеры могут сосредоточиться на творческом процессе.

В результате применения PLM улучшается качество изделия, сокращаются сроки его создания (на 50—80%), снижаются трудозатраты, уменьшается риск выхода некачественного продукта. Важную роль для повышения качества сложного изделия играет поддержка общих баз данных и знаний, к которым могут обращаться заказчики, конструкторы, технологи, менеджеры и т.п., субподрядчики (гидравлики, электрики и др.), поставщики комплектующих и материалов.

PLM-система фирмы IBM

CATIA (Computer Aided Threedimensional Interactive Application), SmarTeam и Delmia. Центральное место в этом пакете занимает система автоматизации проектирования CATIA, представляющая собой ядро, а две другие системы являются как бы его окружением, своего рода надстройкой. Разработкой всех этих систем занимаются компания Dassault Systemes и ее дочерние фирмы, а маркетинг, внедрение, консультационную и техническую поддержку выполняет подразделение IBM PLM Solutions со своими партнерами.

CATIA — универсальная САПР типа CAD/CAM/CAE высшего класса. Последняя версия, CATIA V5, включает в себя инструменты для трехмерного моделирования, имитации сложных технологических процессов и анализа, а также единую базу данных для текстовой и графической информации. Система позволяет эффективно решать комплекс задач - от концептуального проектирования до выпуска чертежей, спецификаций, монтажных схем и управляющих программ для станков с ЧПУ. Одна из главных особенностей CATIA - наличие базы знаний. В нее эксперт (проектировщик высшей квалификации) вводит так называемые методы, описывающие процедуру со здания детали или элемента узла изделия. Эти методы, несущие в себе экспертные знания (ноу-хау), представляются в виде параметрических шаблонов и накапливаются в базе знаний для многократного использования обычными инженерами.

Две другие важные особенности CATIA — открытая архитектура и модульная структура - позволяют использовать PLM – концепцию в разнообразных областях для решения множества задач путем создания до дополнительных модулей. Именно модульный принцип построения и открытая архитектура обеспечивают CATIA высокую гибкость и универсальность.

Delmia - разработана Delmia (www.delmia.com), дочерней компанией Dassault Systemes, и предназначена для планирования, пространственного моделирования и подготовки технологического процесса производства. Она ориентирована на работу главным образом в авиационной, судостроительной, автомобильной и оборонной отраслях. В России Delmia пока не используется.

В состав Delmia входят 130 модулей, которые можно использовать вместе с технологическими модулями CATIA, что позволяет оптимизировать производственный процесс. В этой системе также имеется база знаний. В течение всего жизненного цикла изделия в этой базе накапливается технологическая информация, которую впоследствии можно многократно использовать. Одним из примеров применения Delmia может служить эргономическое моделирование, когда человек виртуально помещается в пространство создаваемого предприятия или изделия (например, за руль автомобиля). При этом более рационально, на уровне дизайнера, решаются проблемы удобства управления и безопасности обслуживания оборудования.

С помощью Delmia осуществляется предварительный анализ планировки предприятия и выявление узких мест в производстве (путем моделирования технологических процессов), что в свою очередь облегчает оптимизацию процессов снабжения производства и эксплуатации изделий.

В девятом релизе системы Delmia V5R6 предлагаются новые функции моделирования технологического процесса в реальном времени, позволяющие оптимизировать сроки выпуска изделия. В системе расширены возможности технологической подготовки производства для станков с ЧПУ и предусмотрено моделирование геометрии инструментов, что улучшает взаимодействие между технологами и конструкторами инструментальной оснастки.

SmarTeam — система класса PDM (Product Data Management - управление данными о продукте) компании SmarTeam (www.smarteam.com), еще одной “дочки” фирмы Dassault Systemes. Одна из основных ее задач при ис-

пользовании в составе PLM - решения состоит в поддержке на глобальном уровне (через Интернет) коллективной работы групп специалистов, в том числе входящих в различные подразделения и компании. Функцию связующего звена между CATIA и внешним миром SmarTeam выполняет как при проектировании в целом, так и при модификации отдельных сборочных узлов и подузлов. Эта система содержит широкий набор средств управления составом изделия, включая его версии и модификации, обеспечивает целостность отношений между объектами, позволяет выполнять варианты сборки и определять соединения деталей (например, сваркой), а также задавать типы исполнения по партиям, срокам, - заказчикам, В SmarTeam можно хранить информацию в разных форматах и иерархически ее структурировать, а специалисты могут в любой момент обращаться к нужной им информации в зависимости от прав доступа. Мощные средства навигации в сложной иерархической структуре изделия облегчают поиск требуемого элемента. Доступ к большинству функций SmarTeam (например, поиск, добавление деталей и сборок из базы данных и т. д.) может также осуществляться непосредственно из системы CATIA и, наоборот, можно обращаться из SmarTeam в CATIA.

SmarTeam имеет клиент-серверную архитектуру, работает в среде Windows и функционирует как в составе PLM-решения, так и автономно. Структуру изделия можно создавать и модифицировать в среде SmarTeam или импортировать и САПР (например, из CATIA), из ERP-систем или других приложений. Для этого предусмотрены средства интеграции с различными САПР и с Microsoft Office, входящие в стандартный комплект поставки. Кроме того, SmarTeam может работать с СУБД Interbase, Oracle и MS SQL Server, для связи с которыми предоставляется стандартный интерфейс. В такой СУБД хранится не только информация о САПР файлах и их связях, но и о параметрах модели. В случае изменений в базах данных систем SmarTeam или CATIA информация синхронизируется за счет передачи из одной системы в другую.

В комплект поставки SmarTeam также входит несколько шаблонов информационной модели объекта автоматизации, имеющих предварительно определенную структуру метаданных, соответствующую предприятию конкретного профиля. Использование шаблонов существенно ускоряет внедрение системы. Этот процесс также упрощают мощные и удобные средства настройки, позволяющие без перезагрузки динамически изменять информационную модель и интерфейс пользователя.

Поскольку SmarTeam предназначена для средних и малых предприятий, при ее создании особо важное внимание уделялось простоте освоения и применения. Она легко устанавливается, имеет большой набор средств настройки под конкретные требования самых разнообразных заказчиков - от индивидуальных пользователей до предприятий и корпораций. Предусмотрен интуитивно понятный интерфейс в стиле Windows. SmarTeam может служить для управления конструкторскими и технологическими данными, закупками, в производстве, планировании и т.д.

На рынках России предлагается много PDM-систем, но "не все то золото...". Как уже сказано, PDM-система должна поддерживать техническую информацию об изделии на всех этапах ЖЦИ, то есть организовывать прием, хранение, поиск и выдачу всей технической информации и об изделии целиком. А как, например, может поддерживать информацию об изделии целиком и на всех этапах ЖЦИ так называемая "PDM-система, встроенная в CAD-систему"?

Такая "PDM-система" может поддерживать только малую толику информации об изделии (в данном примере конструкторской информации), причем автономно от другой информации, например, технологической.

"Настоящая" PDM-система должна организовывать единое информационное пространство предприятия, обеспечивать прием информации от различных систем проектирования, поддерживать автоматически механизм ведения версий информации и документов и многое другое.

Достоинства SmartTeam

PDM-система SmartTeam интегрирована с 8 наиболее известными CAD-системами, с программами Microsoft Office, с системами управления производством R/3, BAAN и другими, имеет встроенный модуль *интерактивного проектирования технологических процессов*, имеет систему ведения прав доступа, системы поиска по атрибутам объектов и по логическим связям между ними, имеет программы-просмотрщики более 150 стандартных форматов данных.

В результате PDM-система SmartTeam может принять, сохранить и выдать информацию, например, по каким документам, из каких материалов, по какой технологии изготовлено каждое изделие, что позволяет быстро изготовить запасные части или произвести регламентное обслуживание каждого изделия у потребителя.

PDM-система SmartTeam – это первый и необходимый шаг в CALS-технологии.

Для этого шага PDM SmartTeam имеет средства создания структур баз данных под задачи предприятия и создания экранных форм представления данных без использования языков программирования.

PDM-система SmartTeam – это первый шаг к автоматизированной системе управления предприятием, это необходимый шаг в CALS-технологии.

Для того чтобы добиться успеха, в организации должно быть организовано эффективное управление тысячами документов, созданным за год. Результат поиска нужной версии нужного документа крайне важен, так как ошибки, связанные с плохим управлением данными, могут навредить делу и дорого обойтись предприятию. **SmartTeam** выполняет эти необходимые требования путем организации хранения и доступа к файлам данных и документов, заодно облегчая их прохождение внутри организации.

Подход **SmartTeam** уменьшает стоимость ошибок на каждом этапе развития изделия. Хорошо известно, что ошибки, обнаруженные на этапах изготовления прототипа и производства, требуют огромного количества времени и средств на исправление, тогда как ошибки, обнаруженные на более ранних этапах, могут быть исправлены безболезненно. Средства управления жизненным циклом изделия в **SmartTeam** позволяют осуществлять больший контроль над всеми данными организации.

SmartTeam обеспечивает:

- ведение, хранение, быстрый поиск, просмотр и вывод на печать и в систему управления производством конструкторской документации и информации;
- проектирование технологических процессов, ведение, хранение, быстрый поиск, просмотр и вывод на печать и в систему управления производством технологической документации и информации;
- формирование плановых заданий и диспетчеризацию работ над проектами;

- создание локальных и распределенных баз данных о стандартных изделиях, материалах, оборудовании и т. д. и т. п.;
- автоматическое отслеживание этапов разработки конструкторской и технологической документации;
- автоматическое ведение версий (изменений) документов;
- ведение электронных архивов и архивов твердых копий;
- расчеты потребностей материальных, трудовых и производственных ресурсов на заказ и/или на плановый период.

Установка SmarTeam

Необходимые системные требования

Минимальная конфигурация технических средств:

для рабочих мест клиентов:

для сервера SmarTeam и сервера баз данных:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – Windows NT 4.0, Windows 9x/2000; – RAM 64 МВ; – около 200 МВ свободного места на диске; | <ul style="list-style-type: none"> – Windows NT 4.0 и выше; – RAM 128 МВ; – около 500 МВ свободного места на диске; – мышь или аналогичное устройство; – локальный или сетевой CD-ROM. |
|---|---|

Последовательность установки SMARTTEAM 4.0

- 1 Вставить компакт-диск в дисковод. Должно появиться окно автозапуска. Если не появилось, то нужно запустить с компакт диска файл install.exe.
- 2 Выбрать опцию Install (можно предварительно просмотреть остальные опции, особенно Documentation – там есть полезная информация).
- 3 Выбрать опцию SmarTeam.
- 4 Нажать Next.
- 5 Ввести имя пользователя и нажать Next.
- 6 На вопрос "Is this registration information correct?" ответить Yes.
- 7 Выбрать опцию Standalone.
- 8 Выбрать опцию Custom Installation.
- 9 Появится путь доступа к каталогу, в который будет устанавливаться SmarTeam – C:\Program Files\SmarTeam. Если путь необходимо изменить,

то нужно нажать кнопку Browse и указать другой путь. После выбора пути нужно нажать Next.

- 10 Выбрать компоненты для установки, прокрутив весь список. Затем нажать Next.
- 11 Нажать Next еще раз.
- 12 Выбрать имя папки в меню и нажать Next.
- 13 После установки перезагрузить компьютер. В правом нижнем углу экрана, рядом с часами, должен появиться значок InterBase сервера. Если он не появился, то нужно запустить файл \SmarTeam\IbServer\bin\ibserver.exe и поместить его в каталог файлов автозагрузки.
- 14 Установить Service Pack 3 и Hot Fixes, запустив по очереди exe-файлы из каталога !БИ ПИТРОН\5_БАЗА ДАННЫХ\SmarTeam_SP. Затем необходимо перезагрузить компьютер.
- 15 Запустить SmarTeam. По умолчанию загружается база данных SmartDB. Для входа в нее нужно ввести имя joe (маленькими буквами) без пароля.

Последовательность подключения базы данных

- 1 Необходимо переписать файл SSAU.gdb из каталога \!БИ ПИТРОН\5_БАЗА ДАННЫХ\DB в подкаталог SmarTeam \DB с таким же именем.
- 2 Снять с переписанного файла атрибут "Только для чтения" (средствами операционной системы).
- 3 Запустить администратор баз данных (файл \SmarTeam\BDE\bdeadmin.exe).

Далее проще всего выполнить следующие действия:

- 4 Выделить в левой части объект SmartDB и нажать Ctrl-S, затем ввести имя (псевдоним) новой базы (SSAU) и нажать OK.
- 5 Выделить в левой части созданный объект (SSAU) и в правой части изменить значение параметра SERVER NAME – установить путь не к базе SmartDB, а к базе SSAU.gdb. Для этого нужно нажать кнопку, расположенную справа от поля данного параметра (появится обычный проводник Windows) и выбрать имя файла (\SmarTeam\DB\ SSAU.gdb). После этого слева от имени новой базы (в левой части) появится треугольник.
- 6 Нажать Ctrl-A для подтверждения изменений.
- 7 Выйти из администратора баз данных.
- 8 Войти в SmarTeam. При первом запуске системы загружается база данных SmartDB. Вход в нее осуществляется с именем joe без пароля.
- 9 Выбрать опцию File ⇔ Switch Database (Файл ⇔ Переключить БД).
- 10 Нажать кнопку Add (Добавить). Выбрать из списка новую базу данных (SSAU) и нажать OK. В появившемся окне ввести пароль system (нужно

проверить, чтобы не была нажата клавиша Caps Lock и была включена английская раскладка клавиатуры). Нажать OK. Затем выбрать еще раз базу данных и нажать OK. Началась загрузка новой базы данных.

11 Для входа в базу данных SSAU введите имя **admin** (без пароля).

Заключительный этап установки SmarTeam

После подключения базы данных SSAU необходимо:

- 1 Содержимое каталогов Icons, Initfile, Local Config и Script переписать в подкаталоги SmarTeam с такими же именами.
- 2 Файл tdmerror.err переписать в каталог \SmarTeam на место существующего файла с таким же именем (этот файл содержит сообщения системы, переведенные на русский язык).

Если необходимо, то старый файл (с английскими сообщениями) можно сохранить, переименовав его.

- 3 Каталоги Template, Tehdoc и Udd переписать в корень диска C:\.
- 4 В конец файла SmTeam32.ini, находящийся в каталоге ..\SmarTeam\LocalConfig\ добавить:

```
[Cimatron]
BATCH_MODE=TRUE
ADDITIONAL_IDENT=CN_PROJECT_ID
CLASS_NAME=Part
FILE_TYPE=Cimatron Part 10.0
PASSWORD_MODE=NO
USER_NAME=joe
UNITS_OF_MEASURE=mm
VIEWFILES= JPG, PGL, hpg, bmp
PICTURE_TYPE=JPG
```

- 5 Установить программу ClipMate, дистрибутив которой находится в каталоге с одноименным названием. Эта программа предназначена для накопления содержимого буфера обмена и используется при работе с базой данных стандартных изделий.

После этого нужно настроить, чтобы эта программа заносила все элементы в буфер без разделителей. Для этого нужно зайти в Config\User Preferences>Edit Rules и удалить в строке ввода

символ \п.

Для того чтобы программа начала накапливать содержимое буфера обмена, нужна нажать на пиктограмму с банкой клея. Если эту пиктограмму отжать, то накопление буфера завершится.

Вход в английские базы данных (SmartDB и SmDemo) осуществляется с именем joe без пароля.

Вход в базу данных SSAU.gdb осуществляется с именем admin без пароля.

Работа в SmarTeam

Запуск SmarTeam

Для того чтобы запустить **SmarTeam**, на панели задач нажмите кнопку **Пуск (Start)**, затем выберите **Программы (Programs)**, **SmarTeam 3.1** и **SmarTeam**. Появится окно *Имя пользователя SmarTeam (SmarTeam User Login)*.



В окне *Имя пользователя SmarTeam (SmarTeam User Login)* введите имя (**User Name**), пароль (**Password**), и нажмите **OK**.

Примечание. Если Вы не знаете назначенного Вам имени и пароля, то обратитесь к администратору системы.

Паролями задаются и ограничиваются возможности доступа каждого пользователя к различным функциям и данным базы данных **SmarTeam**. Например, одному пользователю запрещен доступ к информации по ценам, другому запрещено удалять любую информацию. Установку паролей осуществляет системный администратор. Смотрите том *SmarTeam. Руководство администратора*.

После распознавания пользователя система загружает **SmarTeam**.

Знакомство с рабочей средой SmarTeam

SmarTeam позволяет пользователям управлять любой информацией, имеющей отношение к изделию, на протяжении всего его жизненного цикла. Отражая реальный процесс управления документацией, **SmarTeam** использует для управления документами архивы, хранящие информацию по разным состояниям объекта (**У автора – New, На столе начальника – Checked In, На изменении – Checked Out, Утвержден – Released, В хранилище – Obsolete**), и функции, переводящие объект в то или иное состояние (**Сдать на стол начальника – Register, Взять на изменение – Check Out, Сдать после изменения – Check In, Утвердить – Release, Создать версию – New Release и Сдать в хранилище – Obsolete**). Когда необходимо изменить объект, система выдает его копию – создает новую версию и защищает ее от несанкционированных изменений.

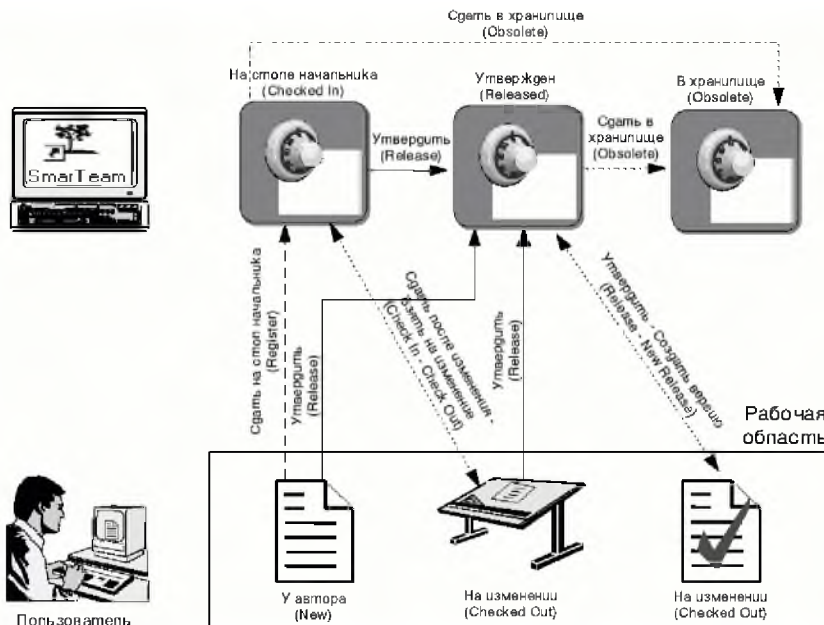
рованных изменений. **SmarTeam** может управлять документами любого направления бизнеса: проектами, контрактами, документацией любого типа, списками деталей, документами, отражающими отношения с пользователями и поставщиками.

Поддержание защиты и управление документами крайне важны, для этой цели **SmarTeam** предоставляет электронные архивы. Электронный архив гарантирует, что к документу может обратиться только тот пользователь, который имеет соответствующие права, и если пользователь к документу обратился, то никто другой в это время не сможет этим документов воспользоваться.

Возможности управления жизненным циклом позволяют:

- Автоматизировать поток документов по всем этапам развития.
- Создавать множество версий документов и управлять ими.
- Назначать права доступа к документам.

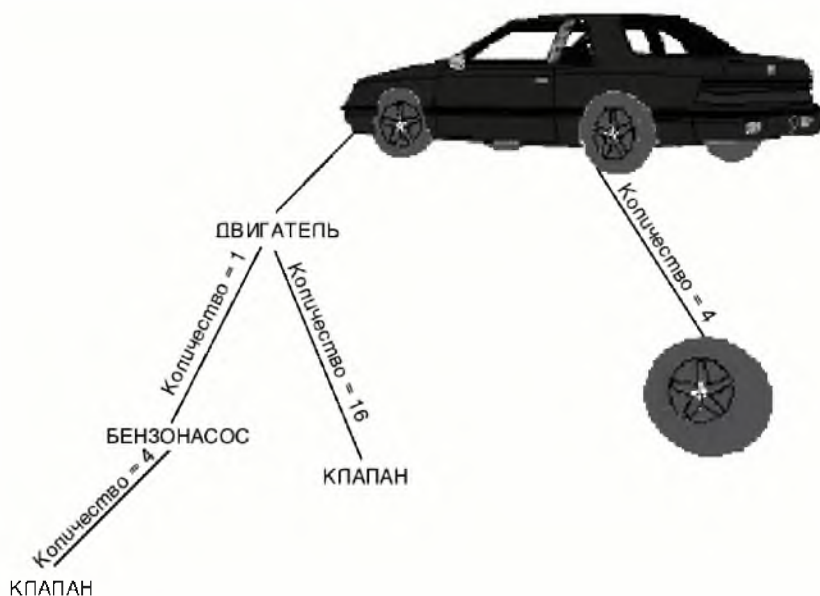
На рисунке, приведенном ниже, представлена схема прохождения объектов по этапам жизненного цикла.



Иерархические связи информации

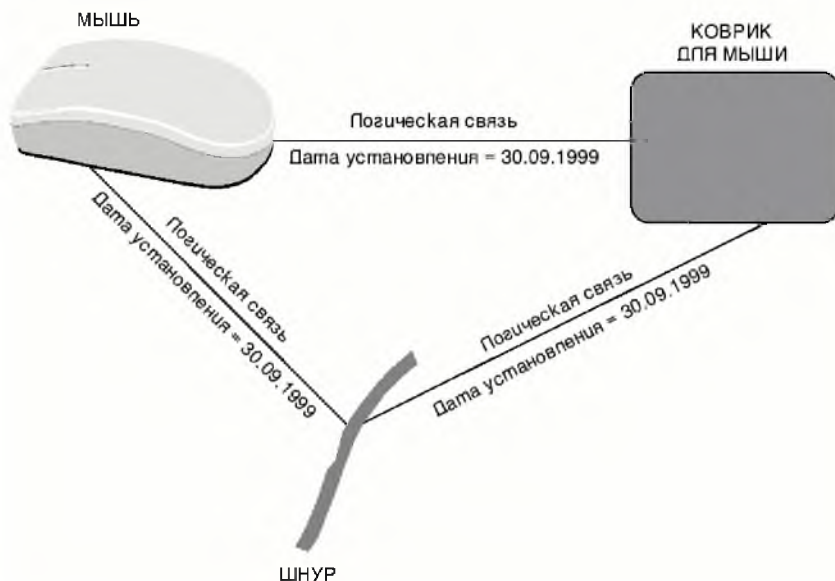
SmarTeam является проектно-ориентированным приложением, в котором все данные организованы вокруг проектов и представляются в виде иерархических деревьев. Иерархические деревья отражают наследуемые ие-

Иерархические связи между любыми типами информации в базе данных **SmarTeam**. Это свойство может быть использовано для представления таблицы атрибутов (BOM – Bill of Materials), как показано ниже. Для иерархических связей могут быть заданы характеристики, например Количество.

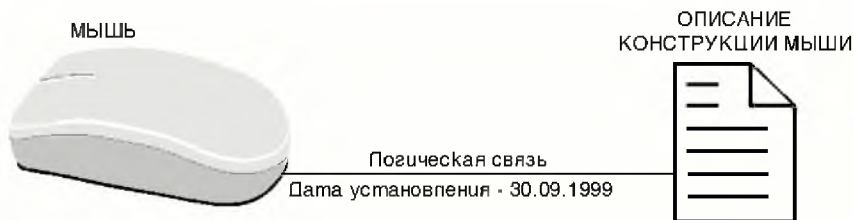


Логические связи информации

SmarTeam позволяет создавать логические, ассоциативные связи между документами и информацией любого типа. Эти логические связи усиливают возможности ассоциативного просмотра, так как можно создавать связи между информацией различных типов.



Логические связи могут быть установлены между документами и деталями. Логические связи могут быть полезны, когда разрабатывается какая-либо деталь, так как с их помощью можно найти все документы, связанные с этой деталью. Например, когда вносятся изменения в конструкцию мыши, можно быстро найти и изменить все документы, связанные с ней.



Эти типы связей позволяют организовать данные в организации таким образом, чтобы их было легко находить и просматривать, таким образом улучшая взаимодействие внутри организации.

Интерфейс пользователя SmarTeam

Просмотр данных в **SmarTeam** очень нагляден, так как можно одним взглядом охватить большое количество информации разных типов. Проекты организованы в виде иерархических деревьев, каждому классу и подклассу

объектов соответствует свой значок. В дереве объекты помещаются в папки, соответствующие определенным категориям.

Можно просматривать карточку учета любого объекта. Она содержит учетную информацию об объекте, информацию о его логических связях, заметки, список версий и "фотографию" (слайд) объекта. Поля карточки учета могут быть изменены, чтобы отразить информацию, которая нужна пользователю.

Встроенный "просмотрщик" **SmarTeam** позволяет быстро просматривать файлы объектов без запуска приложений, в которых эти файлы были созданы. Например, можно просматривать документы Word, Excel, а также файлы различных векторных и растровых форматов.

SmarTeam также обеспечивает возможность поиска объектов в базе данных. Легкие в использовании инструменты создания запросов позволяют находить объекты по любым полям карточки учета и по сочетанию этих полей.

SmarTeam обеспечивает полный набор средств, позволяющих разработчику создавать, находить, изменить, просматривать и вносить примечания к любому документу в рамках определенных прав доступа.

Структура данных SmarTeam

В структуре данных **SmarTeam** все данные организованы вокруг проекта, чтобы помочь просматривать данные и находить нужные документы. Проекты используются для представления идеи или концепции и являются высшим классом в структуре данных. Проекты обычно содержат набор классов и подклассов. Проекты создаются и управляются внутри **SmarTeam**, но они не обязательно должны содержать присоединенный файл.

Для каждого объекта в структуре данных может быть задано неограниченное количество описывающей его информации. Данные разделяются по классам и подклассам, которые задаются при настройке базы данных и представляются в виде иерархических деревьев. Эти классы и подклассы задают тип информации, которая будет описывать объект.

Иерархические деревья состоят из объектов, класс которого отображается специальным значком. Когда добавляется в **SmarTeam** новый документ или новая деталь, их имена появляются в виде объекта в иерархическом дереве.

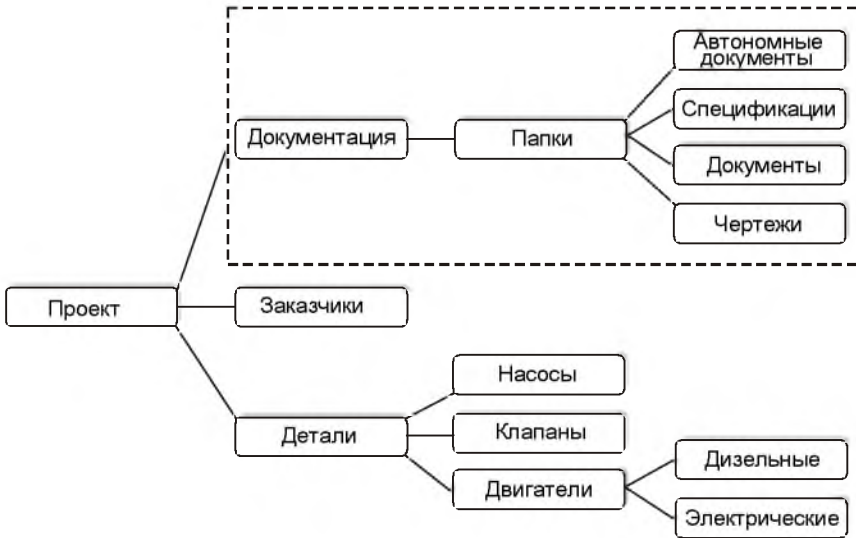
SmarTeam обеспечивает все средства настройки структуры данных. Классы, подклассы и соответствующие им значки могут быть заданы и изменены администратором системы. Страницы карточки учета объекта могут быть также настроены по желанию пользователя. Кроме того, может быть настроен и каждый элемент интерфейса, начиная от языка и заканчивая цветом, шрифтом и размером кнопки. Все эти настройки выполняются администратором системы при задании структуры базы данных.

Иерархия классов

В **SmarTeam** каждый класс имеет свой собственный набор атрибутов, которые отображаются в карточках учета объектов данного класса. Нижестоящий класс наследует атрибуты от вышестоящего класса и может иметь свои собственные атрибуты. Таким образом, если спускаться от вышестоящего класса в структуре данных вниз к нижестоящему классу, информация становится более специфичной.

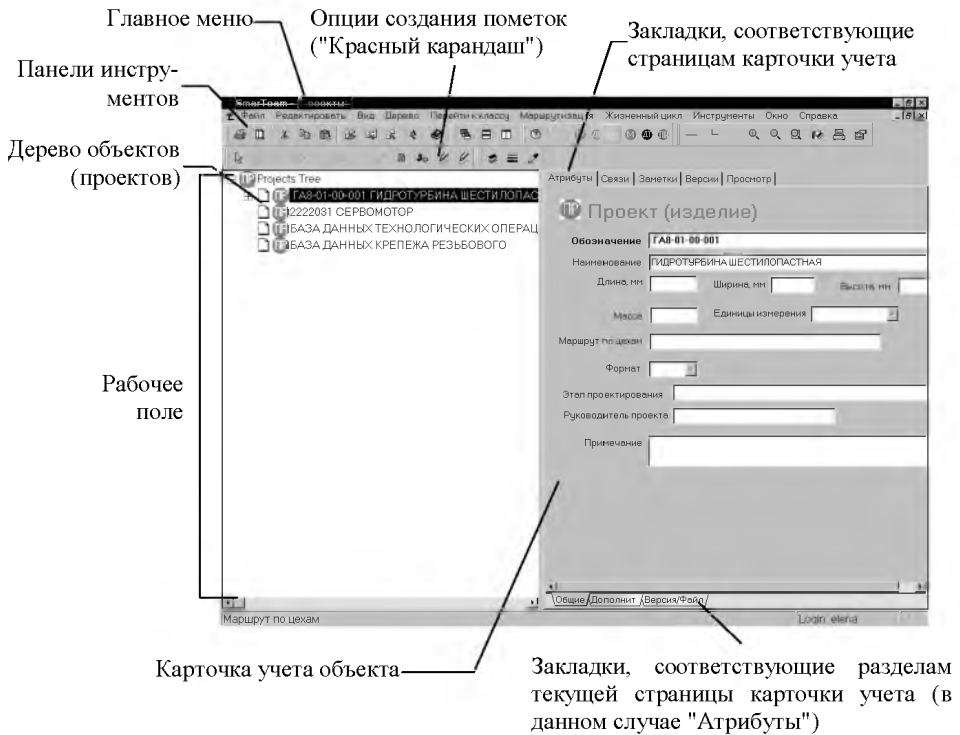
Например, класс **Папки** описывается атрибутами **Обозначение**, **Описание**, **Тип папки**, **Статус** и **Дата создания**. Класс **Чертежи** является подклассом класса **Папки**. Этот класс наследует атрибуты класса **Папки** и имеет свои собственные атрибуты – **Тип файла**, **Имя файла**, **Каталог**, **Номер версии**, **Этап проектирования** и **Дата утверждения**. В структуре данных, представленной ниже, классы **Проекты**, **Документация**, **Заказчики** и **Детали** служат для обобщения нижестоящих подклассов.

На схеме, приведенной ниже, изображена типичная структура данных в виде классов и подклассов.



Эта схема представляет только часть структуры. Реально структура данных **SmarTeam** может содержать гораздо больше уровней классов. В дереве **Документация** класс **Папки** является обобщающим, а классы **Автономные документы**, **Спецификации**, **Документы** и **Чертежи** имеют реально существующие файлы. Эти подклассы, находящиеся на нижнем уровне структуры, называются "листьями".

Экран **SmarTeam**



Экран **SmarTeam** состоит из следующих частей:

Главное меню

Содержит все функции **SmarTeam** в виде раскрывающихся меню.

Панели инструментов

Содержат пиктограммы, обеспечивающие быстрый доступ к некоторым наиболее часто используемым функциям **SmarTeam**.

Рабочее поле

На рабочем поле может располагаться одно окно или несколько окон. Каждое окно разделено на две следующие части:

- **Дерево объектов**

Дерево объектов (расположено слева) содержит объекты (в данном случае проекты) со всеми их иерархическими связями. На месте дерева объектов может также находиться список объектов или отдельный объект. Смотрите *Шаг 11, Отображение видов рабочего поля*.

- **Карточка учета**

Карточка учета содержит всю информацию об объекте, который в данный момент выделен в левой части рабочего поля.

В верхней части карточки учета расположены закладки, по которым осуществляется переход к разным типам информации, относящейся к данному объекту (страницам): *Атрибуты (Profile Card)*, *Связи (Links)*, *Заметки (Notes)*, *Версии (Revision)*, *Просмотр (Viewer)*.

В нижней части карточки учета расположены закладки, по которым осуществляется переход к разделам текущей страницы карточки учета (разделы имеются у страниц *Атрибуты (Profile Card)* и *Связи (Links)*).

Выбор проекта

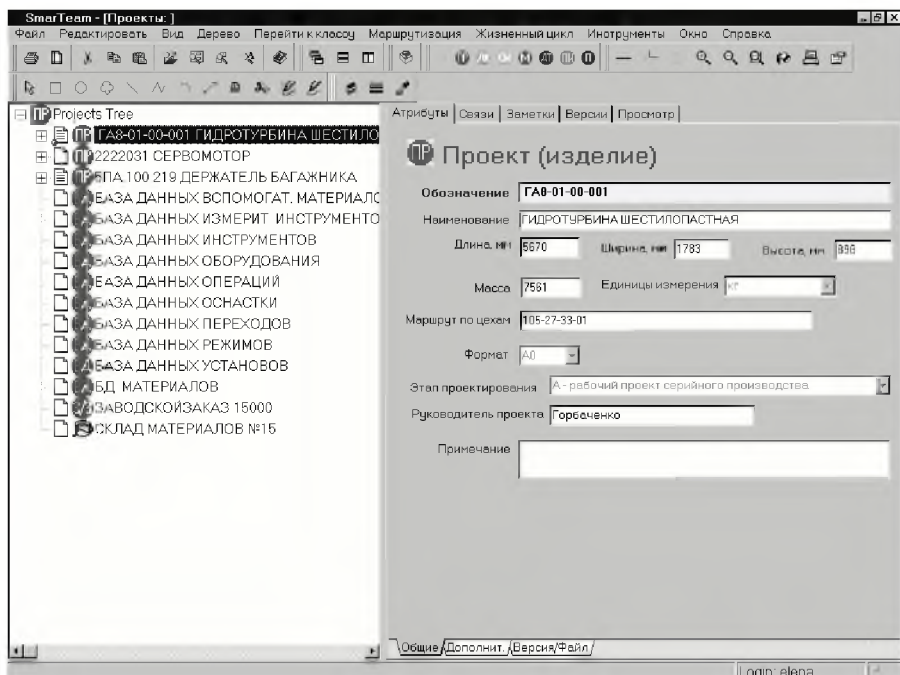
Проект находится в **SmarTeam** на верхнем уровне иерархии классов. Каждый проект содержит некоторое количество уровней вложенности информации, то есть к проекту может быть привязано несколько уровней объектов.

➤ Для того чтобы выбрать проект:

В дереве проектов, расположенном в левой части рабочего поля, нужно указать мышью на проект. В правой части рабочего поля появится карточка учета этого проекта. По умолчанию в этой карточке открыт первый раздел страницы *Атрибуты (Profile Card)*.

Для просмотра других страниц карточки учета выбранного проекта в верхней части карточки учета нужно выбрать соответствующие закладки.

Можно разворачивать/сворачивать ветви дерева путем двойного нажатия левой кнопки мыши на объектах или путем выбора соответствующей опции из пункта главного меню **Дерево (Tree)**.



Примечание. На каждой странице карточки учета отображается информация определенного типа. Описание страниц карточки учета смотрите ниже в разделе *Шаг 4, Просмотр страниц карточки учета.*

Просмотр категорий (классов) объектов


Для каждого проекта в дереве проектов можно просматривать различные категории данных, называемые *Классами*. Классы соответствуют определенным группам объектов, например, **Чертежи**, **Предложения**, **Спецификации**, **Счета**, **Клиенты**. Так же, как и везде, в **SmarTeam** *Классы* задают для удобства работы.

Например база данных может содержать следующие *Классы*:

Проекты (изделия) **Документы конструкторские** **ДК** **Стандартные изделия** **СИ**

Материалы **Документы технологические** **ДТ** **Прочие изделия** **ПИ**


Для каждого объекта, содержащегося в дереве проектов можно просматривать соответствующую информацию о его конструкторских документах, стандартных изделиях, материалах и т.д.

Переход к этим классам осуществляется путем выбора соответствующих пиктограмм на панели инструментов  или соответствующего пункта в меню **Перейти к классу (Browser)**.

Каждый раз, когда нажимается пиктограмма, соответствующую тому или иному классу, на рабочем поле появляется новое окно, содержащее дерево объектов данного класса и их карточки учета (это дерево классов относится к объекту, который выбран в дереве проектов).

➤ **Для того чтобы перейти к дереву "Документы конструкторские"**

⇨ В дереве проектов нужно выбрать проект, конструкторские документы которого нужно посмотреть.


⇨ Нажать пиктограмму, соответствующую классу **Документы конструкторские** () или выбрать в главном меню функцию **Перейти к классу (Browser)** и опцию **Документы конструкторские**. На рабочем поле появится окно, содержащее дерево конструкторских документов, относящихся к выбранному проекту.

⇨ Выбрать объект в дереве конструкторских документов. В правой части рабочего поля появятся карточка учета этого объекта.

Примечание. Для того чтобы развернуть какой-нибудь ветвь дерева, нажать на значок [+], расположенный слева от имени объекта в дереве, или дважды щелкнуть на объекте левой кнопкой мыши.

➤ **Для того чтобы перейти к дереву "Стандартные изделия"**

⇨ В дереве проектов выбрать проект, стандартные изделия которого нужно посмотреть.

⇨ Нажать пиктограмму, соответствующую классу **Стандартные изделия** () или выбрать в главном меню функцию **Перейти к классу (Browser)** и опцию **Стандартные изделия**. На рабочем поле появится окно, содержащее дерево стандартных изделий, относящихся к выбранному проекту.

⇨ Выбрать объект в дереве стандартных изделий. В правой части рабочего поля появятся карточка учета этого объекта.

Иерархия дерева (классы и подклассы)

Каждое дерево в **SmarTeam** имеет свою собственную иерархию классов и подклассов. Каждый класс имеет свой собственный набор атрибутов, которые отображаются в карточке учета.

Подкласс – это класс нижнего уровня иерархии. Подклассы – это способ организации объектов в каждом классе. Подклассы наследуют атрибуты от вышестоящих классов и также могут иметь свои собственные атрибуты. Таким образом, если спустаться от вышестоящего класса к нижестоящему, информация становится более специфичной.

Например, если класс **Стандартные изделия** имеет атрибуты **Масса** и **Материал**, то его подкласс **Изделие по ГОСТ** автоматически наследует эти атрибуты, и может иметь свои, дополнительные.

Ниже приведены подклассы каждого из классов, имеющих в поставляемой в качестве демонстрационного примера базе данных.

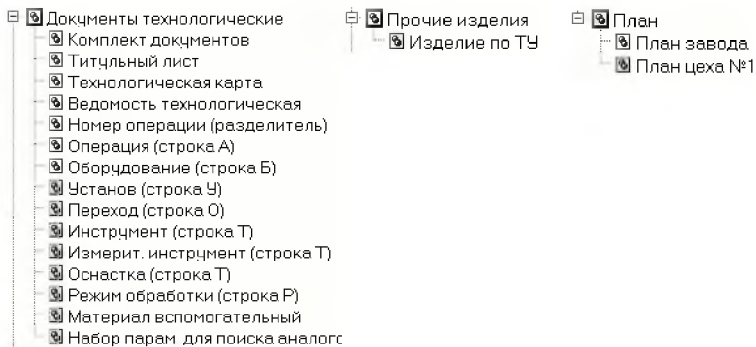
Ведущий класс – **Проекты**:

- [-] [i] Проекты
 - [i] Проект (изделие)
 - [i] Комплекс
 - [i] Сборочная единица
 - [+] [i] Комплект
 - [i] Деталь
 - [i] Заготовка
 - [i] Папка проектов
 - [i] Заводской заказ
 - [i] База данных материалов
 - [i] Склад материалов
 - [i] БД стандартных изделий
 - [+] [i] Технологическая база данных

Комплект и Технологическая база данных являются промежуточными классами – они раскрываются непосредственно на подклассы (классы нижнего уровня иерархии).

Дополнительные классы – **Документы конструкторские, Стандартные изделия, Материалы, Документы технологические, Прочие изделия, План.**

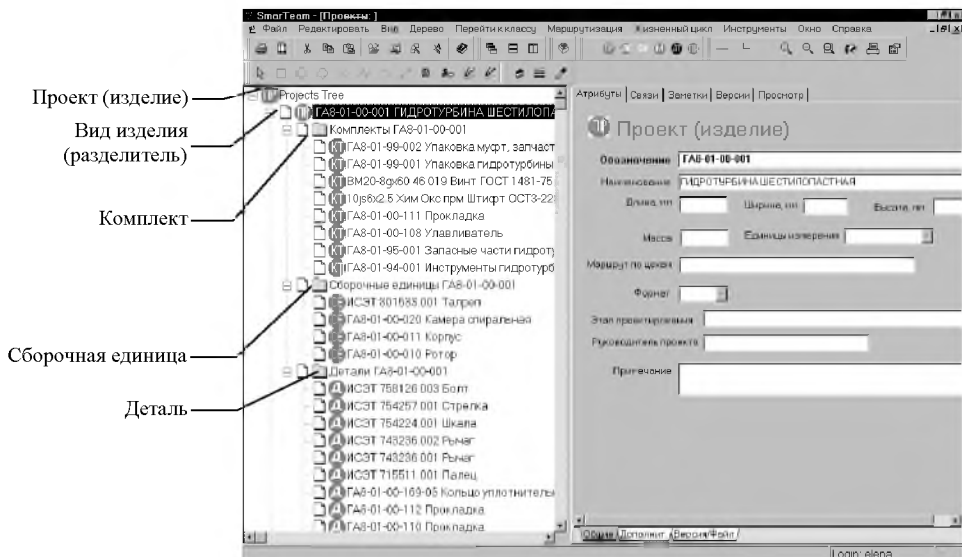
- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">[-] [i] Документы конструкторские<ul style="list-style-type: none">[i] Папка конструктора[i] Документ конструкторский[i] Документ служебный входящий[i] Документ служебный исходящий | <ul style="list-style-type: none">[-] [i] Стандартные изделия<ul style="list-style-type: none">[i] Изделие по ГОСТ[i] Изделие по ОСТ[i] Изделие по СТП[i] Документ | <ul style="list-style-type: none">[-] [i] Материалы<ul style="list-style-type: none">[i] Код материала[i] Проект (обозначение по ГОСТ)[i] Материал (обозначение по ГОСТ)[i] Цвет материала[i] Сорт материала[i] Технические требования[i] Приход[i] Расход[i] Списание |
|---|---|--|



Объектам каждого подкласса в дереве соответствует свой собственный значок. Смотрите *Шаг 3: Просмотр и изменение параметров дерева*.

Все классы, подклассы и соответствующие им значки задаются при создании структуры базы данных.

На рисунке, приведенном ниже, указаны разные типы объектов, которые содержит дерево **Проекты**.



Можно сворачивать/разворачивать ветви дерева путем двойного нажатия на соответствующем узле левой кнопки мыши, путем выбора одной из опций меню **Дерево (Tree)** или путем выбора значка [+] или [-] (в зависимости от выполняемого действия), расположенного слева от имени объекта в дереве.

Можно отсортировать дерево или содержимое узла. Для этого нужно нажать правую кнопку мыши (на корне дерева или на узле соответственно), выбрать функцию **Сортировать дерево (Sort Tree)** и нужную опцию.

Просмотр страниц карточки учета

На этом шаге кратко описано содержимое страниц карточки учета каждого объекта.

Примечание. В данном разделе страницы карточки учета объекта описаны на примере базы данных, поставляемой с системой в качестве примера. При использовании системы для решения конкретной задачи страницы карточки учета могут быть настроены в соответствии с требованиями этой задачи.

SmarTeam позволяет просматривать и изменять информацию об объекте посредством редактирования полей, содержащихся на страницах карточки учета, а также изменять свойства (параметры отображения) каждой страницы.

В **SmarTeam** существует шесть типов страниц:

- Атрибуты (Profile Card)
- Связи (Links)
- Заметки (Notes)
- Версии (Revision)
- Просмотр (Viewer)
- OLE (настраивается дополнительно)

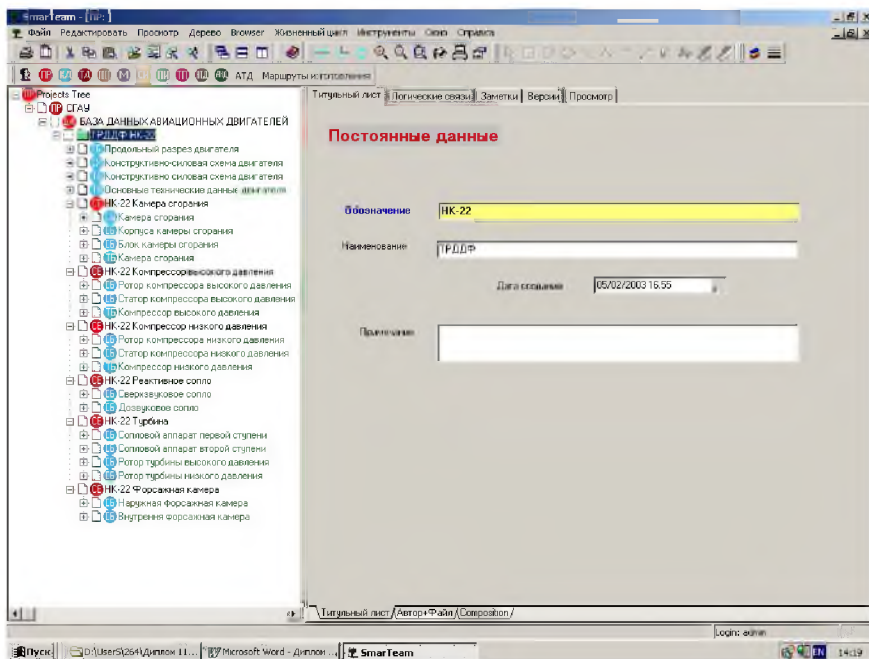
Переход к страницам осуществляется путем выбора соответствующих закладок. Каждая из страниц несет свое назначение:

- На странице *Атрибуты (Profile Card)* отображается основная учетная информация об объекте – обозначение, наименование, дата создания и т. д.
- На странице *Связи (Links)* содержится список объектов, логически привязанных к данному объекту. Также эта страница используется для вызова этих объектов и для создания новых логических связей.
- Страница *Заметки (Notes)* используется для создания и хранения заметок и комментариев к данному объекту.
- Страница *Версии (Revision)* содержит список всех состояний и версий, которые были у объекта на протяжении всего его жизненного цикла.
- Страница *Просмотр (Viewer)* предназначена для просмотра файла объекта без запуска приложения, в котором этот файл был создан, с помощью внутреннего "просмотрщика" **SmarTeam**. Изображение, выведенное на этой странице, можно масштабировать, поворачивать, а также создавать на нем пометки, не влияющие на файл объекта (опция "красный карандаш" – Redline).

- Страница *OLE* (которая настраивается дополнительно) позволяет просматривать файл выбранного объекта путем вызова приложения, в котором он был создан. После вызова приложения Вы можете просматривать объект внутри **SmарTeam**.

При настройке базы данных с помощью утилиты SmartWizard системный администратор **SmарTeam** устанавливает, какие страницы будут отображены в карточках учета объектов того или иного класса/подкласса. Например, карточки учета объектов подкласса "Документ конструкторский" будут содержать все страницы (за исключением *OLE*), а объекты подкласса "Код материала" будут содержать только страницы *Атрибуты (Profile Card)*, *Связи (Links)* и *Заметки (Notes)*.

Создание, запись и хранение базы данных о двигателе



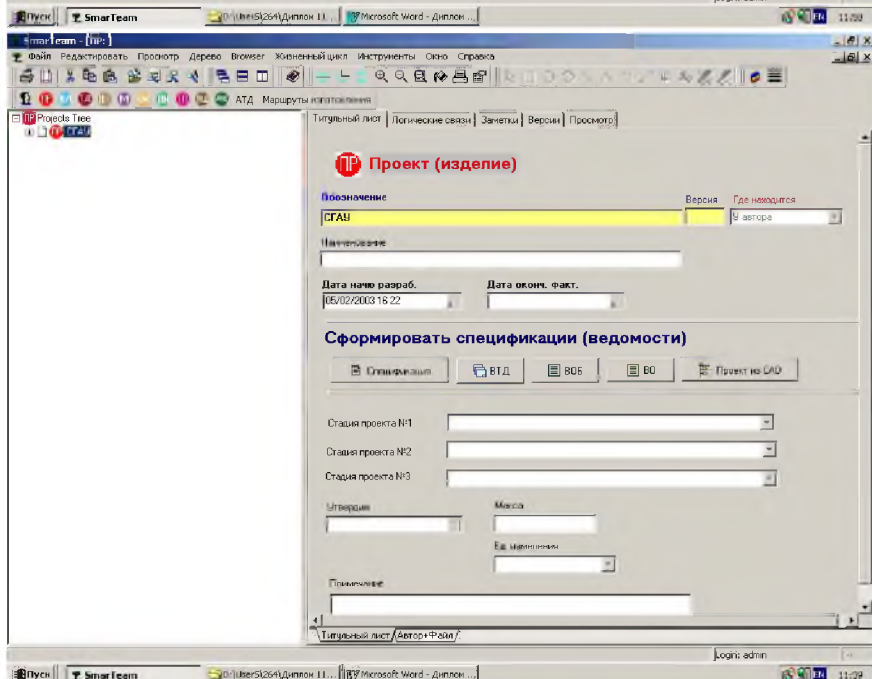
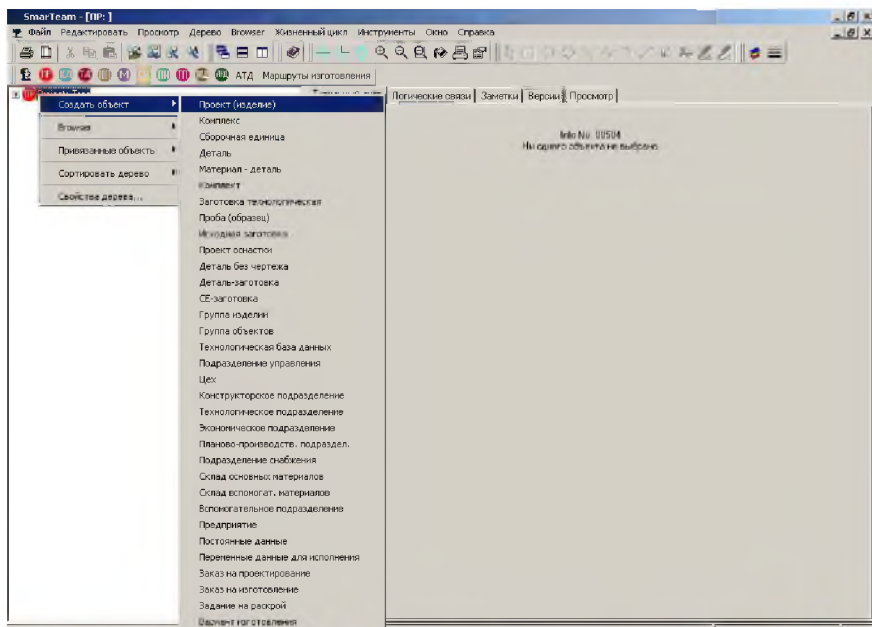
Данные базы данных можно изменять, добавлять и удалять только при разрешении руководителя (администратора).

Последовательность составления базы данных описано пошагово.

Шаг №1 – Создание проект (изделие) «СГАУ».

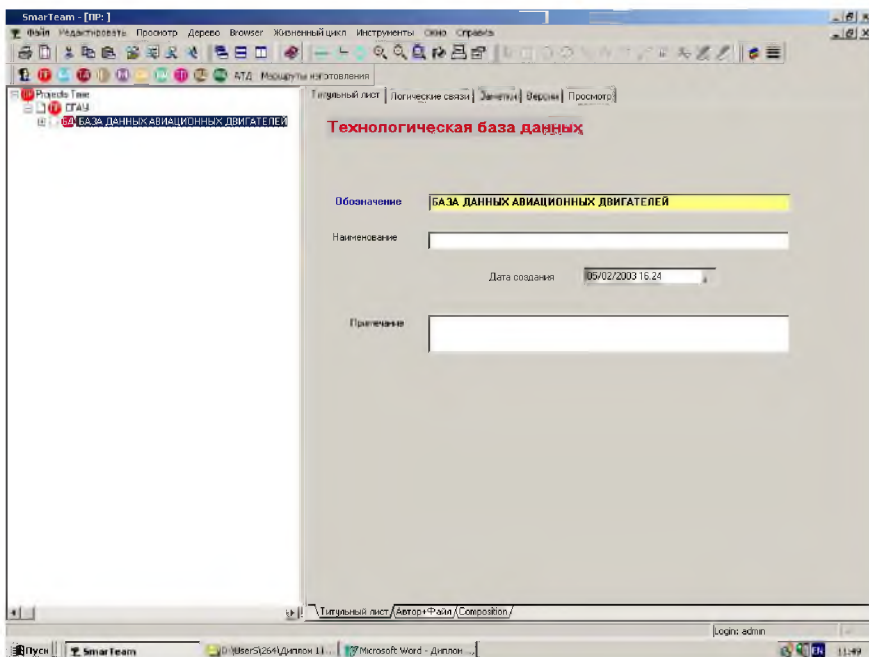
В дереве проектов левой кнопкой мыши выбираем *Projects Tree*. На выделенном объекте нажимаем правую кнопку мыши. В появившемся окне нажимаем *Создать объект*, далее выбираем *Проект (изделие)*. Справа появится титульный лист паспорта. В этом паспорте заполняются все необходимые по-

ля. В поле *Обозначение* пишем «СГАУ». Чуть ниже вводим дату создания паспорта и нажимаем *ОК*.



Шаг №2 – Создание технологической базы данных «База данных авиационных двигателей».

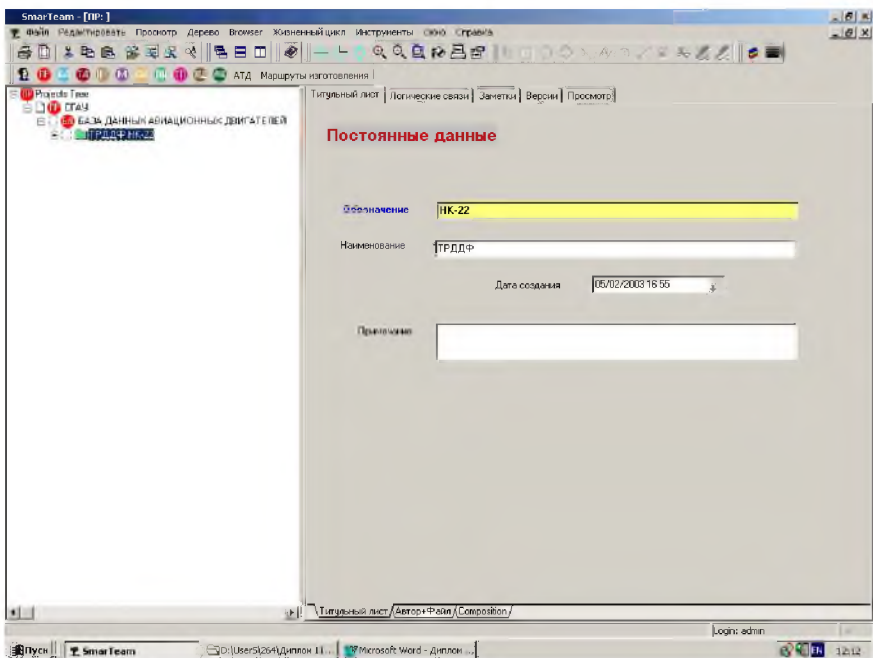
В дереве проектов левой кнопкой мыши выбираем *ПР СТАУ*. На выделенном объекте (аналогично шагу №1) нажимаем правую кнопку мыши. В появившемся окне нажимаем *Создать объект*, далее выбираем *Технологическая база данных*. Справа появится титульный лист паспорта. В этом паспорте заполняются все необходимые поля. В поле *Обозначение* пишем «База данных авиационных двигателей». Чуть ниже вводим дату создания паспорта и нажимаем *ОК*.



К *ПР СТАУ* можно добавить базы данных других изделий, которые будут относиться к данному проекту.

Шаг №3 – Создание папки постоянные данные ТРДФ НК-22.

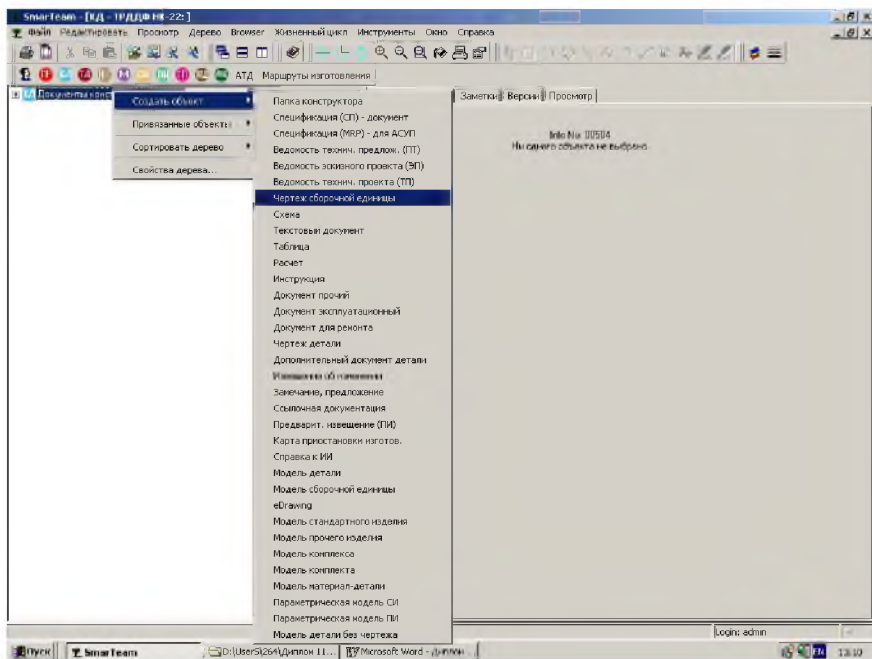
В дереве проектов левой кнопкой мыши выбираем *БД База данных авиационных двигателей*. На выделенном объекте (аналогично шагу №1) нажимаем правую кнопку мыши. В появившемся окне нажимаем *Создать объект*, далее выбираем *Постоянные данные*. Справа появится титульный лист паспорта. В этом паспорте заполняются все необходимые поля. В поле *Обозначение* пишем «НК-22», в поле *Наименование* – «ТРДФ».



Чуть ниже вводим дату создания паспорта и нажимаем *OK*.

Шаг №4 – Создание класса КД к постоянным данным ТРДФ НК-22.

В дереве проектов левой кнопкой мыши выбираем *папку ТРДФ НК-22*. Далее нажимаем на класс *КД* (на перемещаемой панели). Выделяем *КД Документы конструкторские Tree*. На выделенном объекте (аналогично шагу №1) нажимаем правую кнопку мыши. В появившемся окне нажимаем *Создать объект*. Далее, поочередно, выбираем и заполняем паспорта на *Чертеж сборочной единицы, Схема и Таблицы*.

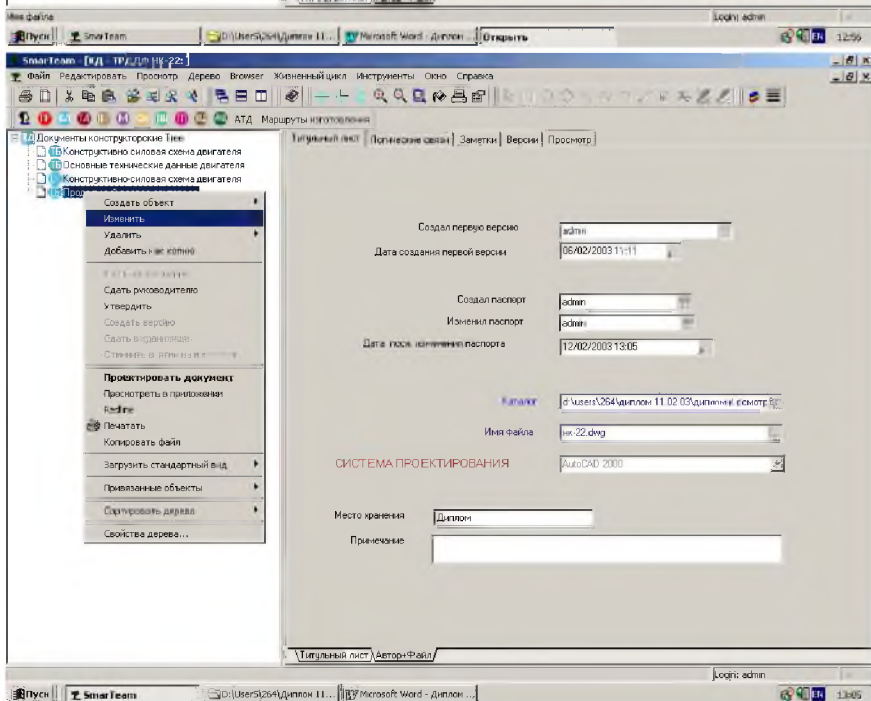
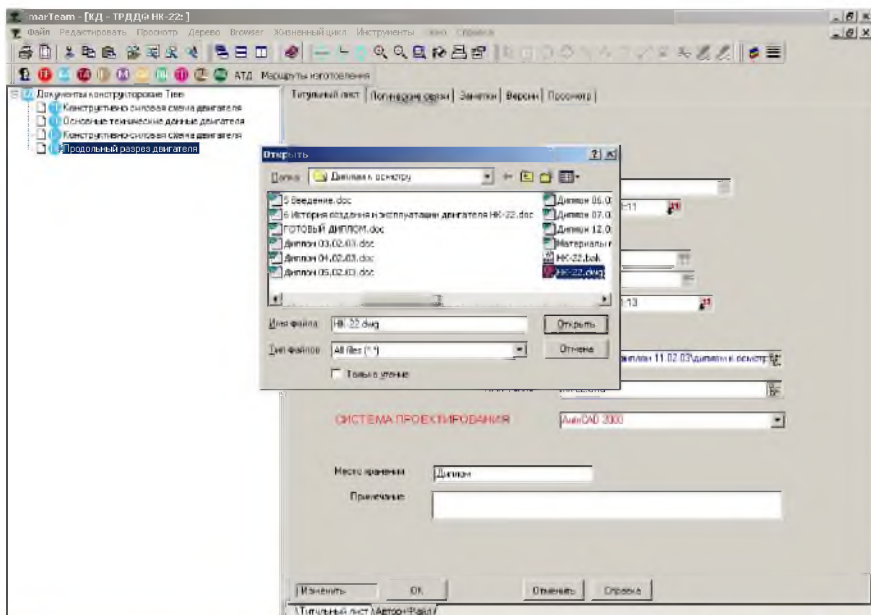


При этом нажимаем не *ОК*, а на **Применить** К каждому созданному объекту привязываем соответствующий файл, например к *Чертежу сборочной единицы* привязываем файл продольного разреза двигателя НК-22. Для этого в дереве *Документы конструкторские Tree* выделяем объект **СБ Продольный разрез двигателя**. Далее, внизу паспорта нажимаем на *Автор+файл*. В появившемся окне заполняем необходимые строки. Чтобы привязать файл нажимаем на стрелку перед строкой *Имя файла*. Далее выпадает окно, в котором показываем место расположения данного файла. Чтобы закончить присоединение данного файла нажимаем на стрелку перед строкой **СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ**.

После того, как к каждому объекту присоединим необходимый файл нажимаем на **ОК**.

Таким образом созданные на этом шаге объекты будут относиться только к папке *ТРДДФ НК22* в проекте **ПР**.

Следует отметить, что место расположение привязанного файла можно изменять. Для этого в дереве левой кнопкой мыши выделяется нужный для редактирования объект и далее, нажав на правую кнопку мыши в появившемся окне выбираем *Изменить*. После окончания редактирования необходимо нажать на *ОК*.

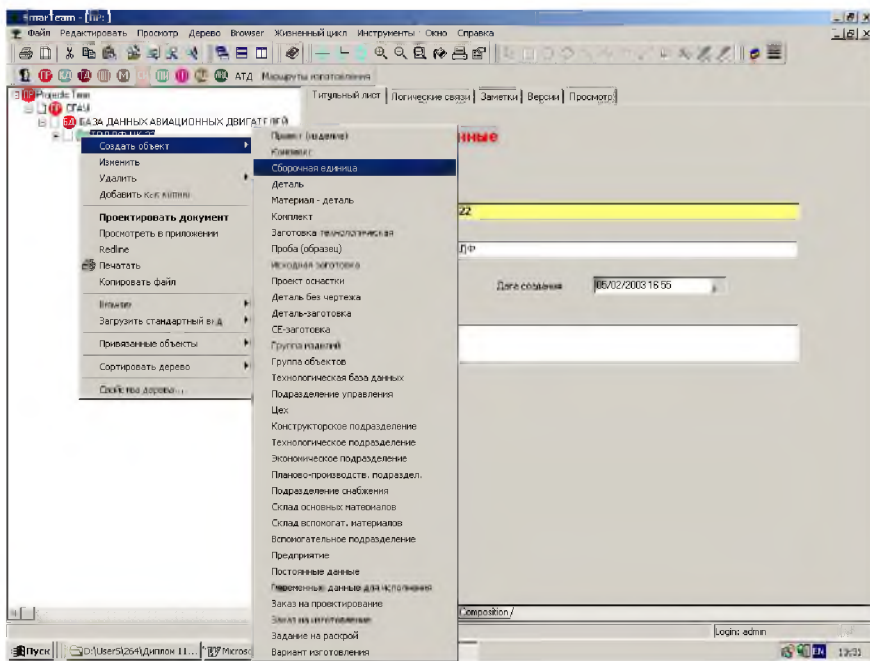


Шаг №5 – Создание сборочных единиц двигателя НК-22: Компрессор низкого давления; Компрессор вымокого давления; Камера сгорания;

Турбина высокого давления; Турбина низкого давления; Форсажная камера; Реактивное сопло.

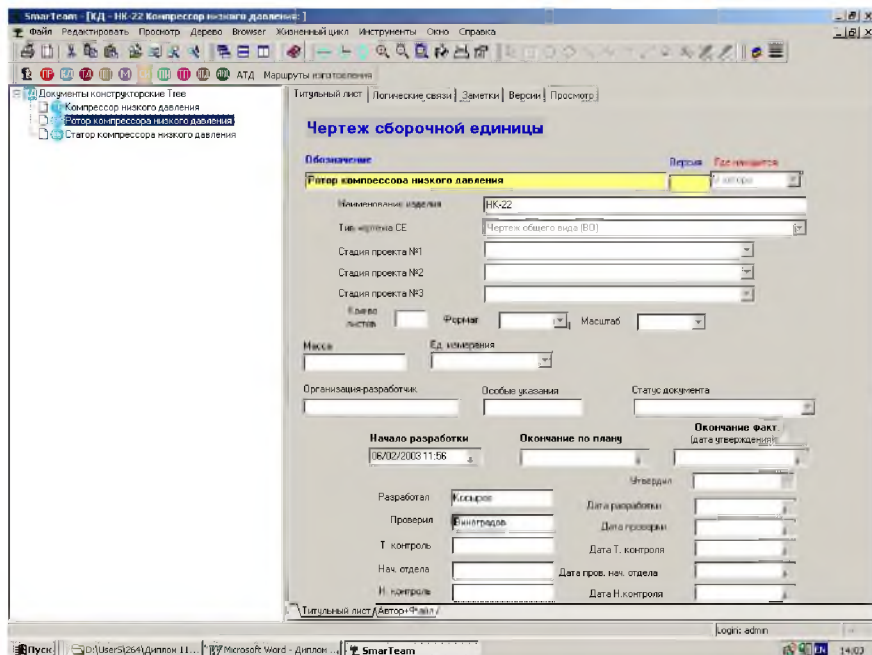
В качестве примера возьмем компрессор низкого давления. Порядок составления базы данных на остальные сборочные единицы описывать не будем, так как он подобен.

Для этого в классе проекты выделяем *панку* ТРДДФ НК-22. На выделенном объекте (аналогично шагу №1) нажимаем правую кнопку мыши. В появившемся окне нажимаем *Создать объект*, далее выбираем *Сборочная единица*. Справа появится титульный лист паспорта. В этом паспорте заполняются все необходимые поля. В поле *Обозначение* пишем «Компрессор низкого давления», в поле *Наименование* – «НК-22».



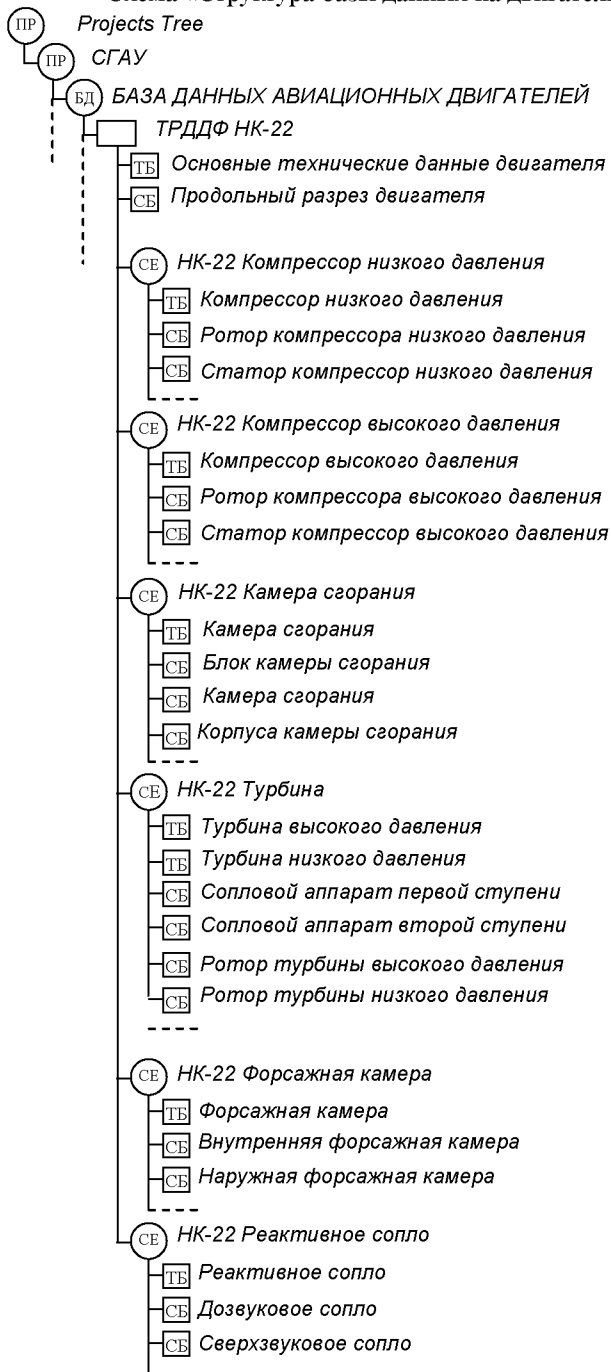
Чтобы присоединить к *СЕ НК-22 Компрессор низкого давления* файлы, содержащие конструкторские данные на этот объект следует выделить его в дереве проектов и нажать на *КД* панели инструментов. Далее, аналогично шагу №3 создаем объекты, содержащие необходимые конструкторские данные на компрессор низкого давления. В нашем случае будут созданы объекты: *ТБ Компрессор низкого давления* с присоединенным файлом в виде таблицы; *СБ ротор низкого давления* с присоединенным файлом в виде графического

эскиза; *СБ статор низкого давления* с присоединенным файлом в виде графического эскиза.



В итоге, алгоритм внесения информации в базу данных одинаков. Разница только в титульных листах паспортов объектов. Чтобы дополнить или изменить базу данных следует представлять состав изделия. Структуру базы данных можно представить в виде схемы.

Схема «Структура базы данных на двигатель НК-22»



ТРУДОЕМКОСТЬ И ОБЪЕМ РАБОТЫ

Трудоемкость и объем работы можно оценить только ориентировочно. Согласно статистике пояснительная записка может содержать до 35 листов формата А4.

Содержание основных обязательных работ и их ориентировочная оценка в процентах от общего объема трудоемкости курсовой и практической работы приведена в таблице 8.

Трудоемкость и объем работы

Таблица 8

Содержание работы	Трудоемкость, %
1. Летательный аппарат	5
2. Конструктивно-силовая схема	15
3. Конструкция двигателя	30
4. Занесение данных в PDM систему	30
5. Оформление пояснительной записки	20

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основной

1. Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей / Под ред. Д.В.Хронина. – М.: Машиностроение, 1989. – 568 с.
2. Скубачевский Г.С. Авиационные газотурбинные двигатели. –М.: Машиностроение, 1981. – 550 с.
3. Зрелов В.А., Маслов В.Г. Основные технические данные отечественных авиационных ГТД и их применение при учебном проектировании: Учебное пособие. Самар. гос. аэрокос. ун-т. Самара, 1999. 160 с.
4. Зрелов В.А. Отечественные ГТД. Основные параметры и конструктивные схемы (в двух частях): Учеб. пособие. Самар. гос. аэрокос. ун-т. Самара, 2002. 210 с, 250 с.
5. Старцев Н.И. Проектирование авиационных ГТД. – Куйбышев: КуАИ, 1985. – 44 с.
6. Проектирование авиационных газотурбинных двигателей: Учебник для вузов/ Под ред. Профессора А.М.Ахмедзянова. – М.: Машиностроение, 2000. – 454 с.; ил.
7. Основы проектирования и конструирования: Метод. указания к курсовому проектированию/ Самар. гос. аэрокос. ун-т. Сост. Е.А. Панин, Д.С. Лежин. Самара, 2003. 32 с.

Дополнительный

8. Ильянков А.И., Левит М.Е. Основы сборки авиационных двигателей. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
9. Зрелов В.А, Карташов Г.Г. Двигатели НК. – Самара: СГАУ, 1999. – 288 с.
10. Проданов М.Е., Тябин М.В. Работа в MICROSOFT WORD 97. – Самара: СГАУ, 2000. – 35 с.
11. Cimatron^{it} – компьютерное проектирование и производство: Под общей ред. С.М.Марьяновского. – СПб: Мир, 1998. – 166 с.; ил.
12. Старцев Н.И., Уланов А.М. Конструкция и проектирование ВРД. Часть 1, 2. – Самара: СГАУ, 1999. – 25 с.
13. www.cals.ru
14. www.smarteam.com
15. Лекции по соответствующим дисциплинам и эксклюзивные методические материалы кафедры КИПДЛА