

Министерство образования и науки Российской Федерации
Филиал ФГОУ ВПО Южно-Уральский государственный университет
(Национальный исследовательский университет)

621.92(07)
Ч-63

Я.В. Высогорец

САПР ТП «Вертикаль»

Учебное пособие для самостоятельной работы

Челябинск
Издательский центр ЮурГУ
2012

УДК 621.92.(07) (075.8)

Ч-63

*Одобрено
учебно-методической комиссией машиностроительного факультета
филиала ЮУрГУ в г. Миассе.*

Рецензенты:

С.Н. Лесников, Е.В. Субачев

Высогорец, Я.В.

Ч-63 САПР ТП «Вертикаль»: учебное пособие для самостоятельной работы
/ Я.В. Высогорец. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2012. – 48 с.

Учебное пособие предназначено для выполнения практических работ по курсам «САПР ТП» и «САПР ТПП» студентами дневной и заочной форм обучения специальностей 151001, 200503. В пособии описываются процессы создания технологий изготовления деталей и их сборки, расчет режимов резания, выбор оборудования, инструментов и других составляющих технологических процессов механической обработки и сборки в ПО «Вертикаль».

УДК 621.92.(07)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2012

ВВЕДЕНИЕ

К 2012 году практически не осталось работающих на производстве людей, не согласных с тем, что мы живем в информационную эру, эру информационных технологий. Не являются исключениями и такие отрасли как машиностроение, станкостроение, приборостроение, и уж тем более не является исключением образовательная и научная инфраструктура, обеспечивающая производство кадрами, новыми и идеями, продуктами, направлениями развития.

Информационные технологии на производстве применяются либо в цехе — в виде станков с числовым программным управлением (ЧПУ), обрабатывающих центров, роботов и т.д., либо в инженерных бюро — в виде компьютеров, оснащенных специализированным программным обеспечением (САПР).

Системы САПР (системы автоматизировано проектирования) как правило, делят в соответствии с международной классификацией на системы CAD (computer aided design), CAM (computer aided manufacturing) и CAE (computer aided engineering). Также выделяют системы PLM (product lifecycle management) и PDM (product data management).

CAD и CAE представляют собой конструкторские САПР-продукты, предназначенные для двухмерного, трехмерного и параметрического моделирования, а также проведения всех сопутствующих расчетов на прочность, долговечность и др.

К современным CAD, применяемым в отечественном машиностроении относят: Компас-3D, SolidWorks, T-Flex, AutoCAD и некоторые другие. Одним из наиболее распространенных CAE продуктов в нашей стране является ANSYS — универсальная программная система конечно-элементного анализа.

«Тяжелые» САПР, такие как PRO/ENGINEER, Unigraphics и CATIA, которые объединяют в себе CAD, CAM и CAE технологии также заняли свою нишу в отечественной промышленности.

PLM и PDM системы, обеспечивающие управление информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла, начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации в настоящее время только начинают выпускаться отечественными производителями («Лоцман» — <http://machinery.ascon.ru/software/tasks/items/?prcid=167&prpid=889>) и внедряться на некоторых предприятиях.

CAM-системы призваны автоматизировать технологический труд. Такой труд может практически исключаться из производственного цикла за счет обеспечения, генерирующего управляющие программы на станки с ЧПУ напрямую с двухмерных или трехмерных моделей, созданных конструкторами. Примерами таких программ являются: GeMMa-3D, Edgcam, ESPRIT, Mastercam, Feature-CAM, Винтех RCAM.

Если с автоматизацией труда отечественными конструкторами вопрос фактически решен и уже мало кому необходимо доказывать преимущества компью-

терного проектирования перед ручным, то в отношении технологических служб ситуация в корне отличается. В настоящее время существует ярко выраженная необходимость в автоматизации деятельности отечественных технологических служб предприятий, которые оснащены не всегда новым и не всегда программируемым оборудованием. Если в первое десятилетие нового тысячелетия этот процесс тормозился отсутствием подходящего отечественного программного обеспечения, то в настоящее время имеет место инерционность сотрудников технологических служб, не желающих перестраивать свой труд, не желающих обучаться, повышать квалификацию и т.д.

Тем не менее, процесс технологического перевооружения уже запущен, на предприятия приходят молодые специалисты, обученные автоматизированному технологическому проектированию, внедряются PLM и PDM-системы, другими словами полный переход от ручного технологического проектирования к автоматизированному по сути является вопросом ближайшего десятилетия.

Одними из первых отечественных САПР ТП являются «Компас-АВТО-ПРОЕКТ» фирмы «Аскон» (<http://ascon.ru/>) и «ТехноПРО» фирмы «Топ Системы» (<http://www.tflex.ru/>). Однако оба этих продукта обладали рядом существенных недостатков, вследствие чего были отвергнуты отечественным машиностроением.

На смену им пришли программные продукты «Вертикаль» (Аскон — <http://machinery.ascon.ru/software/tasks/items/?prcid=8&prpid=420>), который в настоящее время является одним из лидеров (а по сути — лидером) отечественных САПР ТП/САМ продуктов, Спрут-ТП, T-FLEX ЧПУ, T-FLEX NC Tracer и некоторые другие.

В данном методическом пособии рассмотрено проектирование технологических процессов механической обработки и сборки с помощью программного продукта «Вертикаль», включая получение трехмерных и двухмерных моделей деталей, выполненных в Компас-3D, составление маршрута технологического процесса, выбор оборудования, станочных приспособлений, режущего и измерительного инструмента, средств индивидуальной защиты (СИЗ), смазывающе-охлаждающих жидкостей (СОЖ), разработку и прикрепление операционных эскизов, расчет режимов резания, норм времени, конечное формирование комплекта технологической документации. Основное внимание уделяется технологическим процессам механической обработки и сборки.

Пособие рекомендуется к использованию для самостоятельной работы студентов.

1. ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ И ИНСТРУМЕНТЫ

1.1. Создание, открытие, сохранение документа. Интерфейс программы

Перед началом работы необходимо запустить программу. Запуск программы «Вертикаль» осуществляется либо открытием любого файла, созданного в данном программном обеспечении, либо из меню «Пуск/Программы/Аскон/Вертикаль». Для оптимизации запуска можно создать для «Вертикаль» ярлык на рабочем столе, либо на панели быстрого запуска.

После запуска программы и ввода пароля (по умолчанию: пользователь «Администратор», пароль «111») появится окно (рис. 1).



Рис. 1. Интерфейс «Вертикаль» при запуске

Следующим шагом после запуска, как правило, является создание нового документа. Это можно сделать одним из трех способов:

- нажав комбинацию клавиш Ctrl+N на клавиатуре;
- нажав соответствующую пиктограмму на инструментальной панели (слово «Создать»);
- при помощи меню Файл/Создать.

При выполнении любого из этих действий появится следующее меню (рис. 2), в котором перечислены виды документов, разрабатываемых в программном обеспечении (ПО) «Вертикаль»:

- технологический процесс на деталь;
- технологический процесс на сборку;
- типовой/групповой технологический процесс.

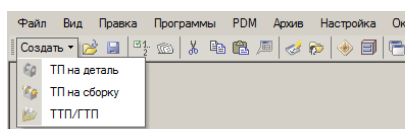


Рис. 2. Меню «Создать»

Имеет смысл начать с составления технологического процесса изготовления детали (ТП на деталь). При выборе данного пункта интерфейс программы изменится на представленный на рис. 3.

На рис. 4 показана готовая технология изготовления детали, выполненная в ПО «Вертикаль».

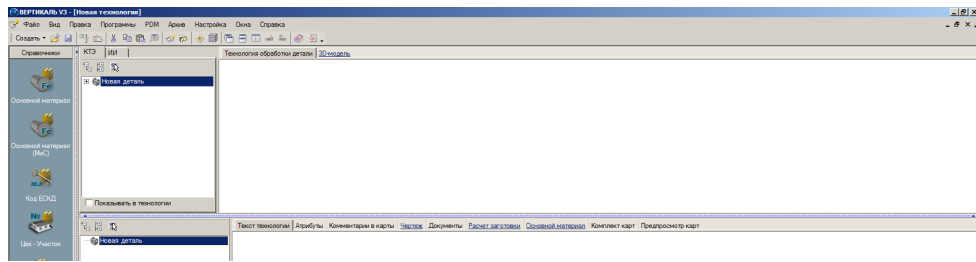


Рис. 3. Интерфейс ПО «Вертикаль». Новая технология изготовления детали

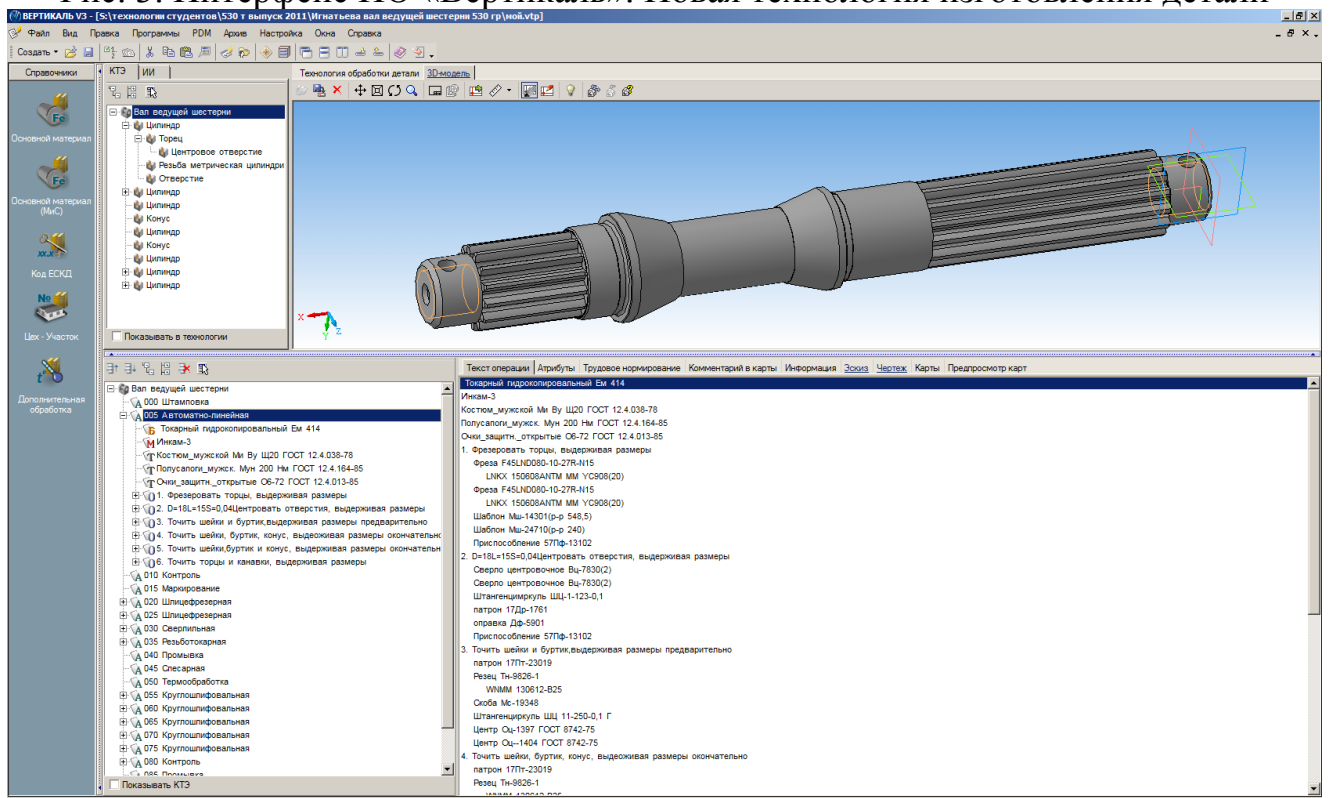


Рис. 4. Интерфейс ПО «Вертикаль». Готовая технология изготовления детали

Согласно описанию производителей, интерфейс «Вертикаль» содержит: заголовки окна, основное меню, инструментальную панель, панель вызова справочников и программ, дерево конструкторско-технологических элементов (КТЭ) с вкладками и дерево технологического процесса (ТП) рис. 5.

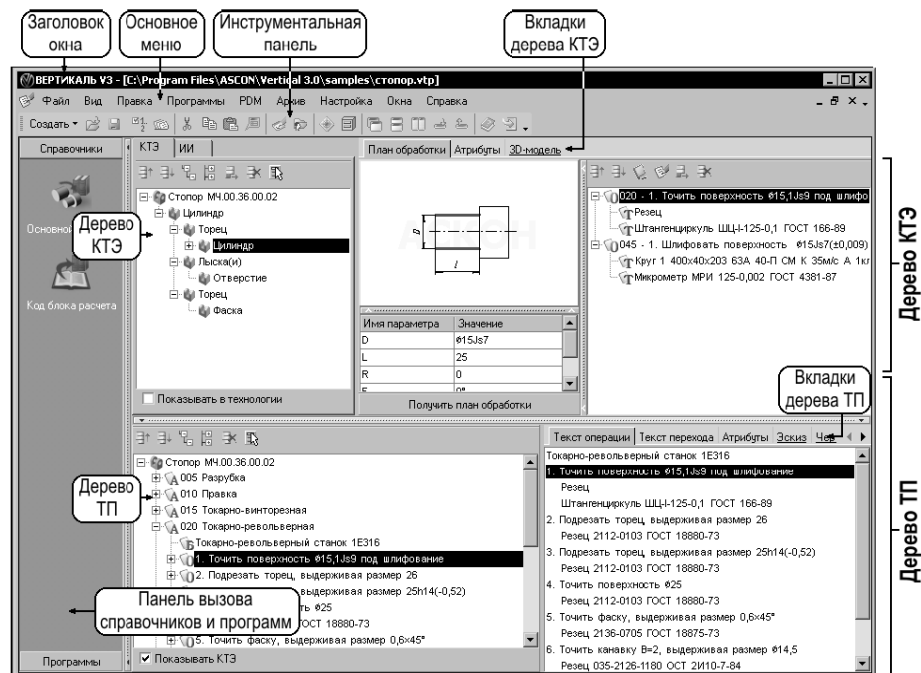


Рис. 5. Компоненты интерфейса «Вертикаль»

Открыть документ можно одним из трех способов:

- нажав комбинацию клавиш **Ctrl+O** на клавиатуре;
- нажав соответствующую пиктограмму на инструментальной панели (желтая открывающаяся папка, следующая после «Создать»);
- при помощи меню **Файл/Открыть**.

Сохранить документ можно одним из трех способов:

- нажав комбинацию клавиш **Ctrl+S** на клавиатуре;
- нажав соответствующую пиктограмму на инструментальной панели («Синяя дискета»);
- при помощи меню **Файл/Сохранить**.

Если в меню «Файл» выбрать пункт «Сохранить как», то текущую технологию можно сохранить и как типовой/групповой технологический процесс (рис. 6).

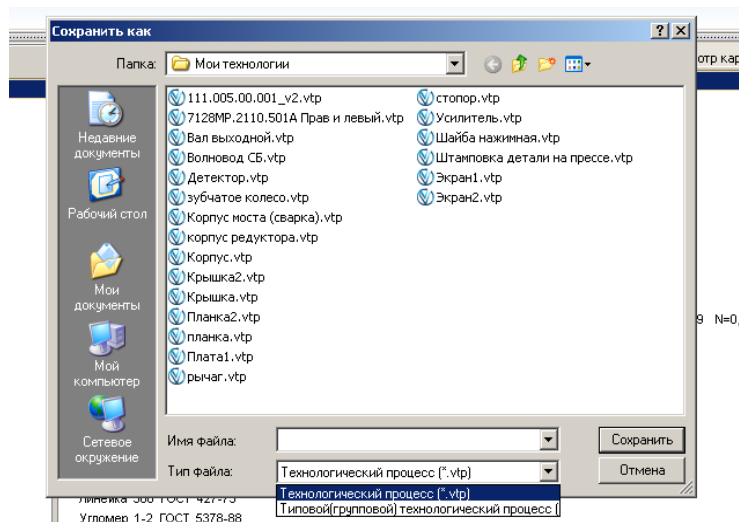


Рис. 6. Сохранение технологии

1.2 Описание основного инструментария ПО «Вертикаль»

1.2.1 Основное меню

Основное меню программы содержит следующие подменю (см. рис. 5):

- Файл;
- Вид;
- Правка;
- Программы;
- PDM;
- Архив;
- Настройка;
- Окна;
- Справка.

Меню «Файл» (рис. 7) содержит стандартные для приложений Windows команды: «Создать», «Открыть», «Сохранить», «Сохранить как», «Заккрыть», «Выход», несколько документов, которые редактировались в «Вертикаль» последними. Также меню содержит две нетипичные для приложений Windows команды: «Открыть план обработки», с помощью которой начинающие технологи могут выбрать обработку той или иной поверхности из набора вариантов (рис. 8, 9), а также «Отправить по почте», с помощью которой можно отправить разработанную технологию на какой-либо электронный адрес.

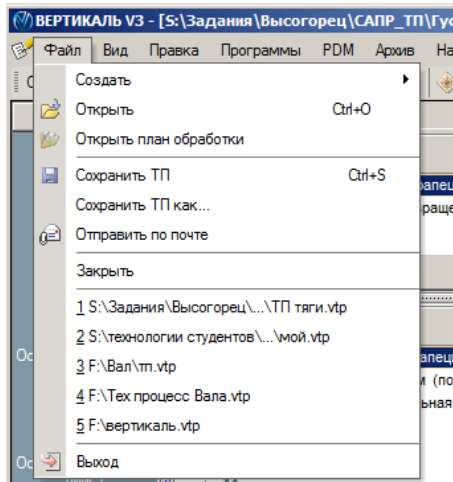


Рис.7. Меню «Файл»

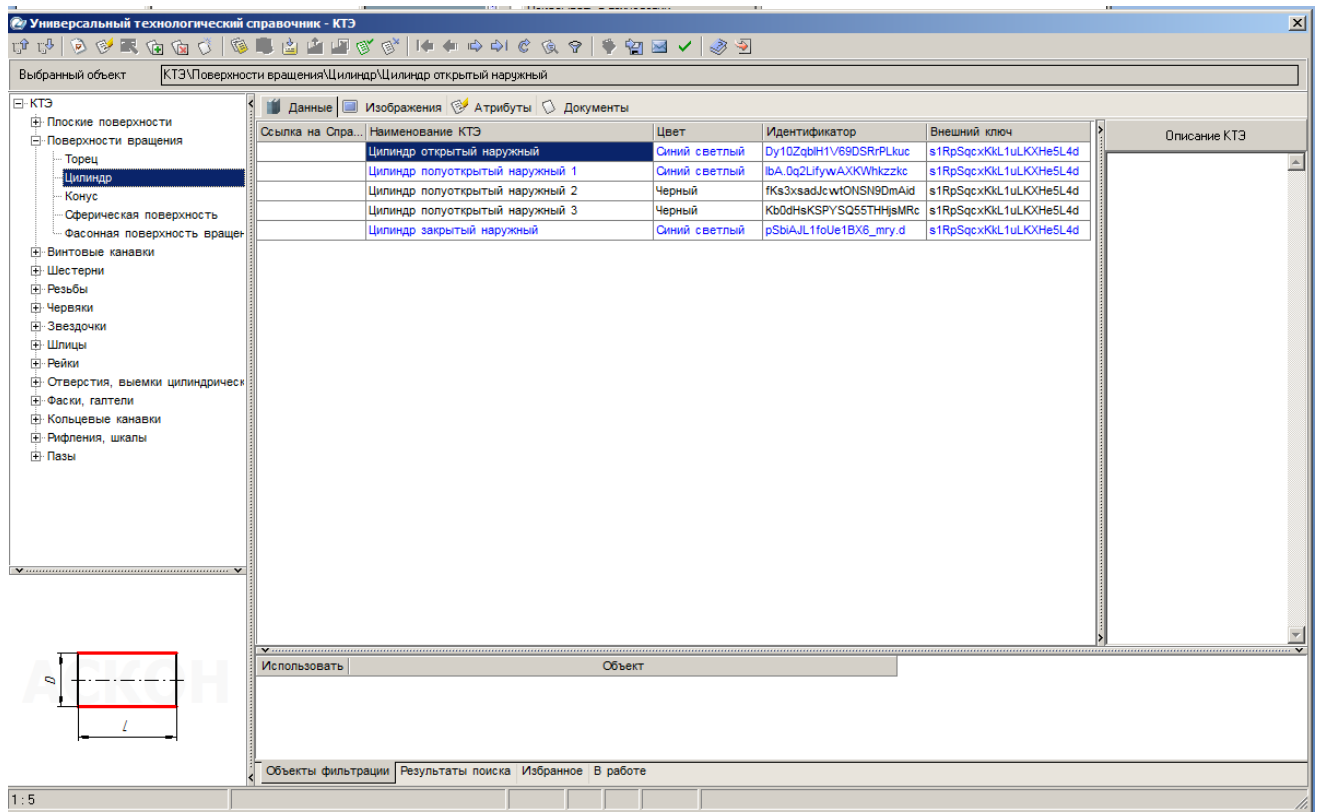


Рис. 8. Выбор обрабатываемой поверхности для получения плана обработки

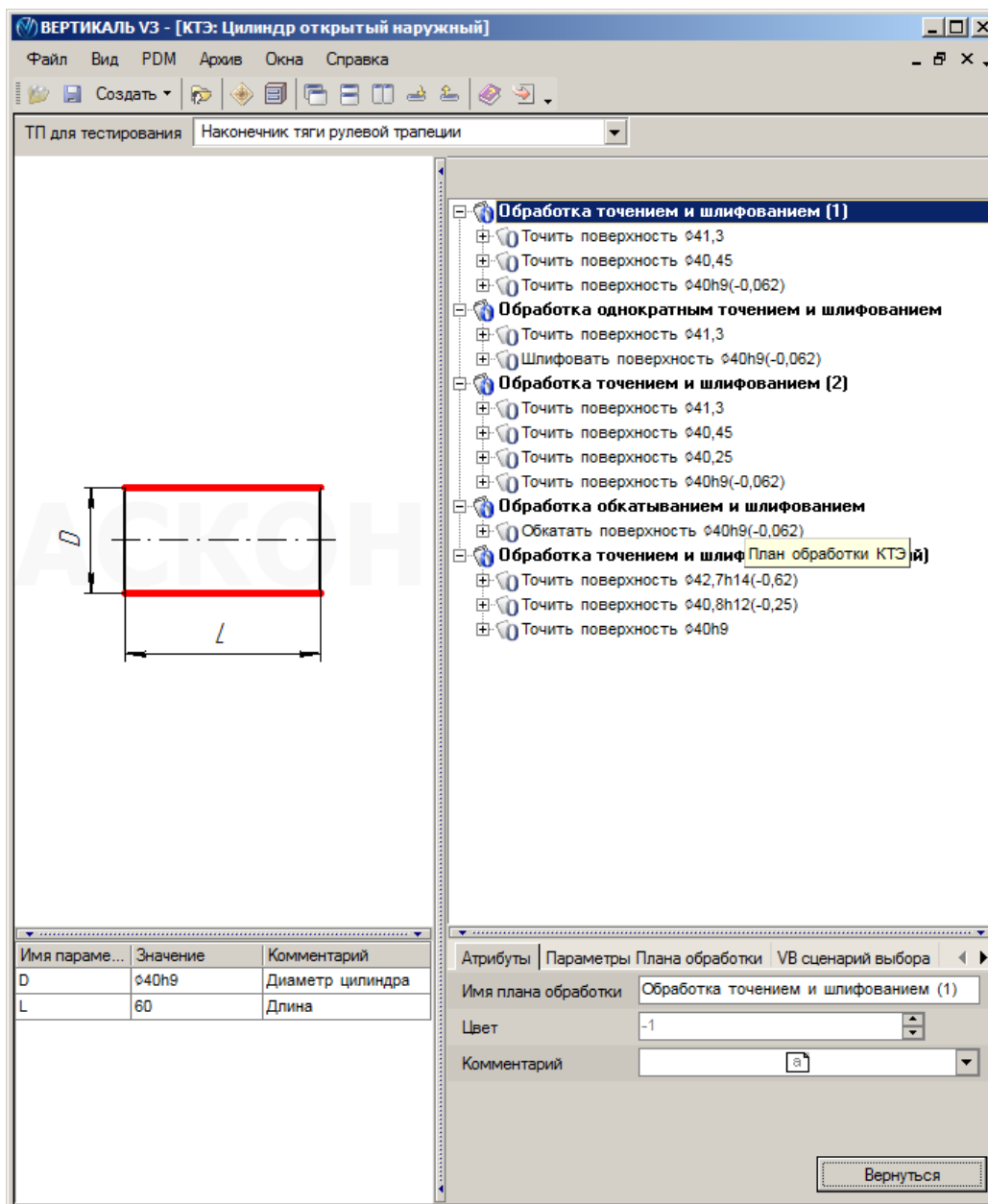


Рис. 9. Выбор плана обработки цилиндрической поверхности

Меню «Вид» (рис. 10) содержит две команды: «Рабочий стол» и «Библиотека пользователя». При нажатии команды «Рабочий стол» в интерфейсе программы появляется дополнительный столбец со значками слева с заголовком «Рабочий стол» (рис. 11). В этом столбце удобно переключаться между различными технологиями, особенно если редактируются одновременно несколько технологий. Также переключаться между окнами можно при помощи сочетания клавиш: «Ctrl+Tab», либо с помощью меню основного меню «Окна» (рис. 12). Меню «Окна» содержит команды: «Заккрыть все», «Каскад», два вида расположения окон мозаикой, «Свернуть все», «Восстановить все» и список открытых документов, нажимая на которые между ними можно переключаться. Эти команды идентичны

остальным приложениям Windows и в более подробных комментариях не нуждаются.

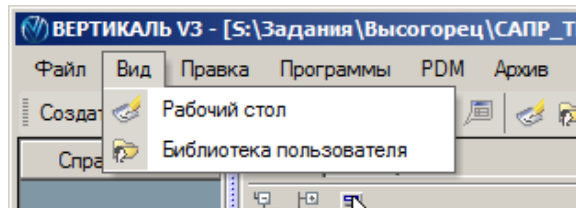


Рис. 10. Меню «Вид»

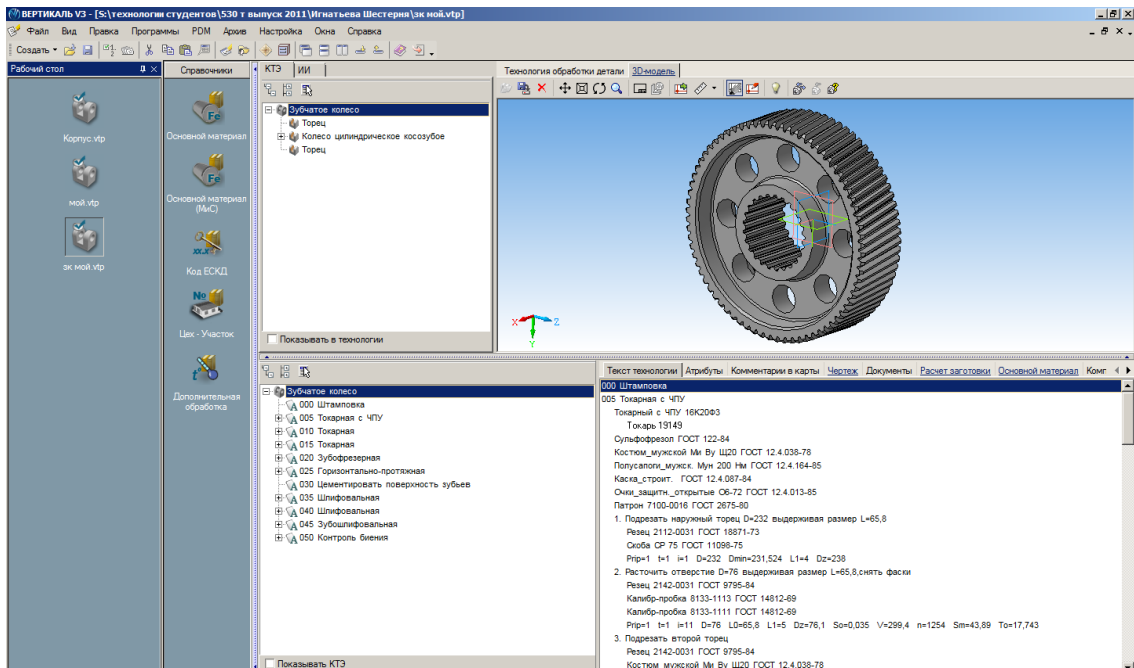


Рис. 11. Включенная опция «Рабочий стол»

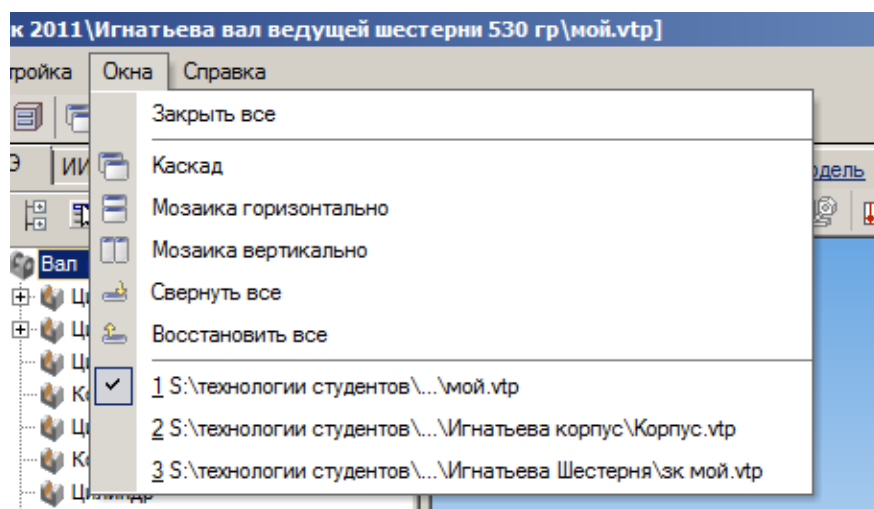


Рис. 12. Меню «Окна»

При выборе пункта «Библиотека пользователя» меню «Вид» в интерфейсе программы появляется дополнительный столбец слева с заголовком «Библиотека пользователя» (если был открыт «Рабочий стол», то он исчезнет) (рис. 13).

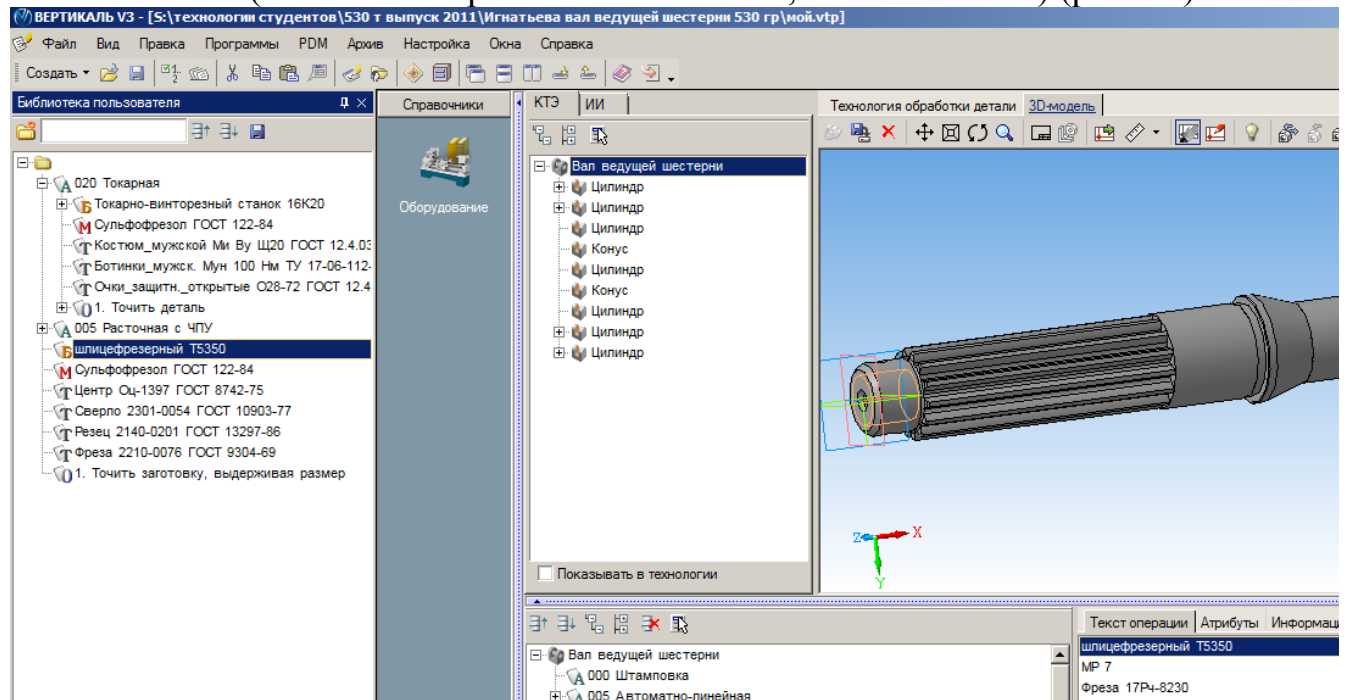


Рис. 13. Включенная опция «Библиотека пользователя»

Библиотека пользователя содержит список наиболее часто используемых технологом параметров технологического процесса — это могут быть целые операции, режущий и измерительный инструмент, станки, СОЖ, СИЗ и др. Добавление элементов в библиотеку из тех.процесса, а также в тех.процесс из библиотеки осуществляется с помощью функции «drag and drop» (переносом с нажатой левой клавишей мыши), либо с помощью операции «скопировать-вставить (Ctrl+C – Ctrl+V)».

Меню «Правка» содержит команды «Отменить», «Вырезать», «Копировать», «Вставить», «Вставить символ», «Проверить данные в ТП» (рис. 14).

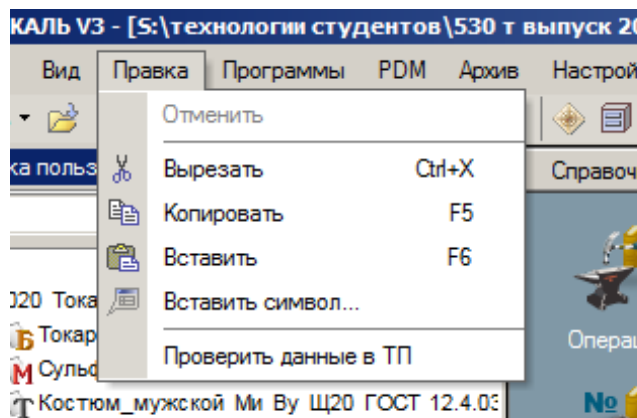


Рис. 14. Меню «Правка»

Все перечисленные команды, кроме последней, идентичны остальным приложениям Windows и подробно рассматриваться не будут, при нажатии «Проверить данные в ТП» осуществляется проверка разработанной технологии средствами «Вертикаль» (рис. 15), после проверки в окне отражаются ошибки или конфликты, обнаруженные приложением.

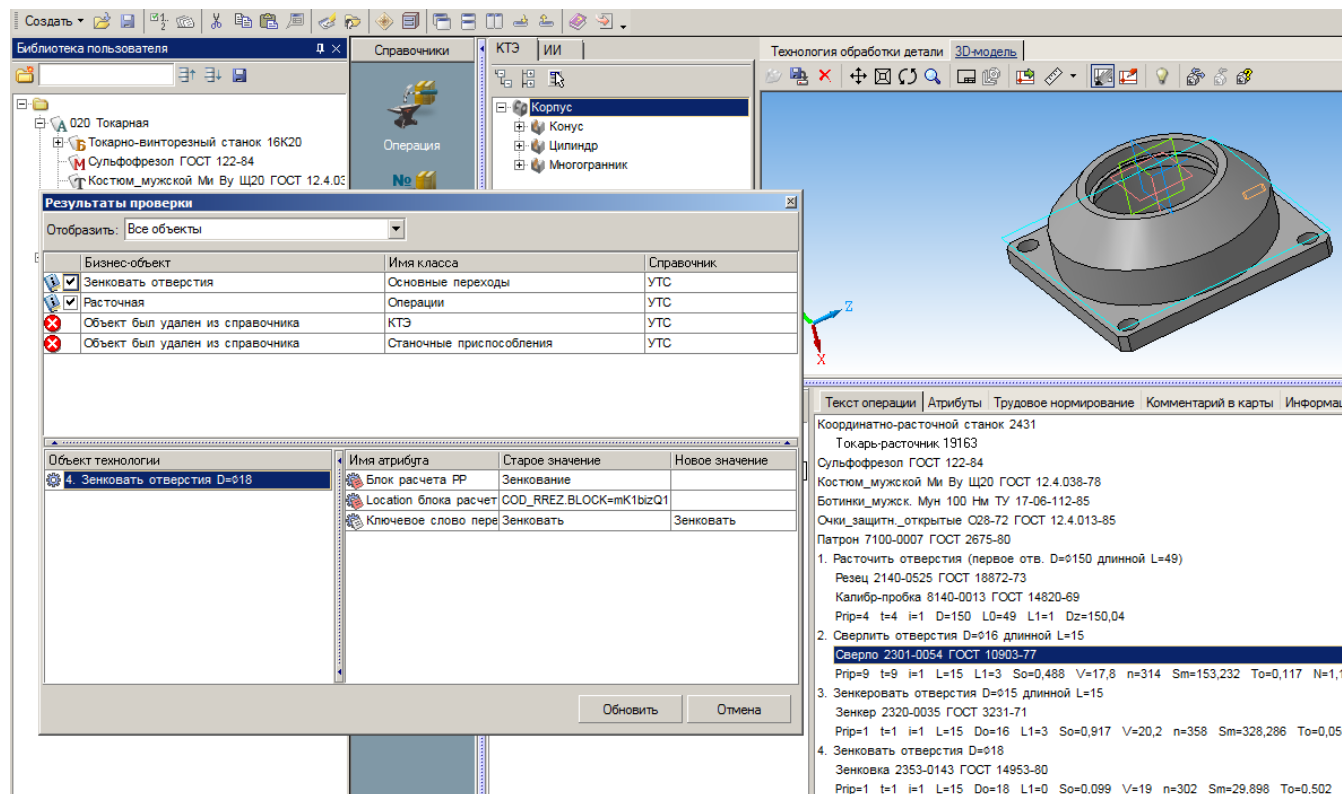


Рис. 15. Программная проверка данных в технологическом процессе

Меню «Программы» содержит команды: «Формирователь карт ВЕРТИКАЛЬ» и «Дерево технологий» (рис. 16).

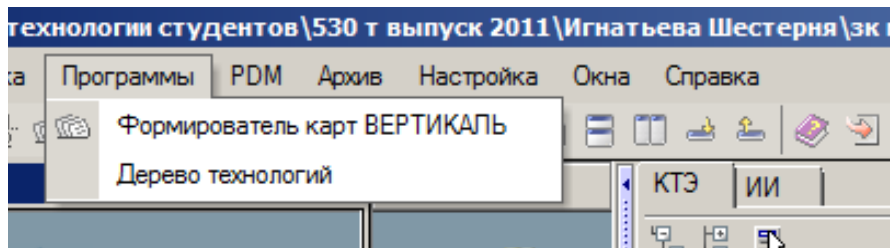


Рис. 16. Меню «Программы»

При нажатии на строчку «Формирователь карт» вызывается подпрограмма, интерфейс которой изображен на рис. 17. После появления данного окна можно отредактировать несколько опций, таких как: «объединение операционных документов», «сквозная нумерация», «закрытие после формирования» и некоторые другие (см. рис. 17). Далее следует нажать кнопку «Старт», после чего происходит формирование комплекта технологических документов (рис. 18).

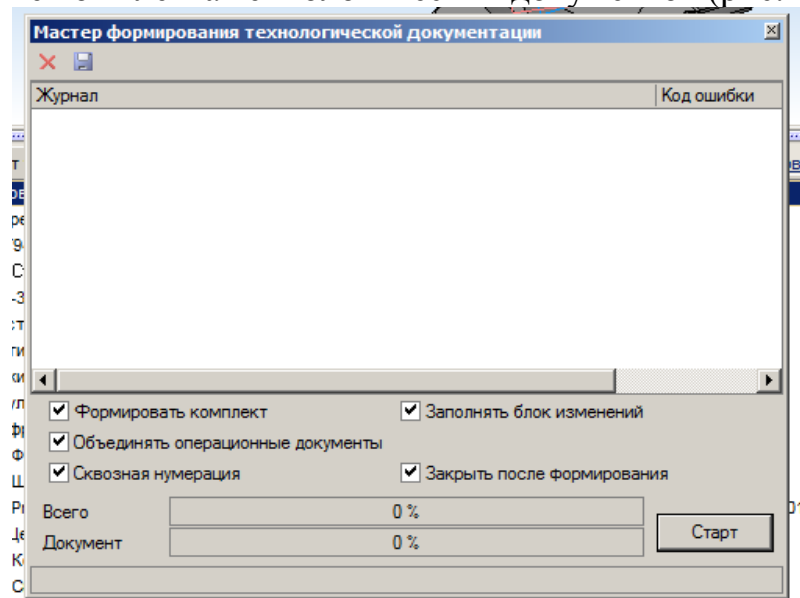


Рис. 17. Меню «Программы». Формирователь карт

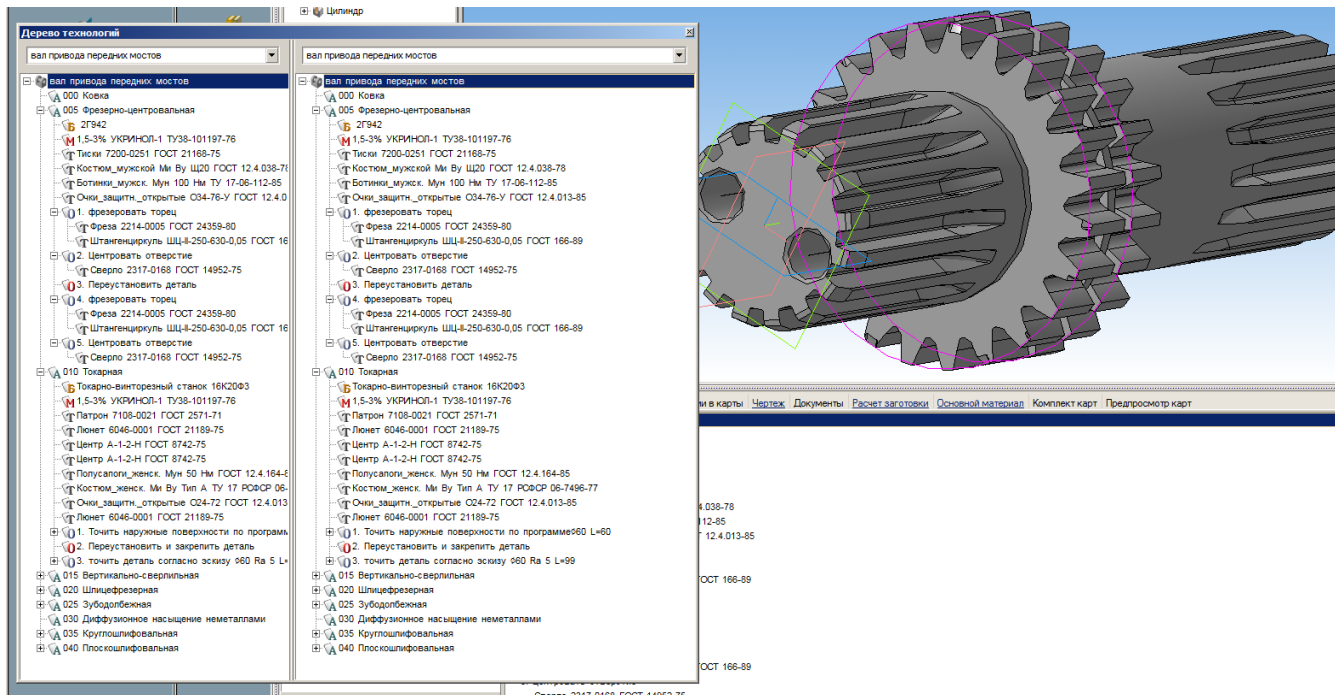


Рис. 19. Меню «Программы». Дерево технологий

При нажатии на кнопку PDM (см. рис. 16) появляется список команд, связанных с PLM-приложением, разработанным фирмой Аскон «Лощман».

Система ЛОЦМАН:PLM обеспечивает:

- централизованное структурированное хранение технической документации на изделие;
- управление информацией о структуре, вариантах конфигурации изделий и входимости компонентов в различные изделия;
- управление процессом разработки изделия; интеграцию компонентов Комплекса — САПР, САПР ТП, корпоративных справочников.

Система ЛОЦМАН:PLM аккумулирует всю информацию, необходимую для конструкторско-технологической подготовки производства продукции машиностроительного предприятия. На этапе подготовки производства система обеспечивает накопление данных о результатах конструкторско-технологического проектирования и обмен информацией между инженерными службами.

Утвержденные данные и документация передаются в соответствующие службы предприятия для материально-технического обеспечения, производства и эксплуатации выпускаемых изделий. При помощи ЛОЦМАН:PLM может быть организовано управление изменениями производственной документации (<http://machinery.ascon.ru/software/tasks/items/?prcid=167&prpid=889>, рис. 20, 21).

Более подробную информацию по PLM-системе «Лощман» фирмы Аскон можно посмотреть на сайте производителя:

<http://ascon.ru/>

<http://machinery.ascon.ru/software/tasks/items/?prcid=167&prpid=889>

<http://construction.ascon.ru/software/developers/items/?prpid=823>
<http://ascon.ru/press/news/items/?news=1090>.

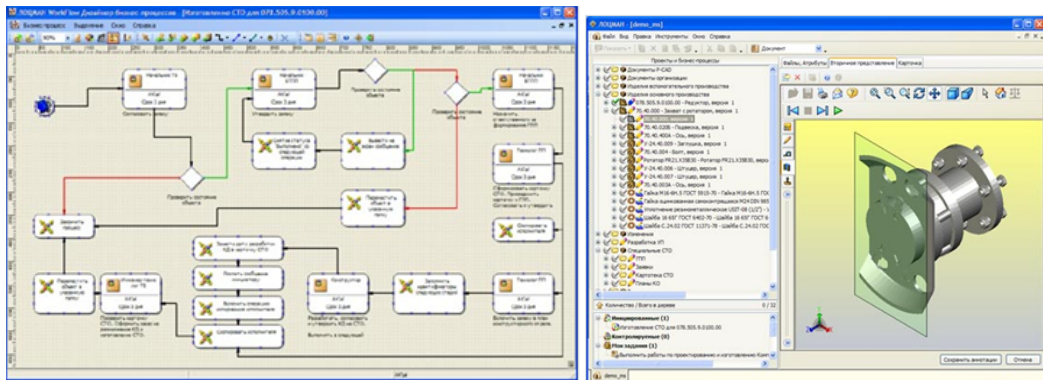


Рис. 20. PLM «Лоцман», конструкторский раздел

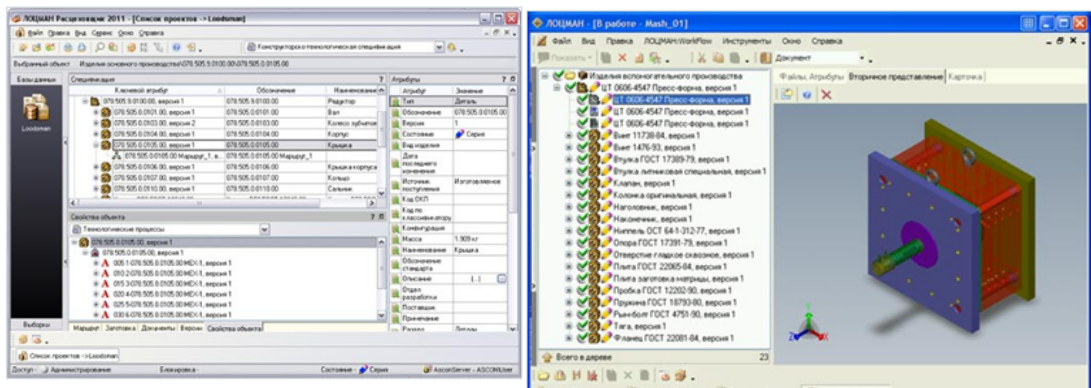


Рис. 21. PLM «Лоцман», технологический раздел

Меню «Архив» предназначено для работы с электронным архивом технологий — просмотра, редактирования, экспорта в него, импорта из него, и других операций (рис. 22, 23).

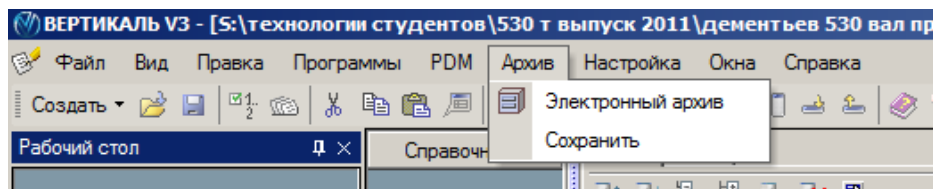


Рис. 22. Меню «Архив»

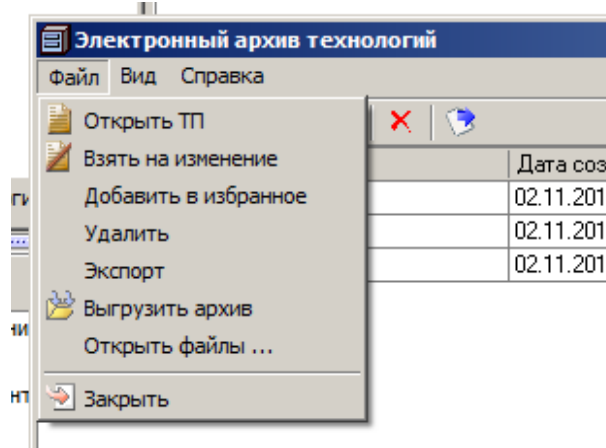
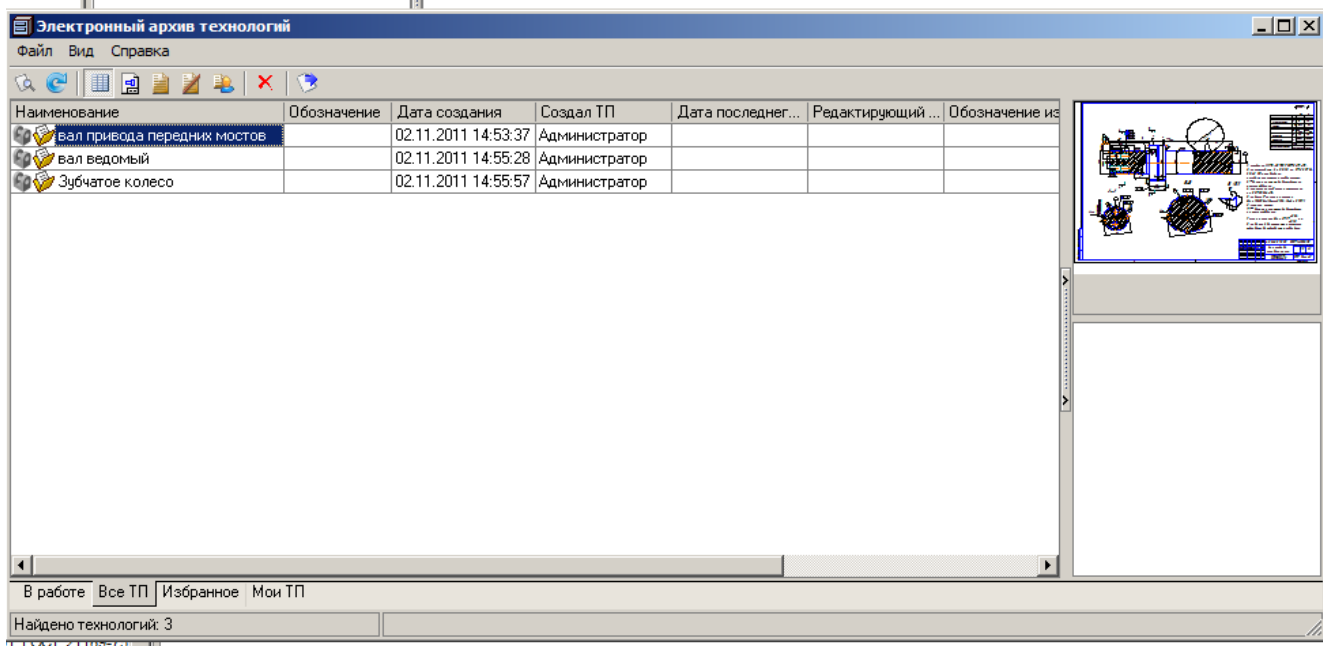


Рис. 23. Электронный архив технологий

Меню «Настройка» содержит две команды: «Автонумерация» и «Настройка параметров» (рис. 24).

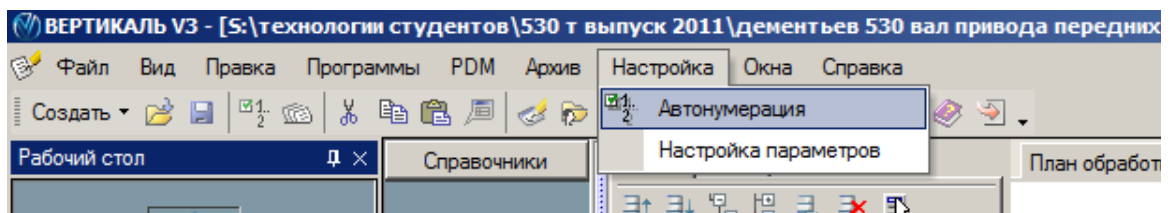


Рис. 24. Меню «Настройка»

В настройке автонумерации редактируется шаг по операциям, номер первой операции, количество символов в номере операции и некоторые другие параметры (рис. 25).

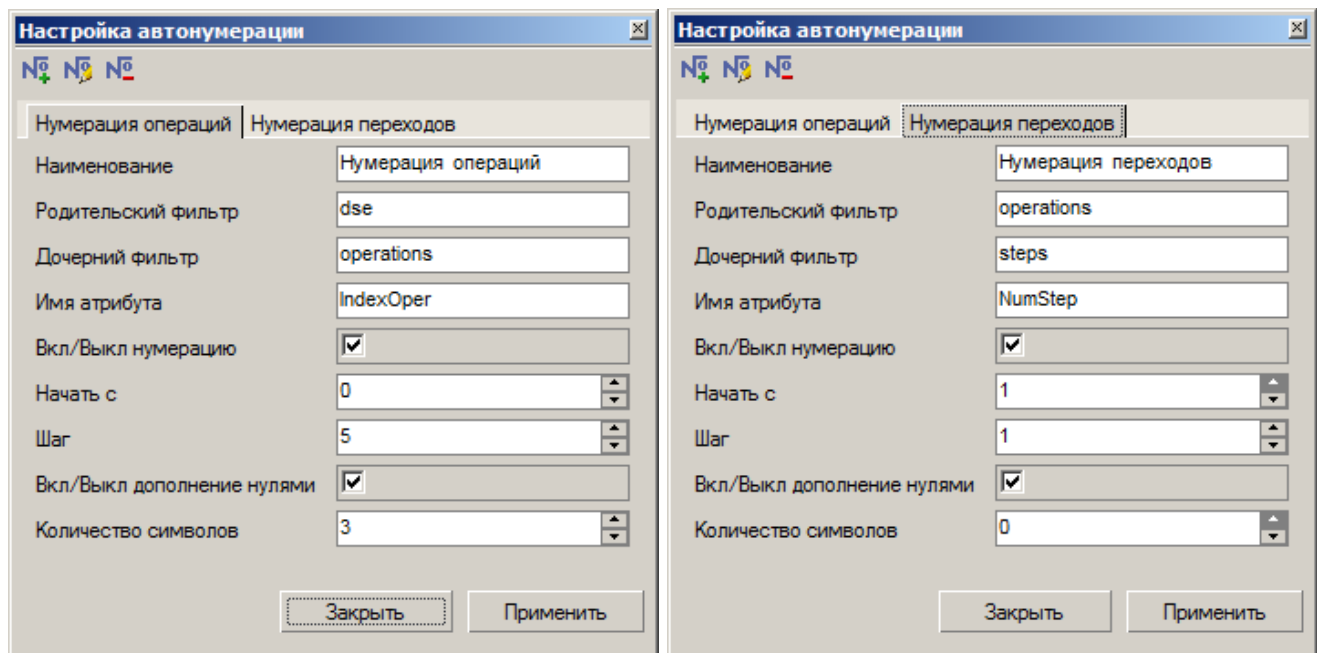


Рис. 25. Меню «Настройка». Автонумерация

В «настройке параметров» редактируются опции автосохранения и некоторые другие (рис. 26).

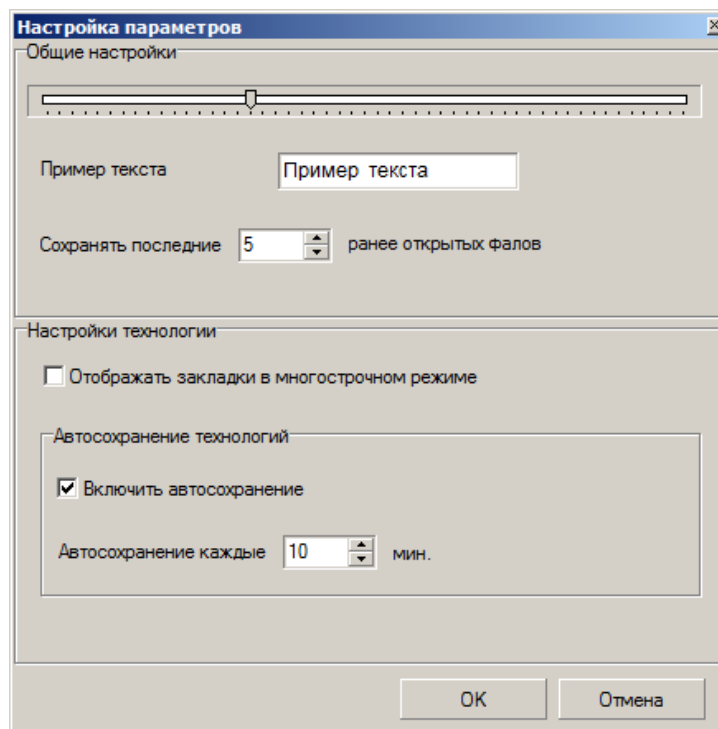


Рис. 26. Меню «Настройка». Настройка параметров

Меню «Окна» и «Справка» (рис. 27, 28) идентичны подобным меню других приложений Windows (Microsoft Office и др.), поэтому отдельно рассматриваться в данном пособии не будут.

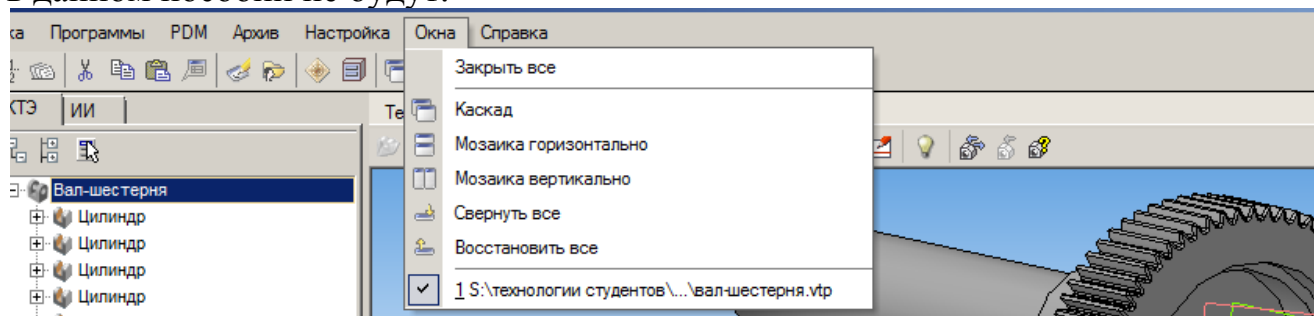


Рис. 27. Меню «Окна»

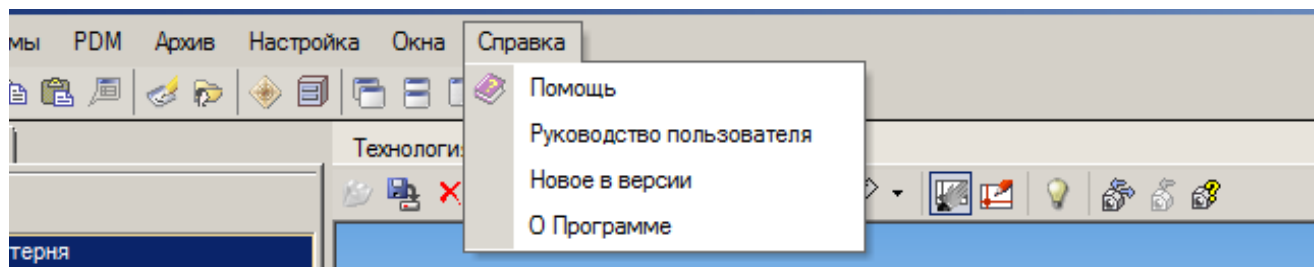


Рис. 28. Меню «Справка»

1.2.2 Инструментальная панель

Инструментальная панель содержит наиболее часто используемые команды основного меню. Первые три пиктограммы предназначены для создания, открытия и сохранения документа (рис. 29).

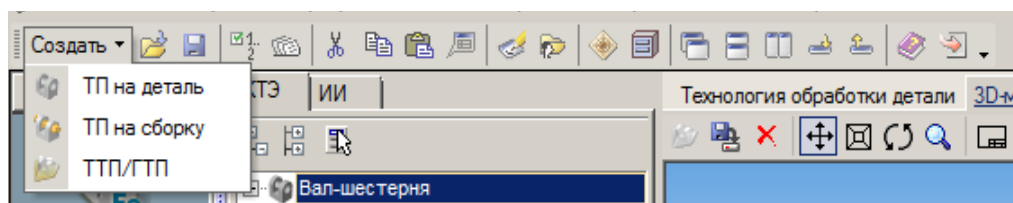


Рис. 29. Инструментальная панель. Подменю «Создать»

Для удобства восприятия пиктограммы объединены в группы, которые разделены вертикальными линиями (см. рис. 29). Вторая группа состоит из двух пик-

тограмм, предназначенных для редактирования параметров автонумерации и запуска подпрограммы «формирователь карт», см. рис. 30, 17, 18, 25.

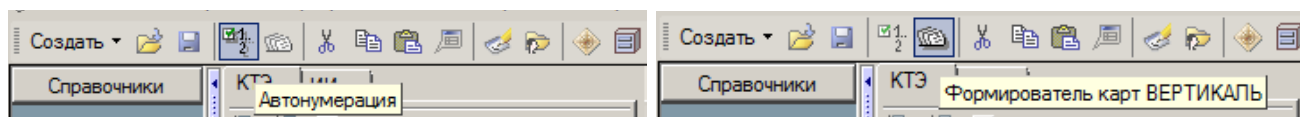


Рис. 30. Пиктограммы «Автонумерация», «Формирователь карт»

Далее идет группа из четырех пиктограмм: «вырезать, копировать, вставить, вставить символ». На рис. 31 изображены эти пиктограммы, а также клавиши, при нажатии которых осуществляются идентичные действия. На рис. 32 изображен интерфейс подпрограммы «вставить символ».

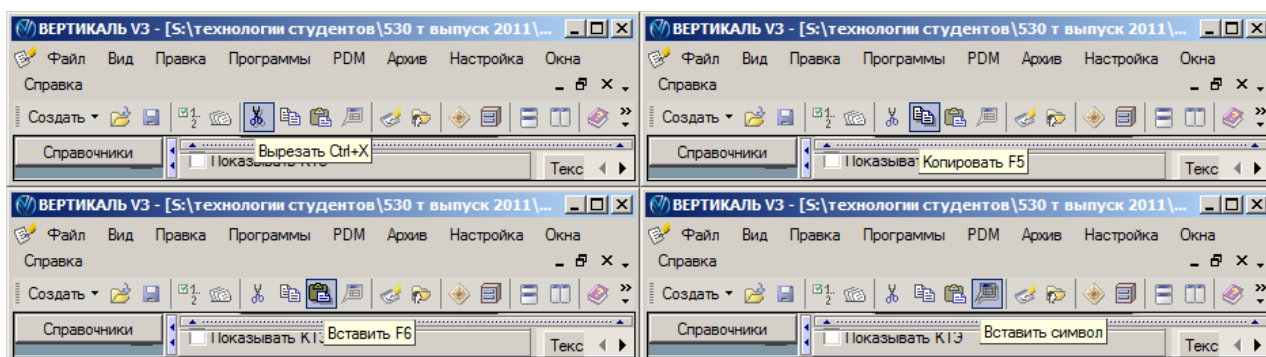


Рис. 31. Пиктограммы «вырезать, копировать, вставить, вставить символ»

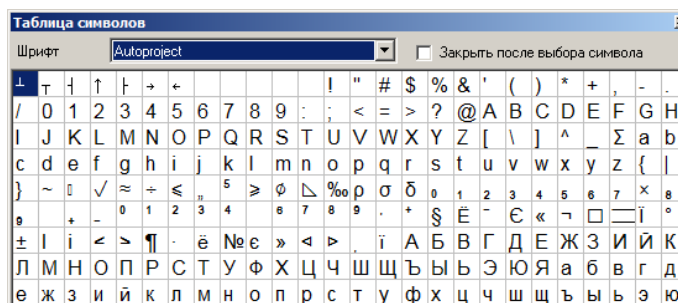


Рис. 32. Результат нажатия пиктограммы «вставить символ»

После кнопок «вырезать, копировать, вставить, вставить символ» идет группа из пиктограмм «Люцман-технолог» и «Электронный архив» (рис. 33).

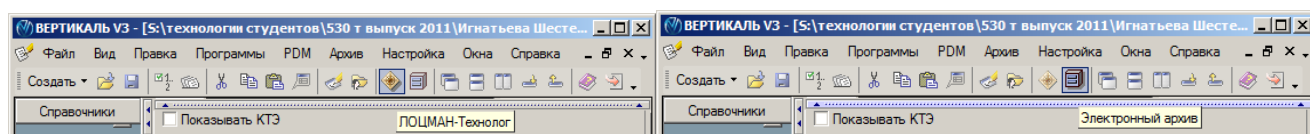


Рис. 33. Пиктограммы «Лоцман-технолог» и «Электронный архив»

Следующая группа иконок содержит команды из набора «Окна» основного меню программы. Данные кнопки предназначены для оптимизации отображения группы окон на экране: «каскад, мозаика горизонтальная и вертикальная, свернуть все, восстановить все» (рис. 34).

Последняя группа пиктограмм на инструментальной панели включает в себя команды: «помощь» и «выход». Первая вызывает помощник «Вертикаль», вторая выходит из технологии/программы (рис. 35).

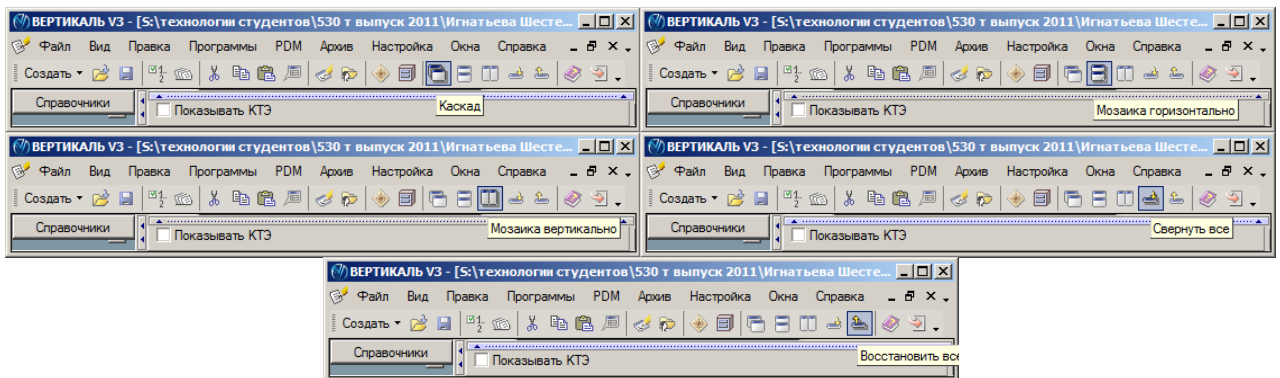


Рис. 34. Пиктограммы «каскад, мозаика горизонтальная и вертикальная, свернуть все, восстановить все»

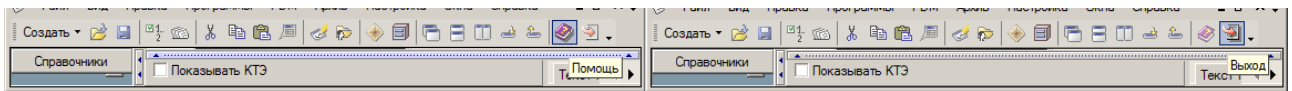


Рис. 35. Пиктограммы «помощь», «выход»

2. ФОРМИРОВАНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Формирование новой технологии изготовления детали начинается с создания нового документа и его сохранения (рис. 1, 2, 3, 6, 7). После этого необходимо нажать на вкладку «Атрибуты» в группе вкладок, находящихся правее дерева технологии, и внести туда соответствующие данные: фамилию разработчика, фамилию проверяющего, название детали, контрольные даты, указать материал детали (рис. 36).

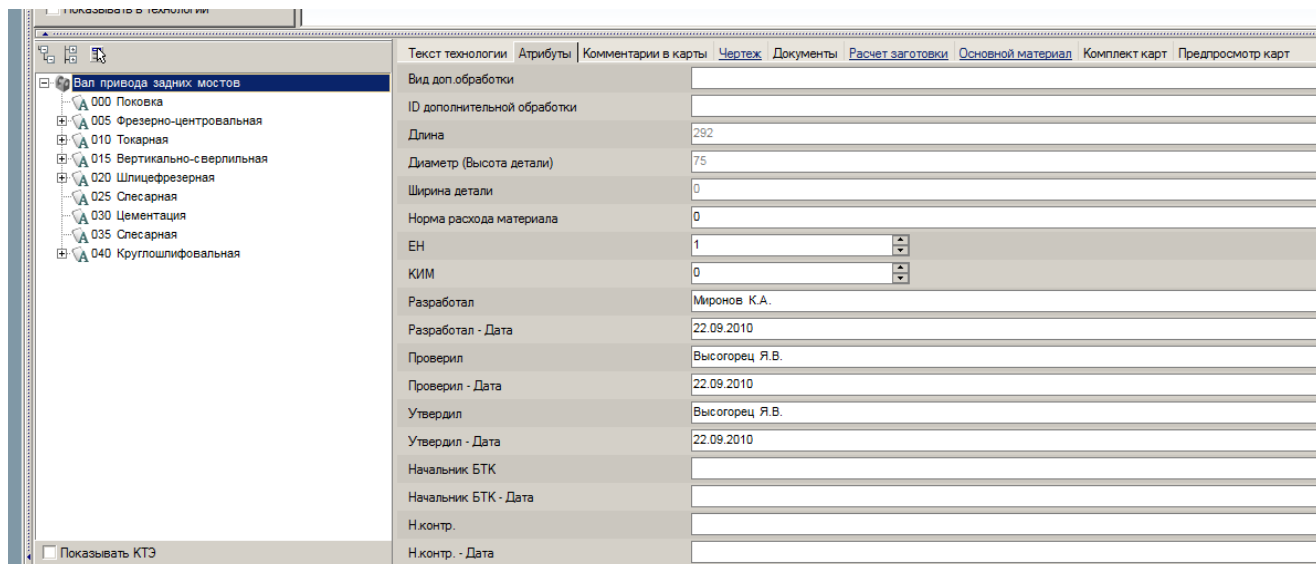


Рис. 36. Вкладка «Атрибуты»

2.1 Формирование дерева КТЭ

Под инструментальной панелью находится дерево КТЭ (рис. 37). Следующим шагом в формировании новой технологии является заполнение этого дерева.

Для того, чтобы добавить элемент КТЭ, необходимо создать либо открыть файл с технологией. После этого нажать на заголовок дерева КТЭ и нажать правую кнопку мыши (см. рис. 37). В появившемся окне можно выбрать один из трех пунктов: «добавить сочетание конструкторско-технологических элементов» (рис. 38), «добавить КТЭ» (рис. 39), «добавить извещение об изменениях».

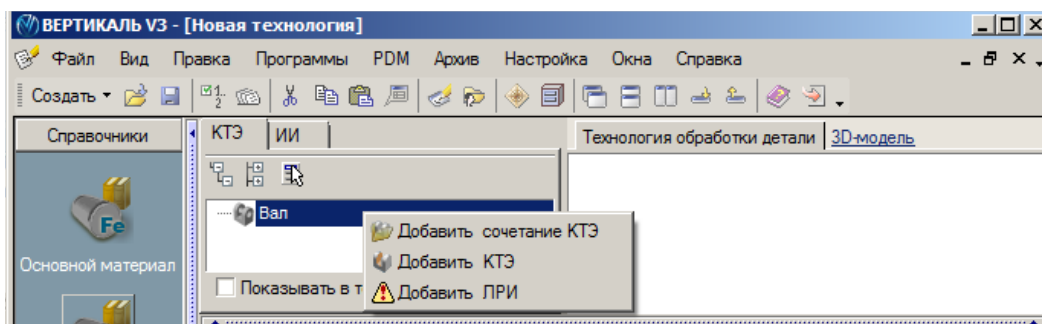


Рис. 37. Добавление элементов КТЭ

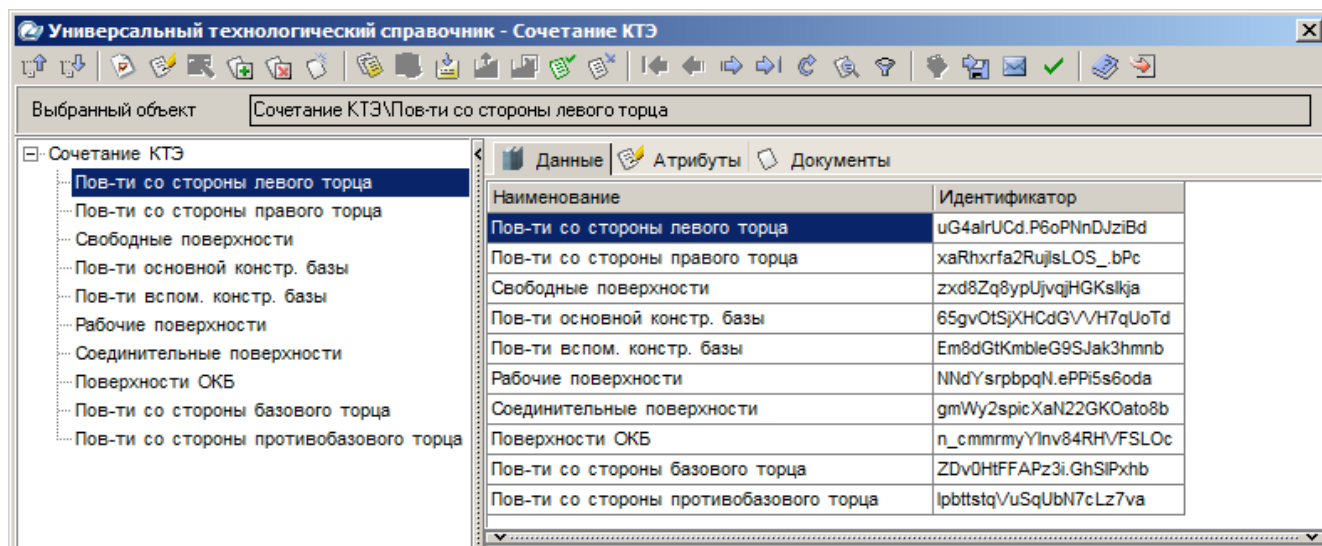


Рис. 38. Добавление элементов КТЭ

Деталь типа «тело вращения», представленную на рис. 19 можно разбить на три цилиндрические поверхности, которые в свою очередь содержат дополнительные поверхности: торцы, отверстия, резьбовые поверхности, шлицы, фаски, канавки для выхода шлифовального круга.

Для рассматриваемой детали сначала формируется структура дерева КТЭ для первого цилиндра: цилиндрическая поверхность, торцевая поверхность, шлицы, фаска, два отверстия с резьбой, канавка для выхода шлифовального круга (рис. 40-49).

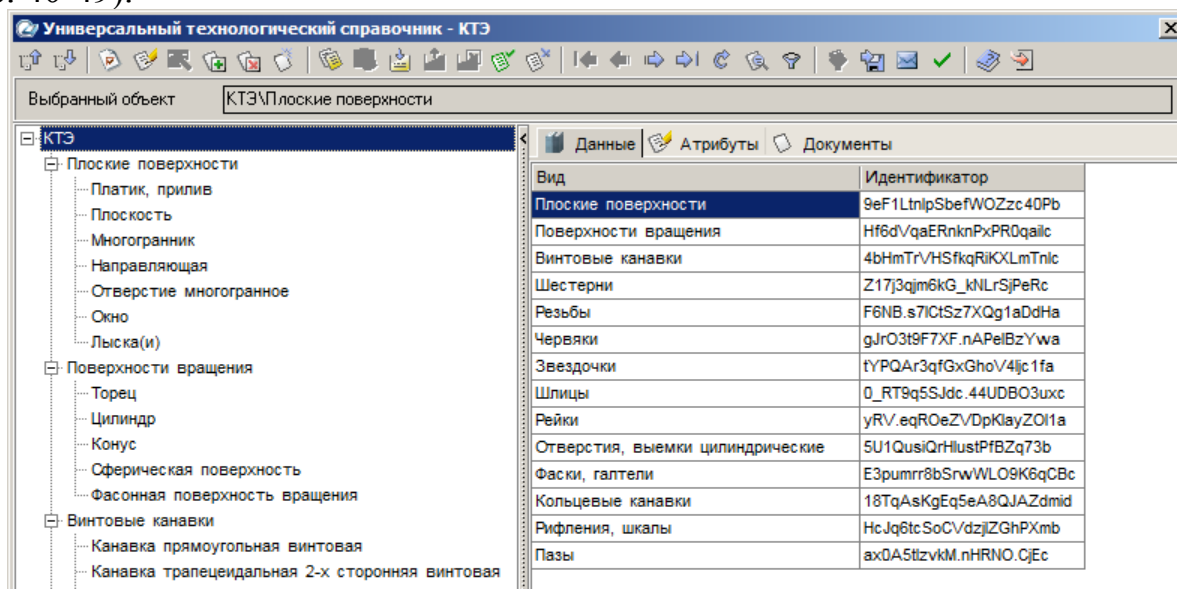


Рис. 39. Добавление элементов КТЭ

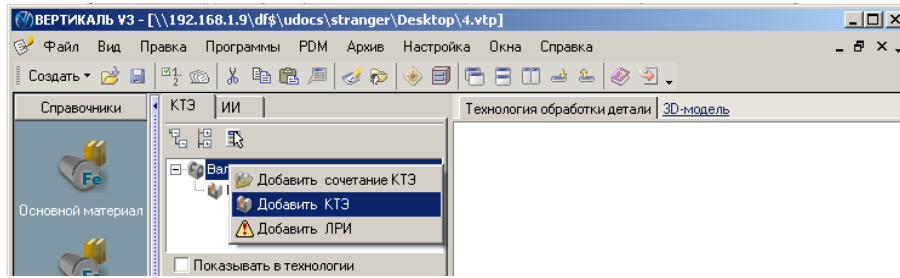


Рис. 40. Добавление элементов КТЭ. Шаг 1

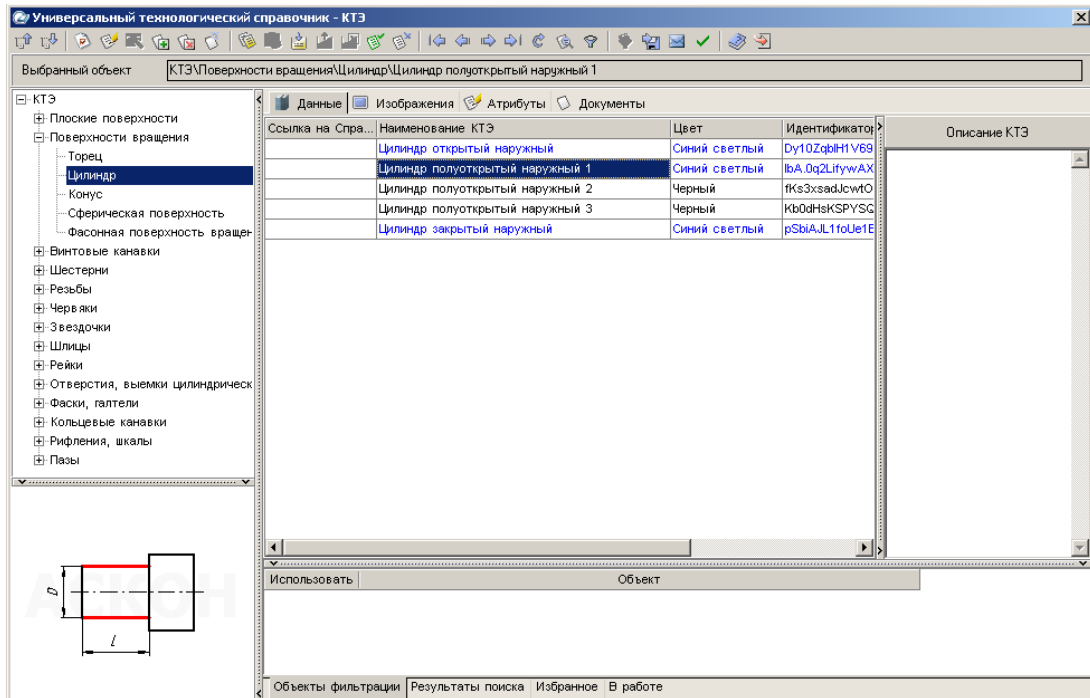


Рис. 41. Добавление элементов КТЭ. Шаг 2

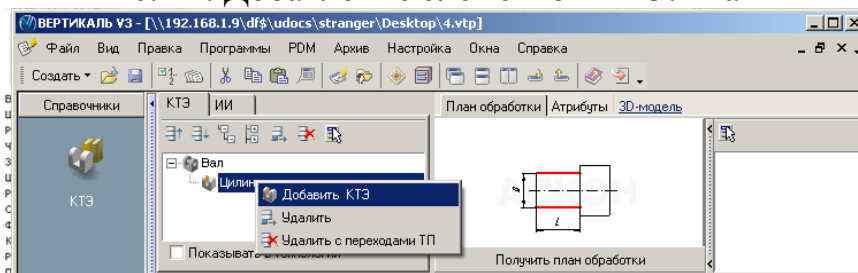


Рис. 42. Добавление элементов КТЭ. Шаг 3

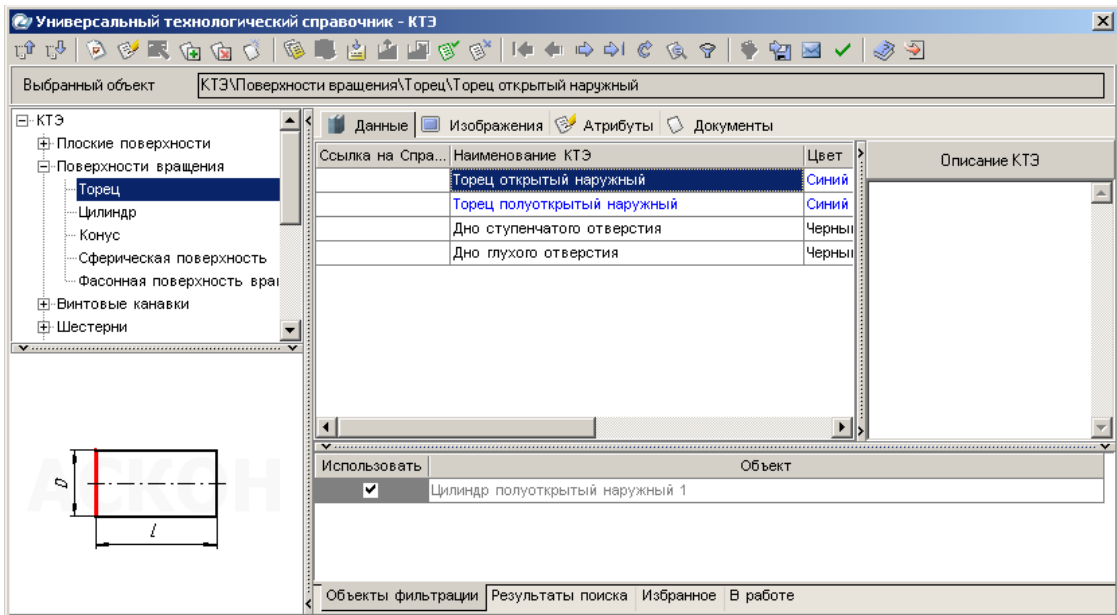


Рис. 43. Добавление элементов КТЭ. Шаг 4

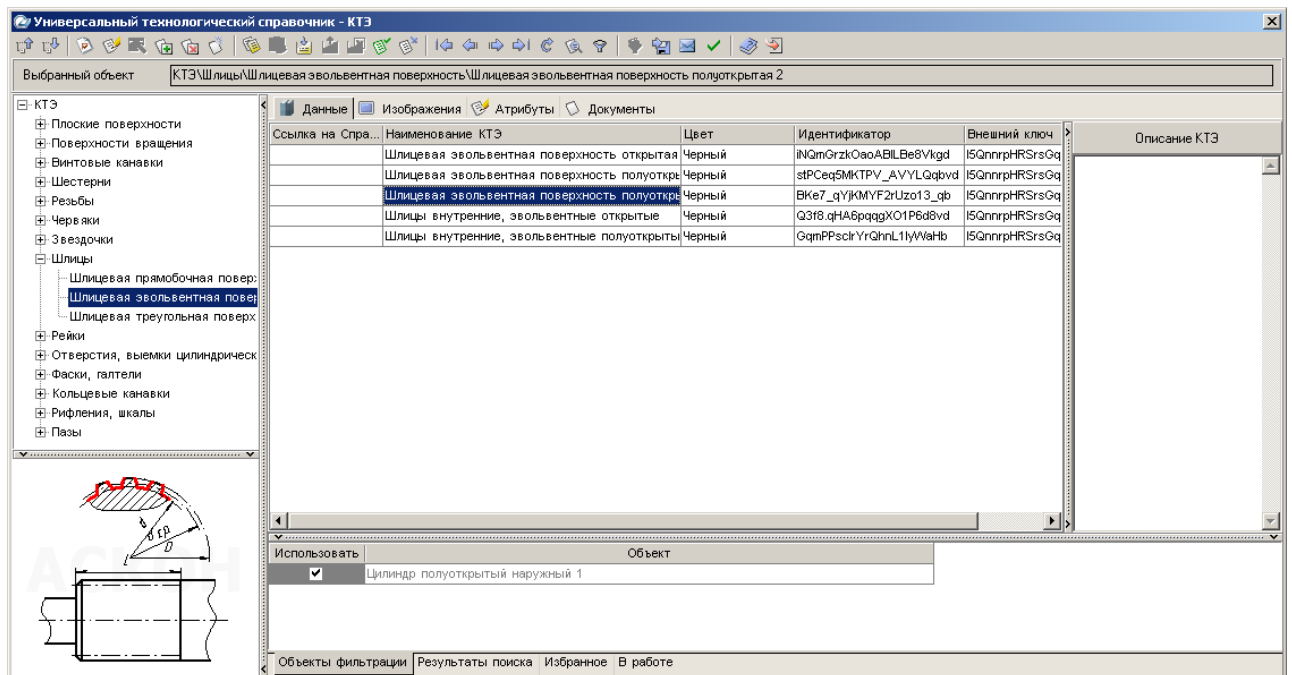


Рис. 44. Добавление элементов КТЭ. Шаг 5

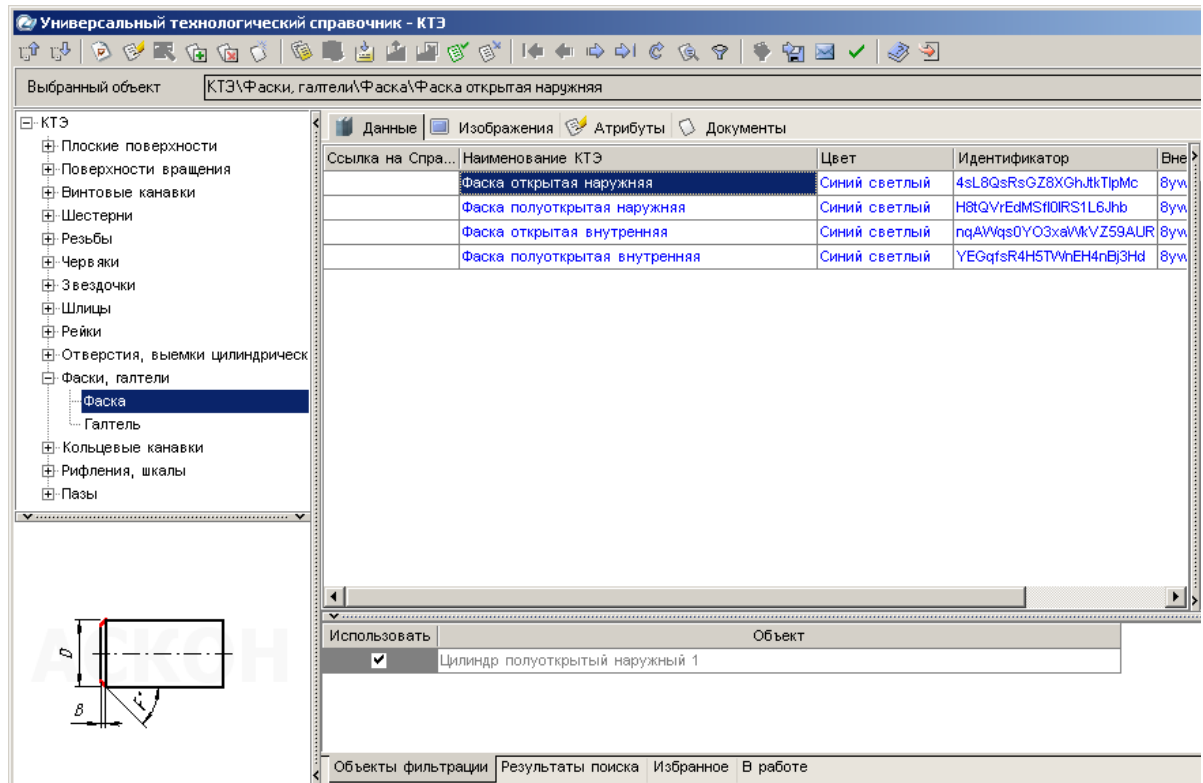


Рис. 45. Добавление элементов КТЭ. Шаг 6

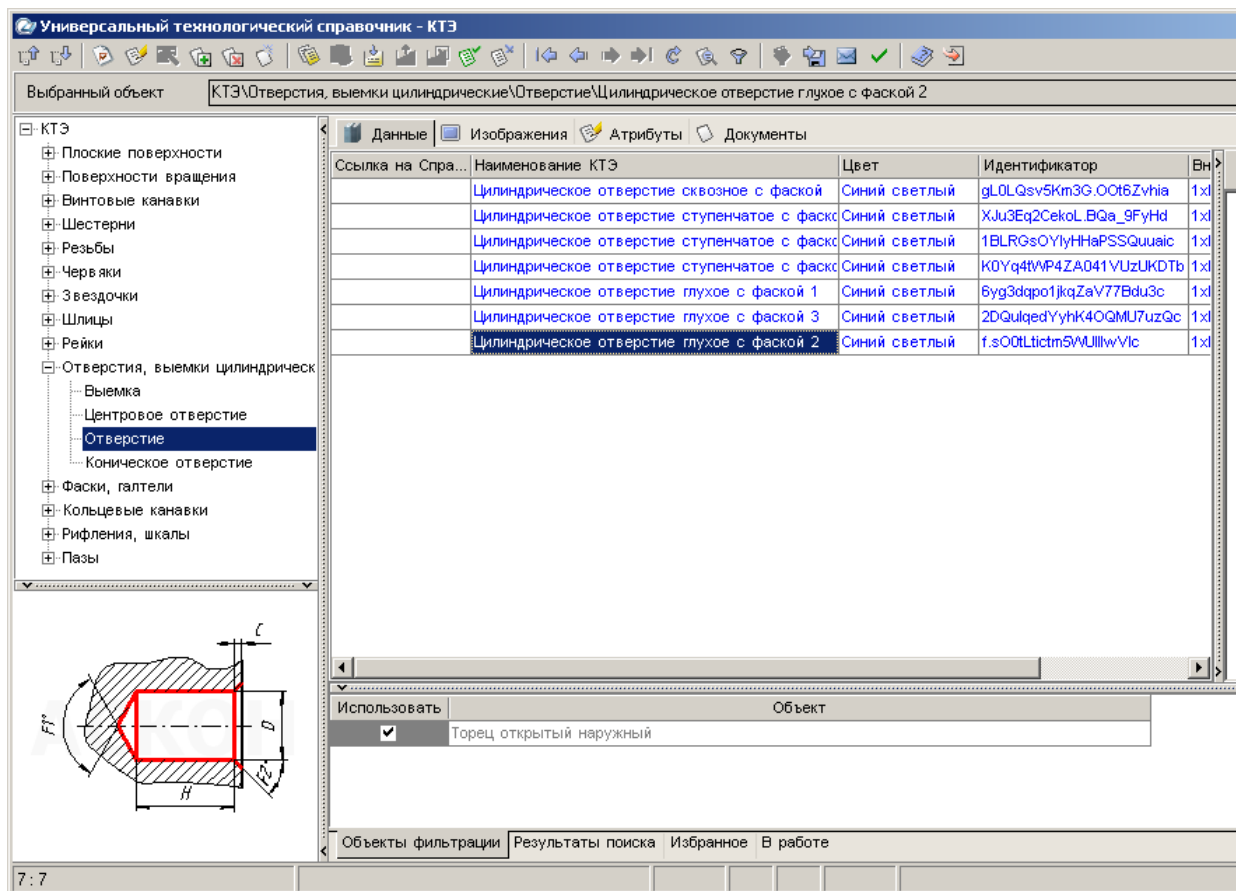


Рис. 46. Добавление элементов КТЭ. Шаг 7

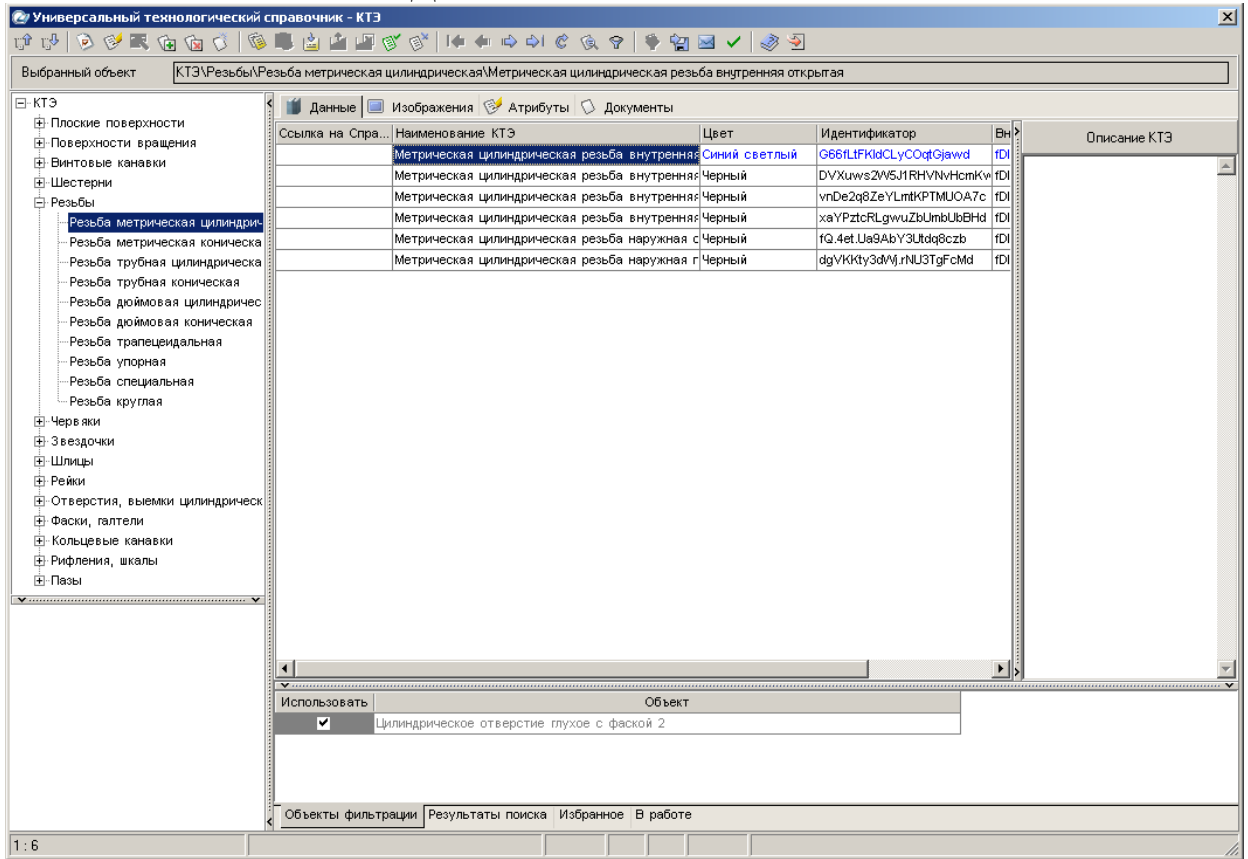


Рис. 47. Добавление элементов КТЭ. Шаг 8

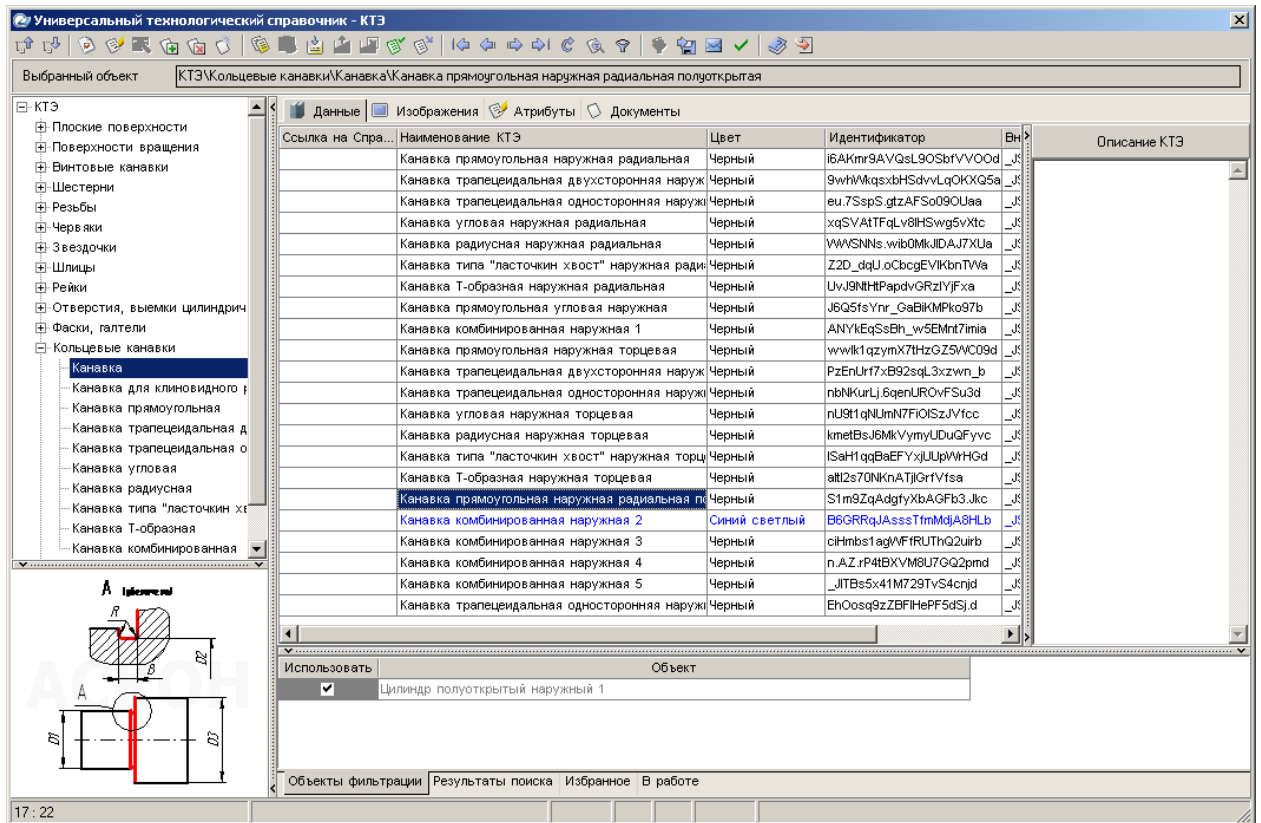


Рис. 48. Добавление элементов КТЭ. Шаг 9

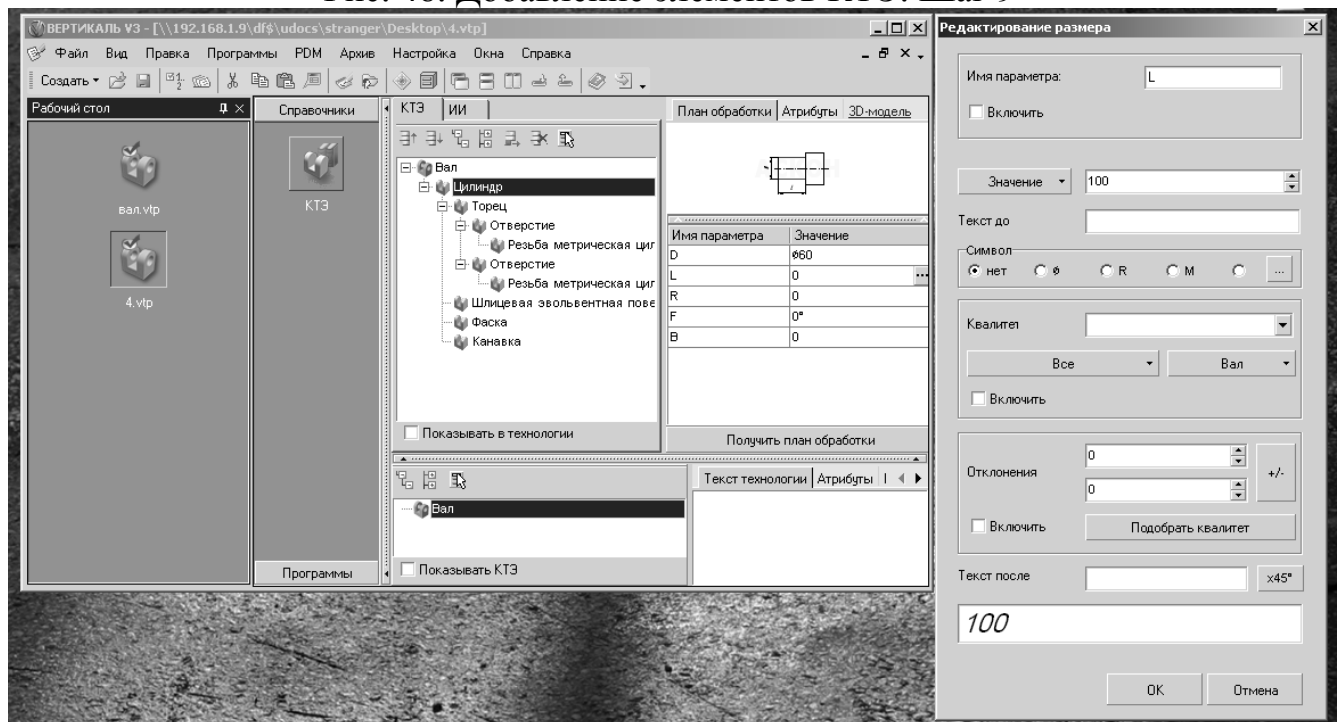


Рис. 49. Добавление элементов КТЭ. Шаг 9. Добавление размеров

В итоге получается дерево КТЭ для первого цилиндрического участка в виде структуры, представленной на рис. 49. Второе отверстие, идентичное первому, получено при помощи операции копировать - вставить (Ctrl + C, Ctrl + V).

После формирования дерева, или во время его формирования, для всех элементов КТЭ заполняются поля с основными размерами (см. рис. 49). Далее в дереве описываются все остальные поверхности (рис. 50). При составлении дерева необходимо придерживаться иерархии (например: резьба находится в отверстии, которое находится на торце, который находится на цилиндре) — это обеспечит лучшую читаемость дерева.

Далее происходит привязка элементов дерева КТЭ к технологии. Это осуществляется двумя способами: либо из дерева КТЭ нажатием кнопки «Получить план обработки» вызывается приложение для выбора маршрута обработки данной поверхности из заложенных в «Вертикаль» (рис. 51), либо технологический переход из дерева ТП вручную переносится с нажатой левой кнопкой мыши (механизм drag and drop) на соответствующий элемент КТЭ (рис. 52).

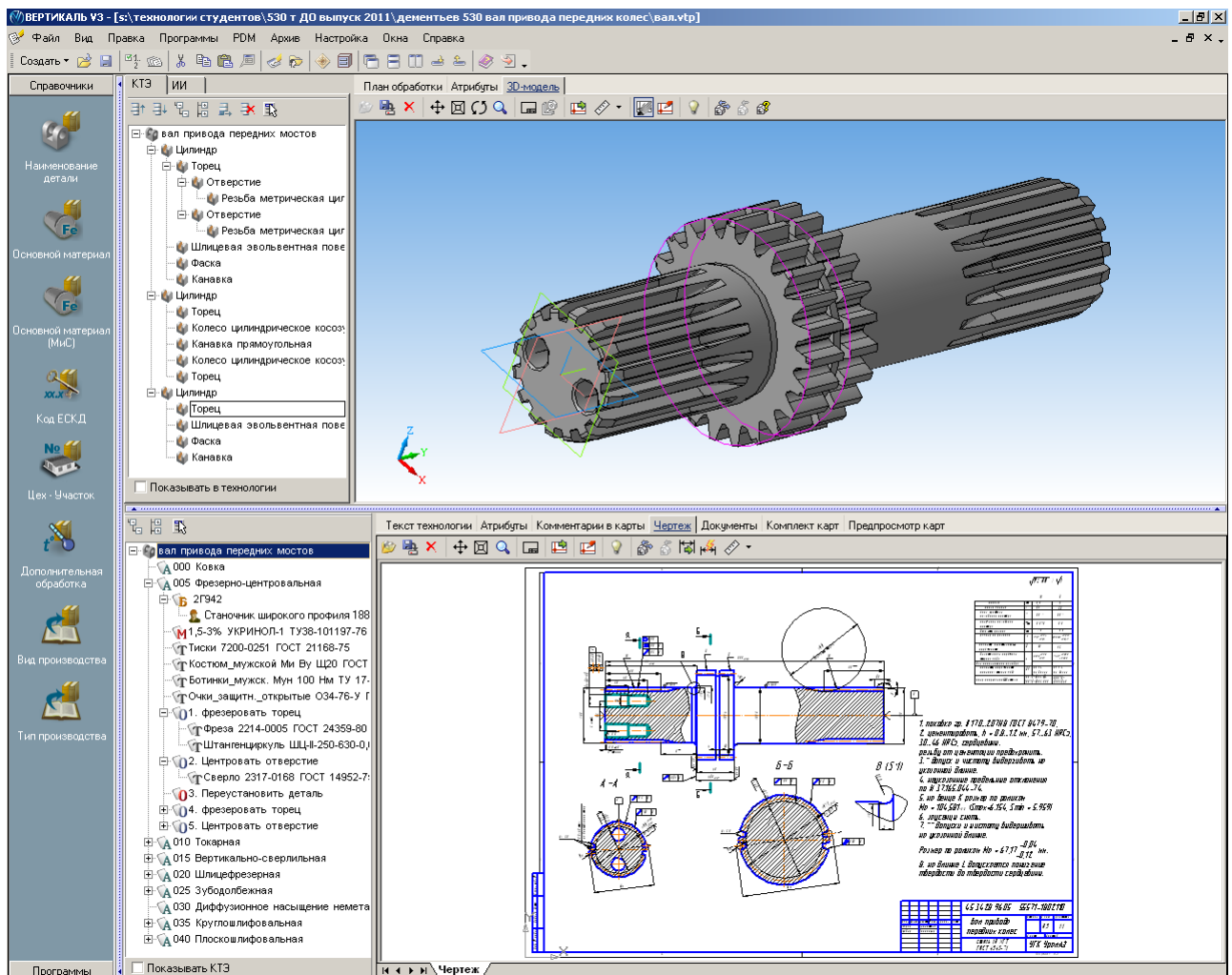


Рис. 50. Заполненное дерево КТЭ

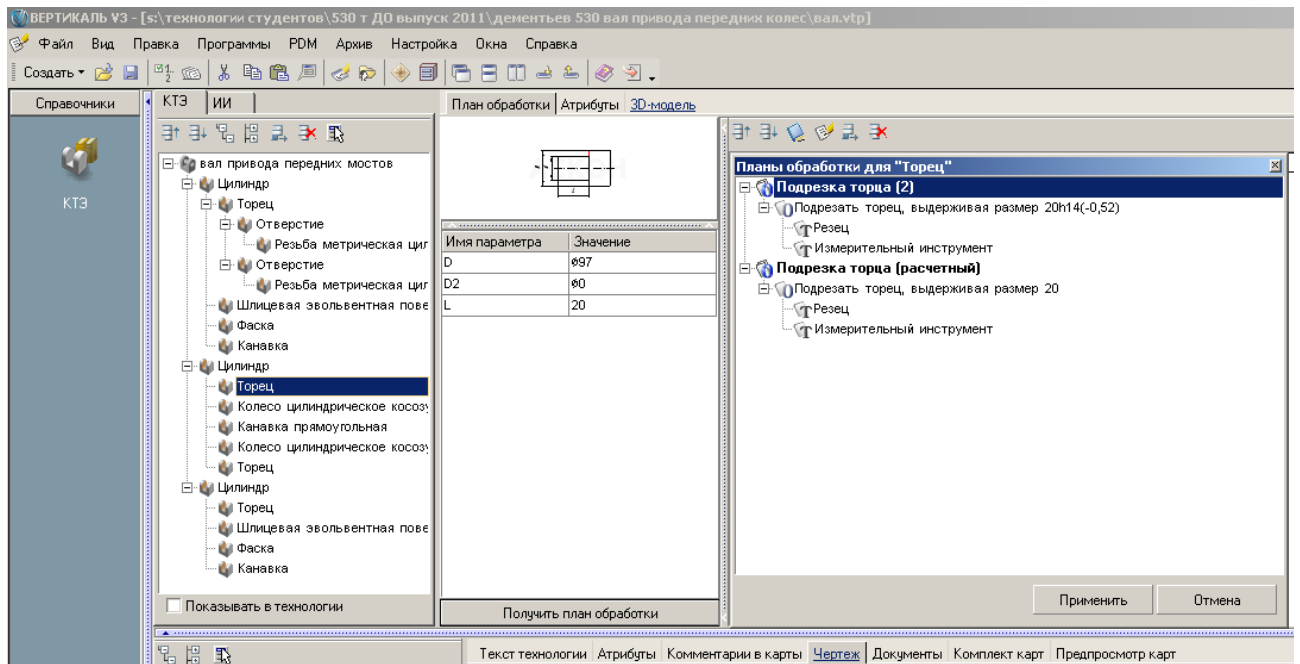


Рис. 51. Выбор маршрута обработки из «Вертикаль»

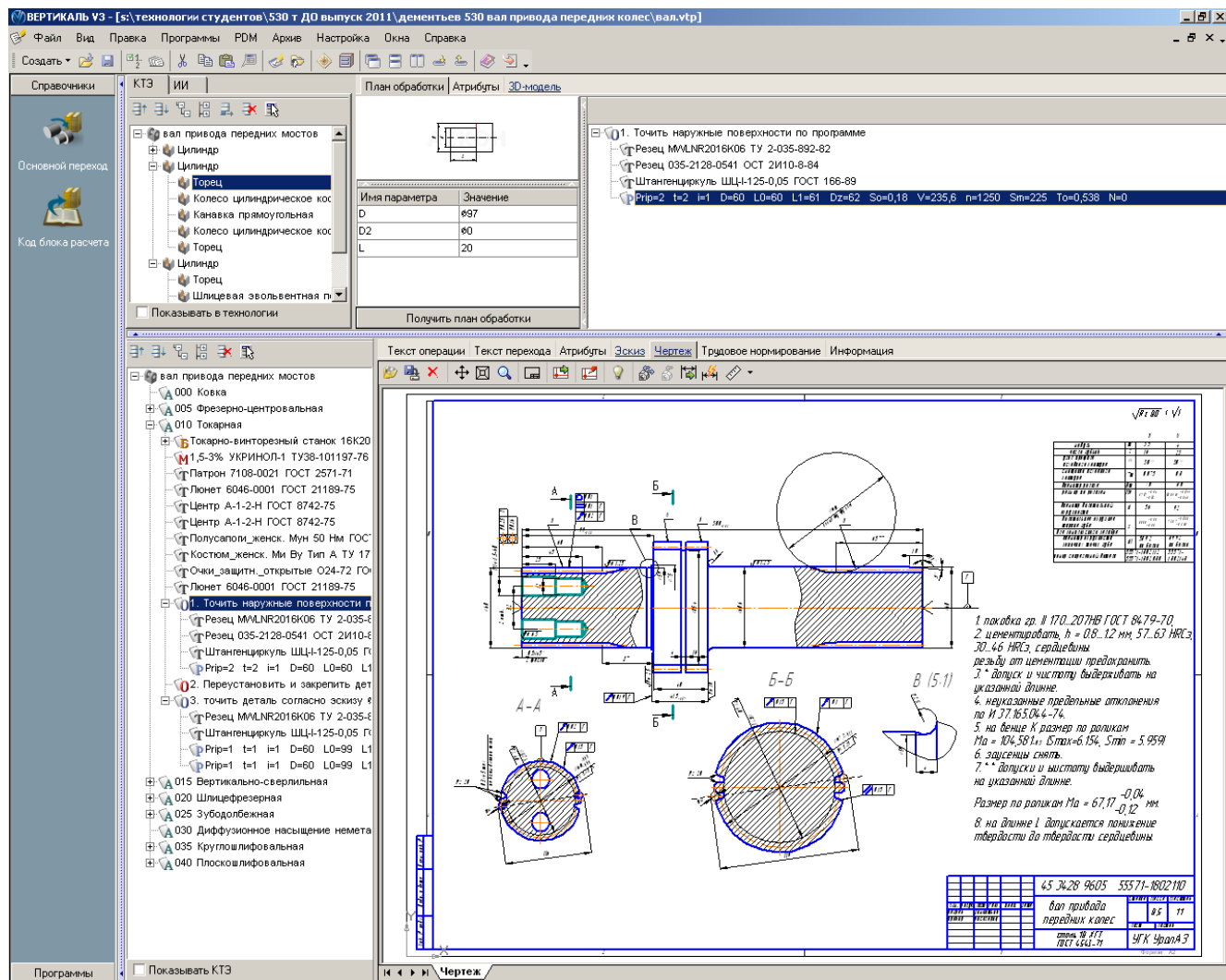


Рис. 52. Привязка основных переходов ТП к элементам дерева КТЭ

2.2 Формирование дерева ТП

После описания структуры КТЭ, формируется дерево, в котором отражается маршрут технологического процесса и технологический состав операций (станок, приспособление, режущий и измерительный инструмент, СОЖ, СИЗ, режимы резания и т.д.) — дерево ТП.

В качестве примера взята работа по курсу САПР ТП студентки Игнатъевой Татьяны, специальность «Технология машиностроения» выпуск 2011 г.

Проектирование любой технологии изготовления детали начинается с чертежа этой детали, который технолог получает, например, из конструкторского бюро.

В данном примере будет рассмотрена технология изготовления детали «Вал ведущей шестерни», чертеж которой представлен на рис. 53. На современных ма-

шиностроительных предприятиях вместе с чертежом детали конструктор, как правило, предоставляет технологу трехмерную модель (рис. 54)

После этого заполняется дерево КТЭ (см. раздел 2.1, рис. 55).

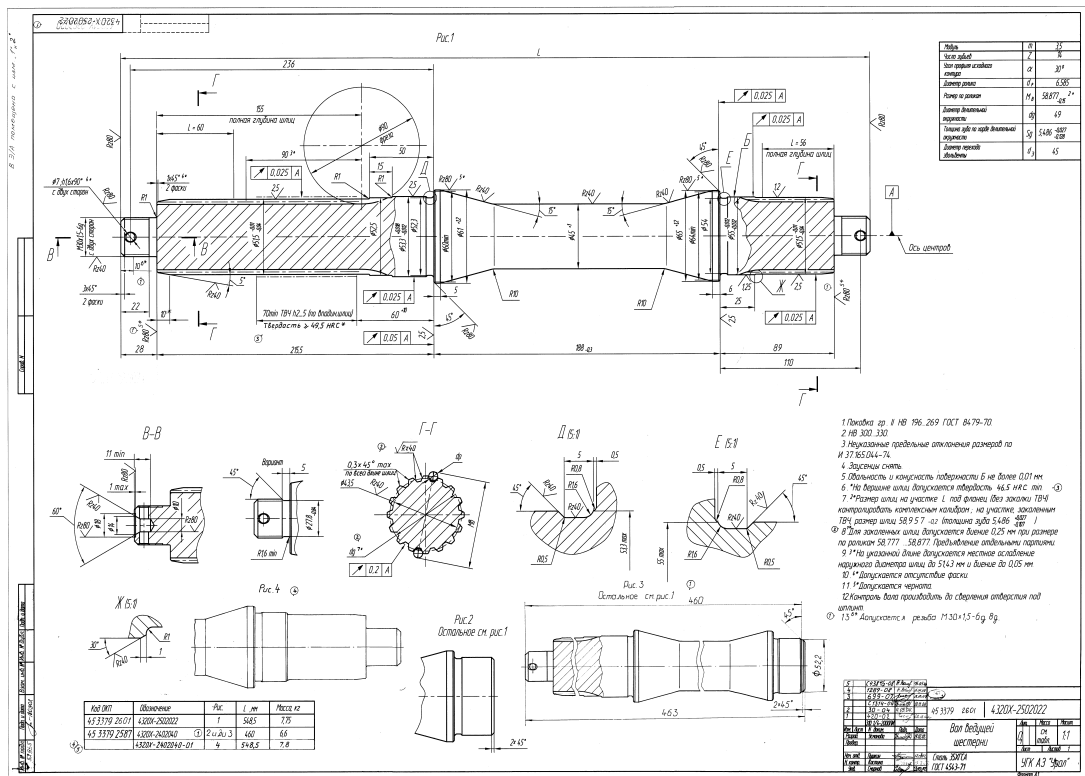


Рис. 53. Чертеж детали

Рис. 54. 3D-модель детали

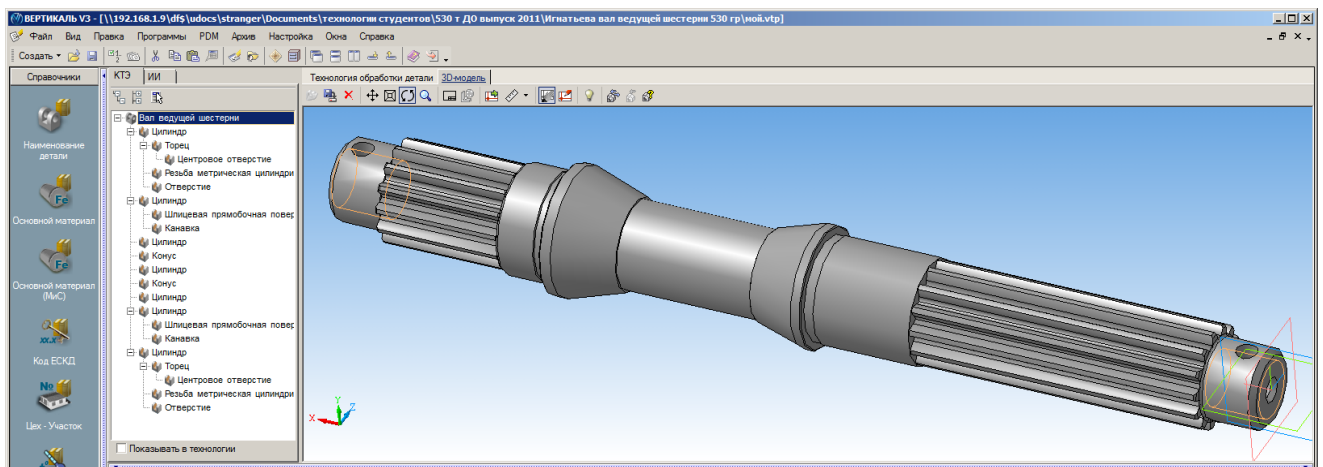


Рис. 55. Заполнение КТЭ, прикрепление к технологии 3D-модели

Для того, чтобы добавить в КТЭ трехмерную модель детали, как это показано на рис. 55, необходимо нажать на вкладку «3D-модель». После этого — нажать на инструментальной панели данной вкладки первую кнопку (с желтой открывающейся папкой) и указать расположение файла с трехмерной моделью на компьютере. Остальные элементы инструментальной панели вкладки «3D-модель» предназначены для управления, редактирования и др. операций с моделью (рис. 56)..

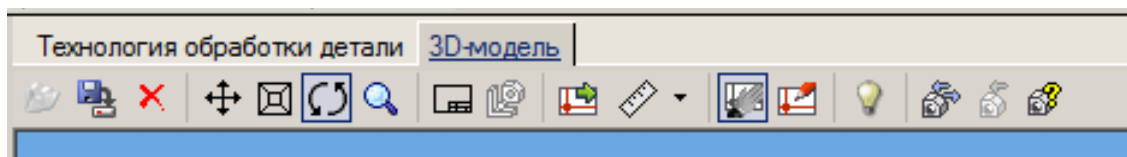


Рис. 56. Инструментальная панель вкладки «3D-модель»

После того, как сформировано дерево КТЭ, добавлена «3D-модель», заполнены атрибуты текущей технологии, формируется маршрут технологического процесса изготовления детали.

Для формирования маршрута следует нажать правой кнопкой мыши на заголовке дерева ТП (рис. 57) и выбрать единственный доступный пункт меню — «добавить операцию». При нажатии откроется универсальный технологический справочник (УТС) (рис. 58). Работа с УТС будет рассмотрена в данном методическом пособии ниже.

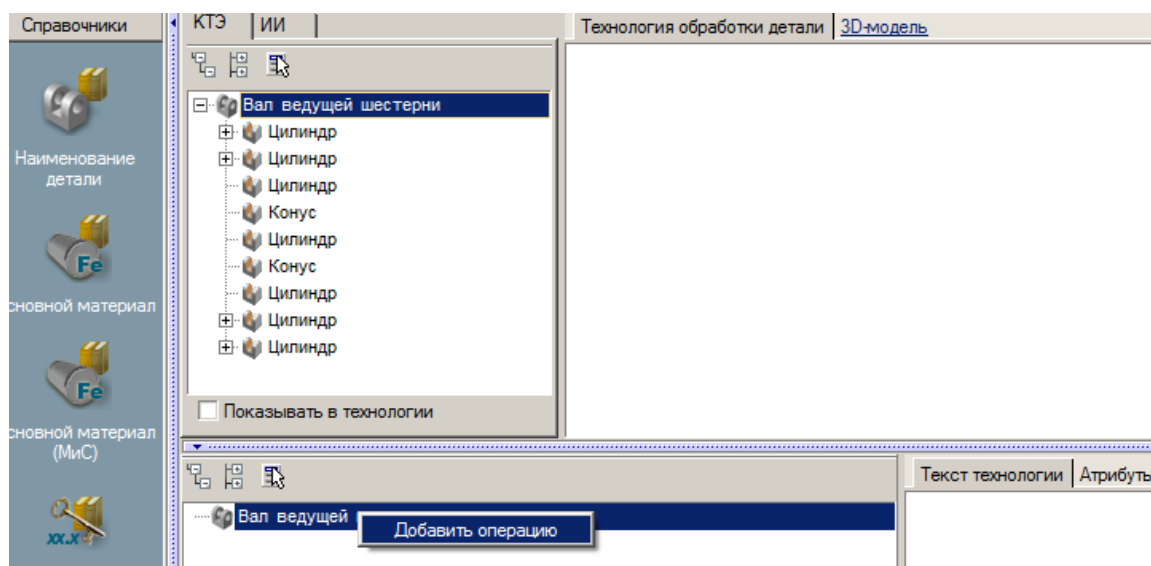


Рис. 57. Добавление элементов дерева ТП

Первая операция в любом технологическом процессе изготовления детали — заготовительная. В качестве заготовок для валов рекомендуется использовать поковки либо прокат, в данном примере оптимальный вид заготовки — поковка (рис. 59).

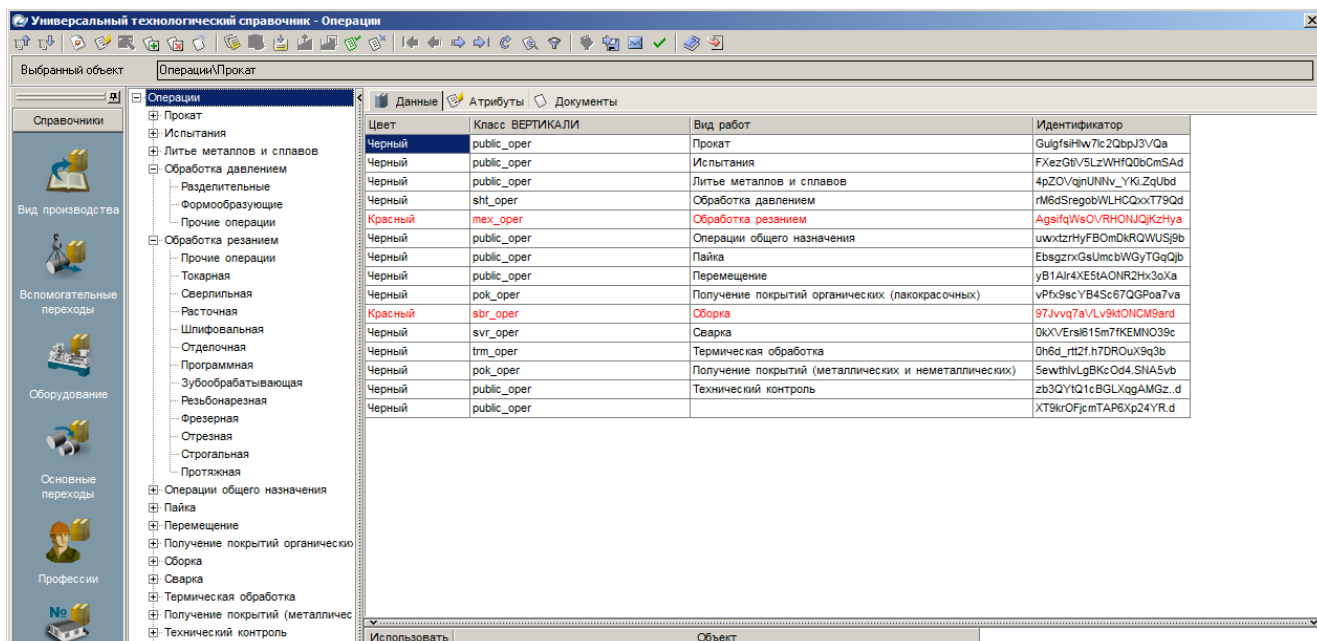


Рис. 58. Выбор операций из УТС



Рис. 59. Формирование дерева ТП. Выбор заготовительной операции

По умолчанию «Вертикаль» присваивает первой операции номер «005», однако для заготовительной операции рекомендуется использовать номер «000». Данная корректировка производится с помощью операции: «Основное меню - Настройка – Автономумерация» (рис. 60).

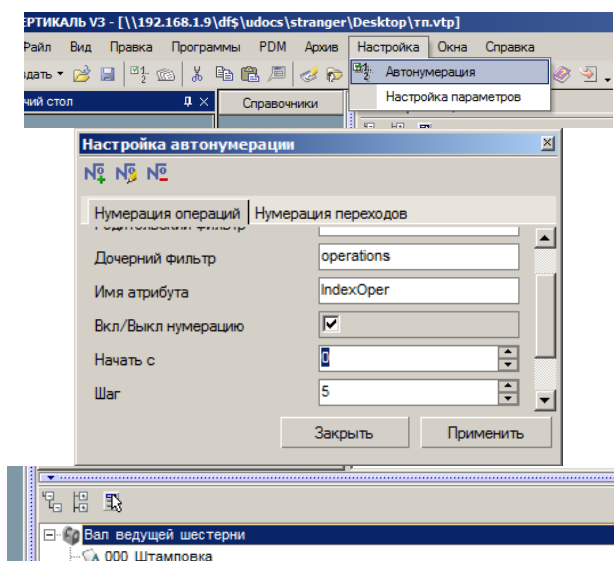


Рис. 60. Корректировка номера первой операции

Далее аналогично выбираются следующие операции по тех. процессу (рис. 61).

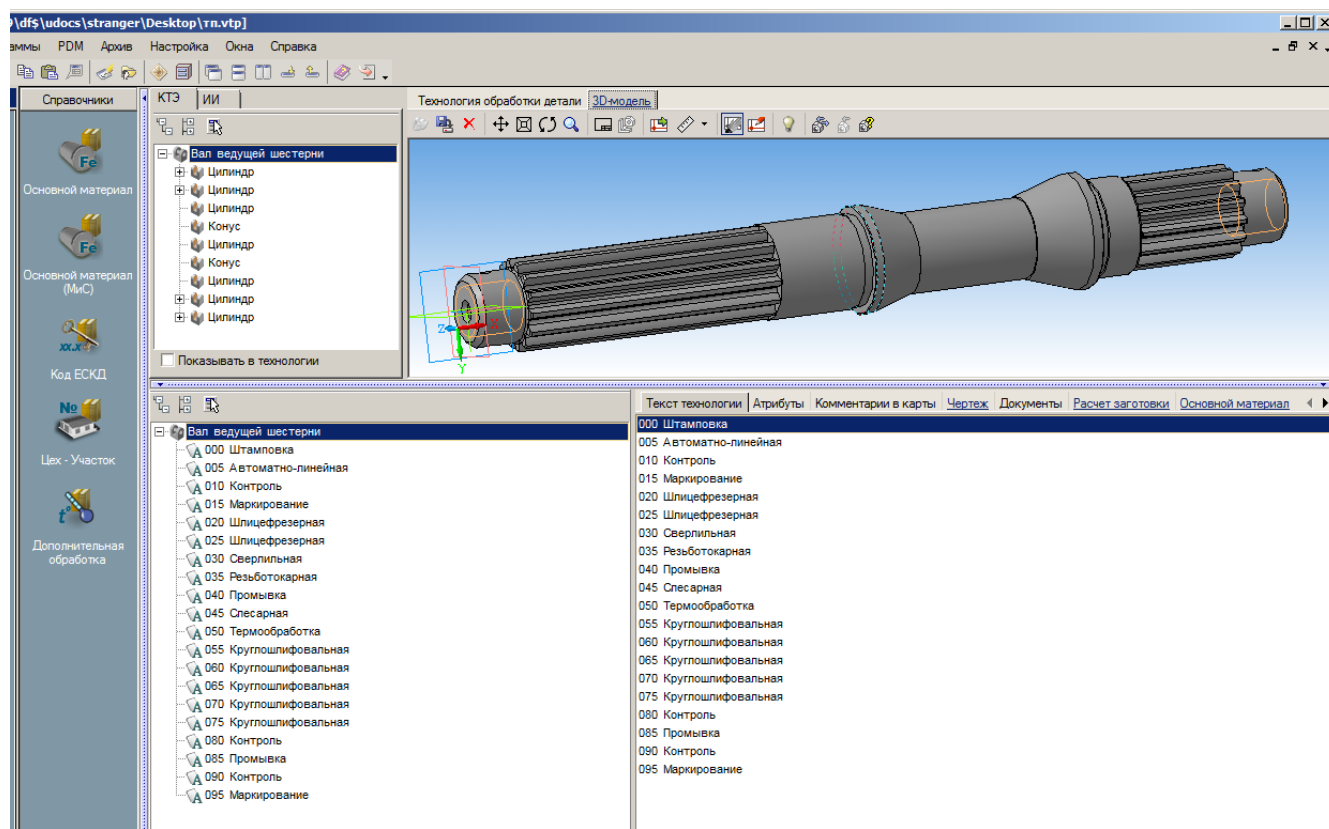


Рис. 61. Формирование маршрута ТП

После формирования маршрута ТП каждая операция описывается более детально — выбираются элементы системы СПИД, СОЖ, СИЗ и др. Однако перед этим для удобства работы следует добавить в технологию чертеж детали.

Для этого необходимо нажать на вкладку «чертеж» (расположена правее дерева ТП, рис. 62), нажать на инструментальной панели данной вкладки первую кнопку (с желтой открывающейся папкой) и указать расположение файла с чертежом на компьютере. Остальные элементы инструментальной панели вкладки «чертеж» предназначены для управления, редактирования и др. операций с моделью. Добавлять можно файлы форматов «*.cdw — компас-чертеж, *.frw компас-фрагмент, *.bmp, *.jpg, *.emf — растровые изображения».

Для добавления элементов технологических операций следует нажать правой кнопкой на редактируемую операцию в дереве ТП. Справа появится контекстное меню с технологическими элементами (рис. 63).

Из данного меню необходимо выбрать станок, текст основного перехода / основных переходов, вспомогательные переходы, режущий инструмент, измерительный инструмент, приспособления, СИЗ, СОЖ (рис. 64-67).

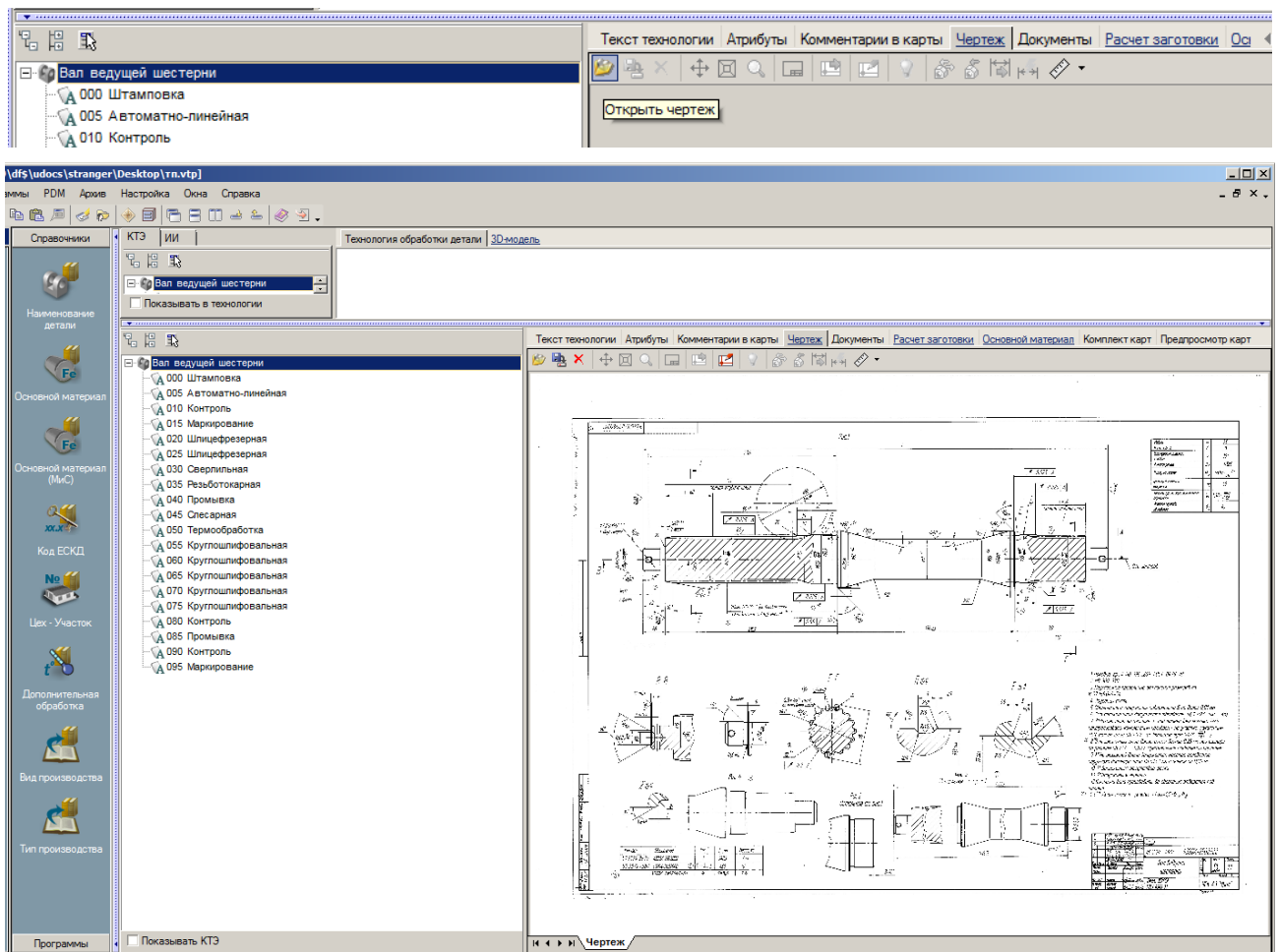


Рис. 62. Добавление чертежа в технологию

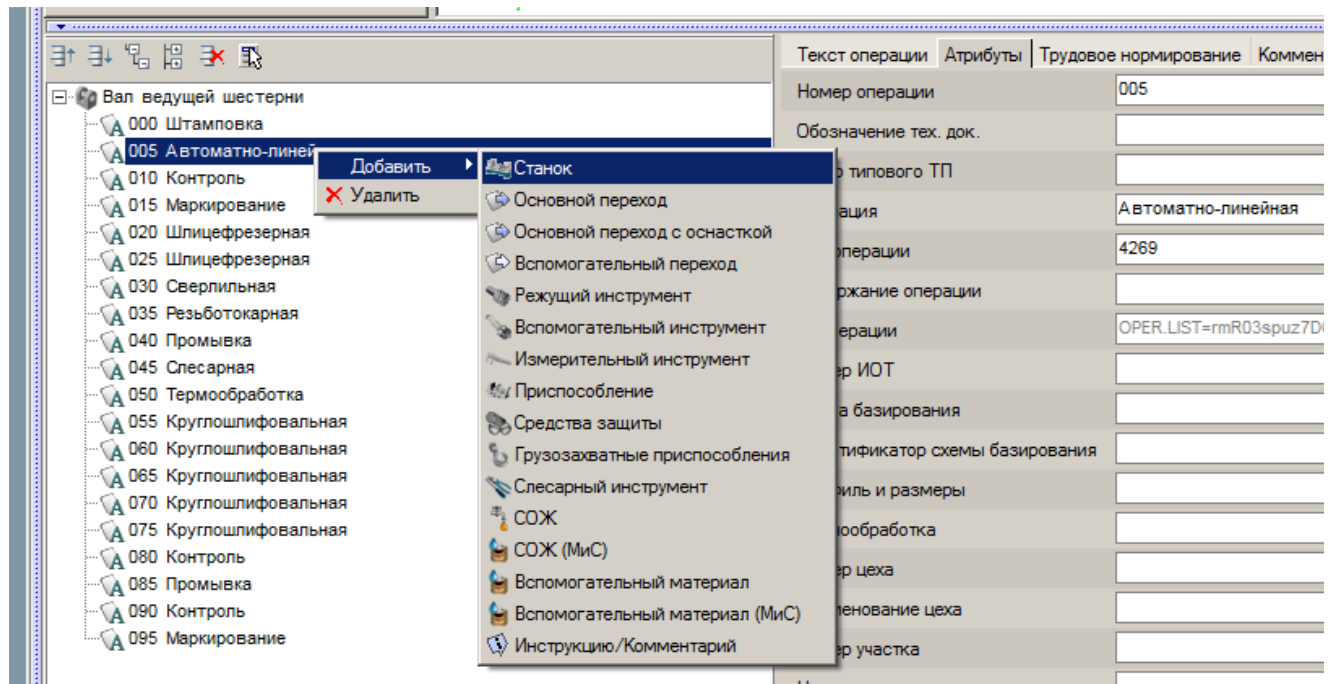


Рис. 63. Формирование технологической операции

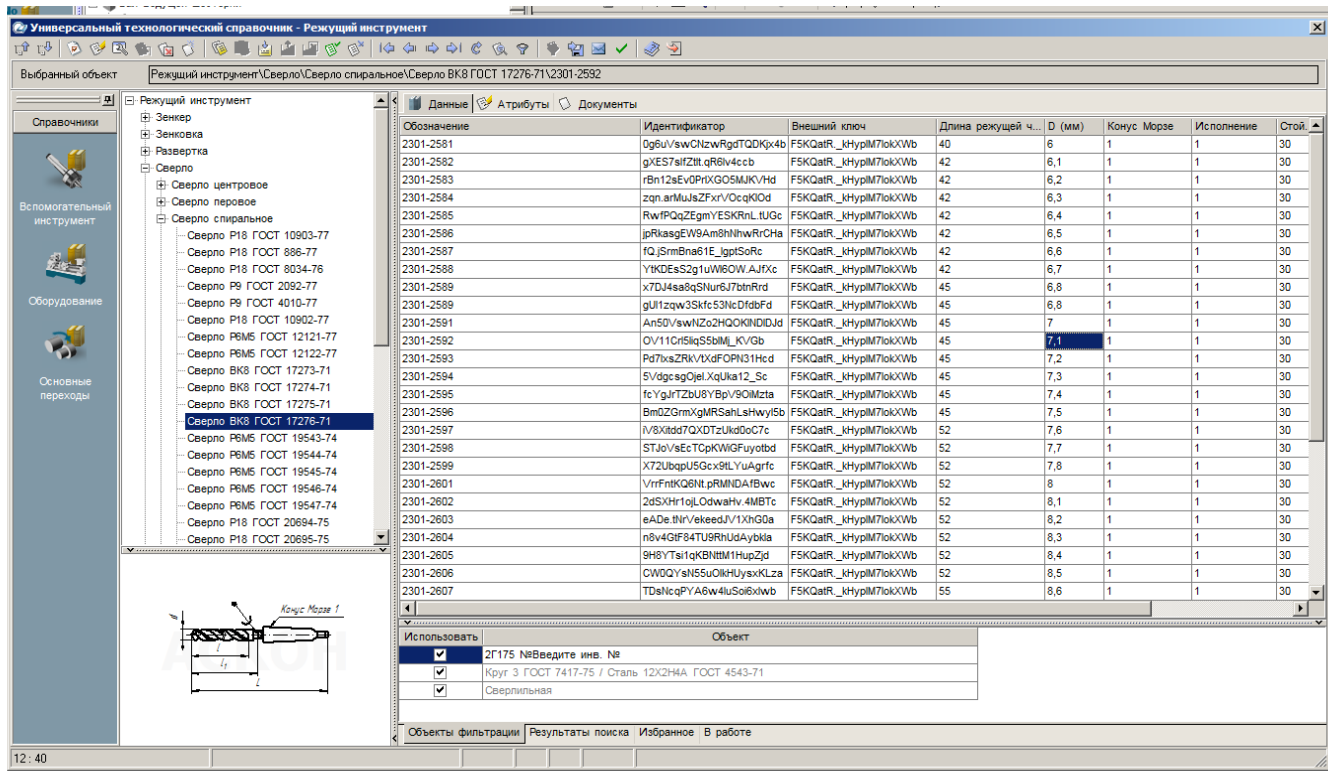


Рис. 64. Выбор режущего инструмента из справочника

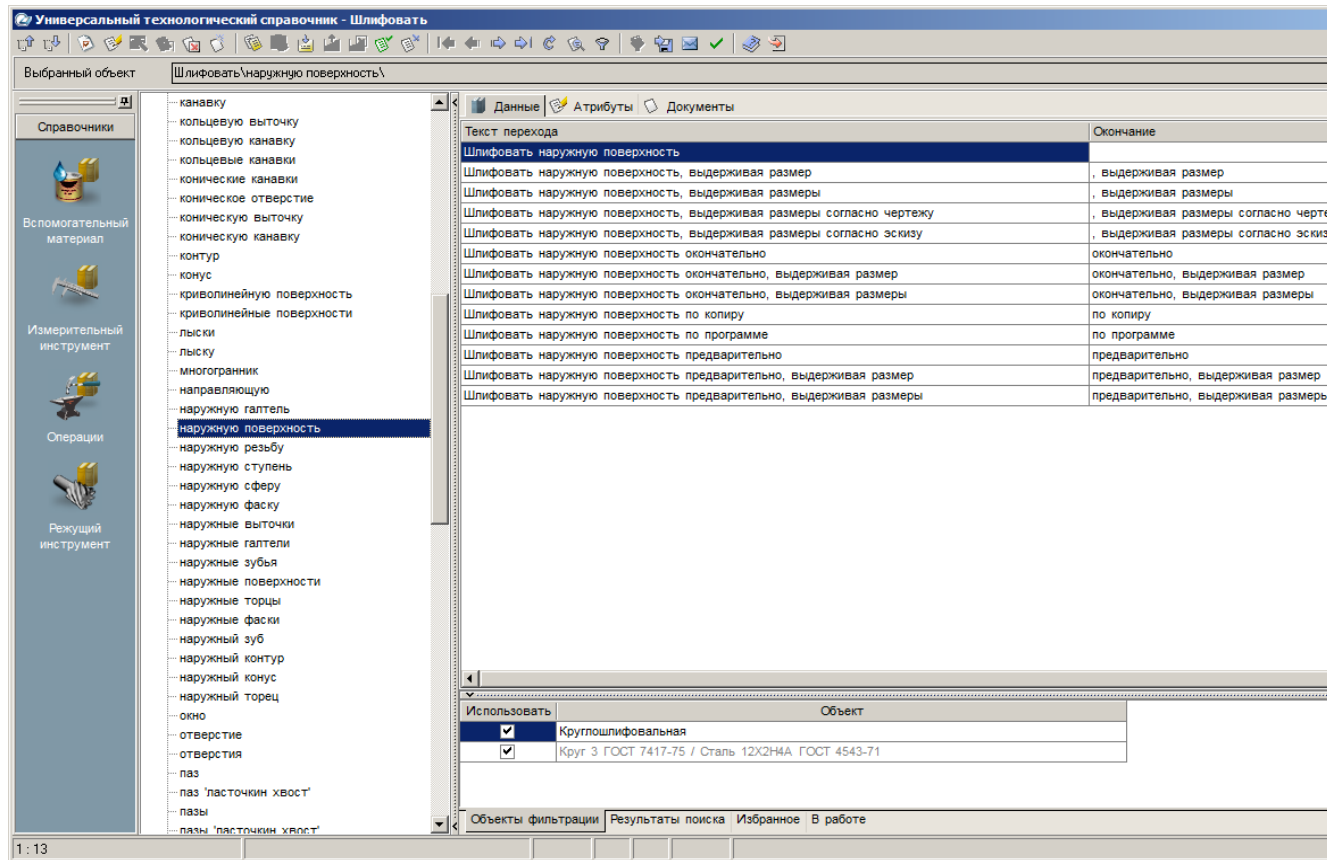


Рис. 65. Выбор текста основного перехода из справочника

Универсальный технологический справочник - СОЖ

Выбранный объект: СОЖ\Эмульсии из эмульсол\1.5-3% УКРИНОЛ-1

СОЖ	Обозначение	Код СОЖ	Расход СОЖ (л/мин)	Идентификатор	Внешний ключ
1.5-3% УКРИНОЛ-1	TU38-101197-76	1		f4bV4sm2w1DxE8MvviBBNc	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
3-5% УКРИНОЛ-1	TU38-101197-76	1		L_P2i3n4cYnkMB7YxSb	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
7-10% УКРИНОЛ-1	TU38-101197-76	1		cuD4rGZcKK22PTu.M8Vod	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
16-20% УКРИНОЛ-1	TU38-101197-76	1		eHcYsXQZ22ruArMRE3L5b	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
3-5% АКВОЛ-2	TU38-YCCP-201220-75	1		GYzn_qeB4JmCbTZyw.jRc	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
7-10% АКВОЛ-2	TU38-YCCP-201220-75	1		i9L_btsLyKALcSqQ81Gd	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
5-10% ИХЛ-459	TU38-101581-75	1		zDM8q9NV8uhJ_UV.Pb7pcd	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
5-10% РЗ-СДЖ8	TU38-101258-74	1		wPrHtmNPqQpH6GN0b1cc	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
3-5% НГЛ-205	TU38-1-242-69	1		_WDsetYoGeEa8TE4QU3vc	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
5% ОДМУ-2	MPTU38-1-258-67	1		HxBqtrCal_q2COP1vnCib	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
5% Э-2	ГОСТ 1975-75	1		hAds3rSOWhYqANK2kdD8kb	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
10% Э-2	ГОСТ 1975-75	1		J2nyZs7hahoyVwvx2vZdc	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
5% ЭТ-2	ГОСТ 1975-75	1		TQfppqU4IV_YA6NkvkNlca	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
10% ЭТ-2	ГОСТ 1975-75	1		MKFArmmwnU4gaKUX5hA6bb	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
5% ЭГК	ГОСТ 1975-75	1		OF4Kzr7r99aZieNzKzSP4ob	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
10% ЭГК	ГОСТ 1975-75	1		_8fJQeS2mYs2VMZFYI2b	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
5-7% Т	ГОСТ 1975-75	1		y9Yf6qHP.z4saMZZdpe7b	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
7-10% НСК-5	ГОСТ 1975-75	1		f4rtwqx7Fam42mbXRxcmb	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
5-10% ИХЛ-459	ГОСТ 1975-75	1		vsCr1qLUSeilc_N9Gj4zJc	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
5-10% ИХЛ-118Э	ГОСТ 1975-75	1		z_BktrhVE_9hANOMqjEWic	IO78At.ev6NmHGEMOKPud
5% ЭМ/С	TU38-1-242-69	1		eU5Sgtgb1EMV.RDQM80PJa	IO78At.ev6NmHGEMOKPud

Рис. 66. Выбор СОЖ из справочника

Режущий инструмент

Программы

Показывать КТЭ

Текст операции | Атрибуты | Информация | Эскиз | Чертеж

Номер инструмента: 0

Наименование: Сверло

Обозначение: 2301-0001

ГОСТ или ТУ: ГОСТ 10903-77

Групповой код РИ:

Марка материала режущей части: P18

Количество переточек: 5

Стойкость, мин: 30

Норма расхода, шт.: 0

ID: RI.TYPESIZE=JMWTrnrUte8U97_TxaQ5

Количество: 1

Wx: 0

Wy: 0

Wz: 0

Корректируемый размер: 0

Номер корректора:

Вал ведущей шестерни

- 000 Штамповка
- 005 Автоматно-линейная
- 010 Контроль
- 015 Маркирование
- 020 Шлифрезерная
 - MP 7
 - Приспособление УИ-2319
 - калибр комплексный Мв-11805
 - скоба индикаторная 17Му-6551
 - кольцо шлицевое 17Му-6551/30
 - Хомутик хомутик Бр-521 ГОСТ 2578-70
 - Центр Оц-1397 ГОСТ 8742-75
 - Центр Оц-1404 ГОСТ 8742-75
 - Костюм_мужской Ми Ву Ш20 ГОСТ 12.4.038-78
 - Полусапоги_мужск. Мун 200 Нм ГОСТ 12.4.164-85
 - Очки_защитн._открытые О6-72 ГОСТ 12.4.013-85
- 01. Фрезеровать шлицы 56 ф44
 - Фреза 2520-0661 ГОСТ 6637-80
- 025 Шлифрезерная
- 030 Сверлильная
 - Вертикально-сверлильный станок 2Г175
 - Штангенциркуль ШЦ-111-500-0,1
 - Штангенциркуль ШЦ 11-250-0,1 Г
 - приспособление Оу-110
 - приспособление 17Пк-1962
 - Костюм_мужской Ми Ву Ш20 ГОСТ 12.4.038-78
 - Полусапоги_мужск. Мун 200 Нм ГОСТ 12.4.164-85
 - Очки_защитн._открытые О6-72 ГОСТ 12.4.013-85
- 01. Сверлить отверстие диаметром ф7 длиной 30
 - Сверло 2301-0001 ГОСТ 10903-77
 - Prpr=3 t=3 i=1 L=30 L1=1,5 So=0,1 V=9,4 n=500 Sm=50 To=
- 035 Резьботочная
 - Вертикальный резьбонарезной полуавтомат 5056
 - MP 7
 - Центр Бл-16029 ГОСТ 8742-75
 - резьбовое кольцо Мв-10170(ПР)
 - Резец АЛ25-3
 - 3ER1.50 ISO
 - резьбовое кольцо Мв-10171(HE)
 - скоба Ма-11046
 - патрон 17Пт-23019
 - Костюм_мужской Ми Ву Ш20 ГОСТ 12.4.038-78
 - Полусапоги_мужск. Мун 200 Нм ГОСТ 12.4.164-85
 - Очки_защитн._открытые О6-72 ГОСТ 12.4.013-85
- 01. Нарезать резьбу, выдерживая размеры диаметром D=ф30 длинн
 - Резец 2660-0501 ГОСТ 18876-73

Рис. 67. Сформированный технологический процесс

После того, как все необходимые элементы операций выбраны, в них добавляются операционные эскизы. Для того, чтобы добавить эскиз в операцию, необходимо выбрать эту операцию в дереве ТП (любой элемент операции) и нажать на вкладку «эскиз» панели вкладок левее дерева ТП. Далее необходимо нажать кнопку «открыть эскиз» (рис. 68) и указать расположение файла с эскизом на компьютере. Остальные элементы инструментальной панели вкладки «эскиз» предназначены для управления, редактирования и др. операций с эскизом. Добавлять можно файлы форматов «*.cdw — компас-чертеж, *.frw компас-фрагмент, *.bmp, *.jpg, *.emf — растровые изображения».

При добавлении нескольких эскизов на одну технологическую операцию (при нескольких основных переходах в операции) они размещаются внизу в виде вкладок (рис. 69).

После того, как деревья КТЭ и ТП сформированы, добавлены чертеж, 3-D модель и операционные эскизы, заполнены атрибуты технологии, выбран материал детали, осуществляется связь дерева КТЭ и дерева ТП. Для этого основные переходы их дерева ТП переносятся с помощью функции «drag and drop» на элементы (поверхности) дерева КТЭ, которые обрабатываются при выполнении данных технологических переходов.

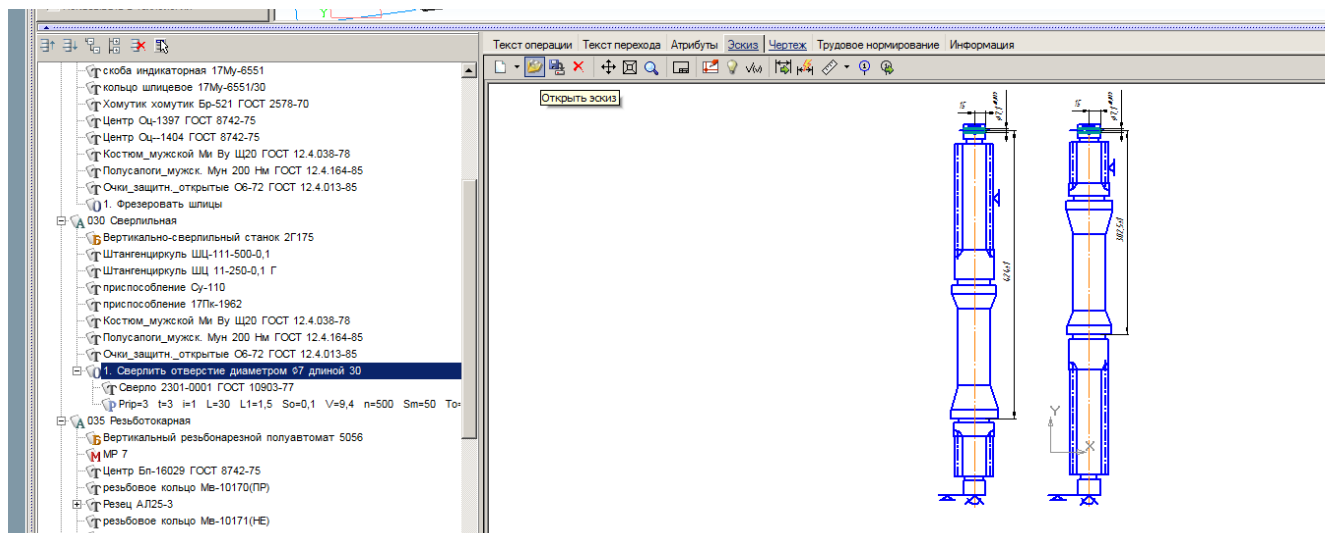


Рис. 68. Добавление эскизов



Рис. 69. Отображение нескольких эскизов в операции

2.3 Формирование технологической документации

Следующим шагом при составлении технологии является формирование технологической документации. Для того, чтобы сформировать комплект карт на разработанную технологию, необходимо встать на верхний уровень дерева ТП (на рис. 67 надпись «Вал ведущей шестерни») и выбрать вкладку «Комплект карт» (рис. 70).

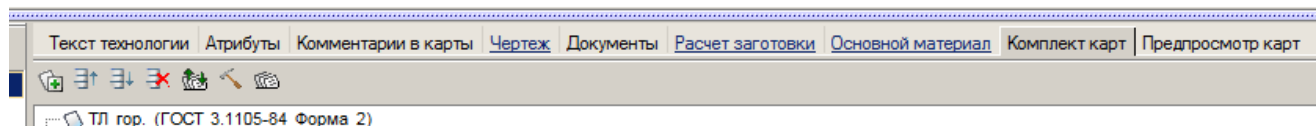


Рис. 70. Вкладка «Комплект карт»

На данной вкладке присутствует группа кнопок. Первая из них (изображен «зеленый плюс») называется «добавить шаблон» (рис. 71) и отвечает за выбор шаблонов технологических карт из группы согласно ГОСТ (рис. 72).

Выбранные шаблоны отображаются в окне под инструментами вкладки «комплект карт» (рис. 73).

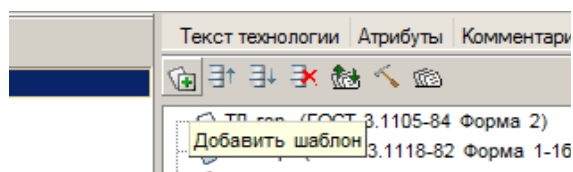


Рис. 71. Кнопка «Добавить шаблон»

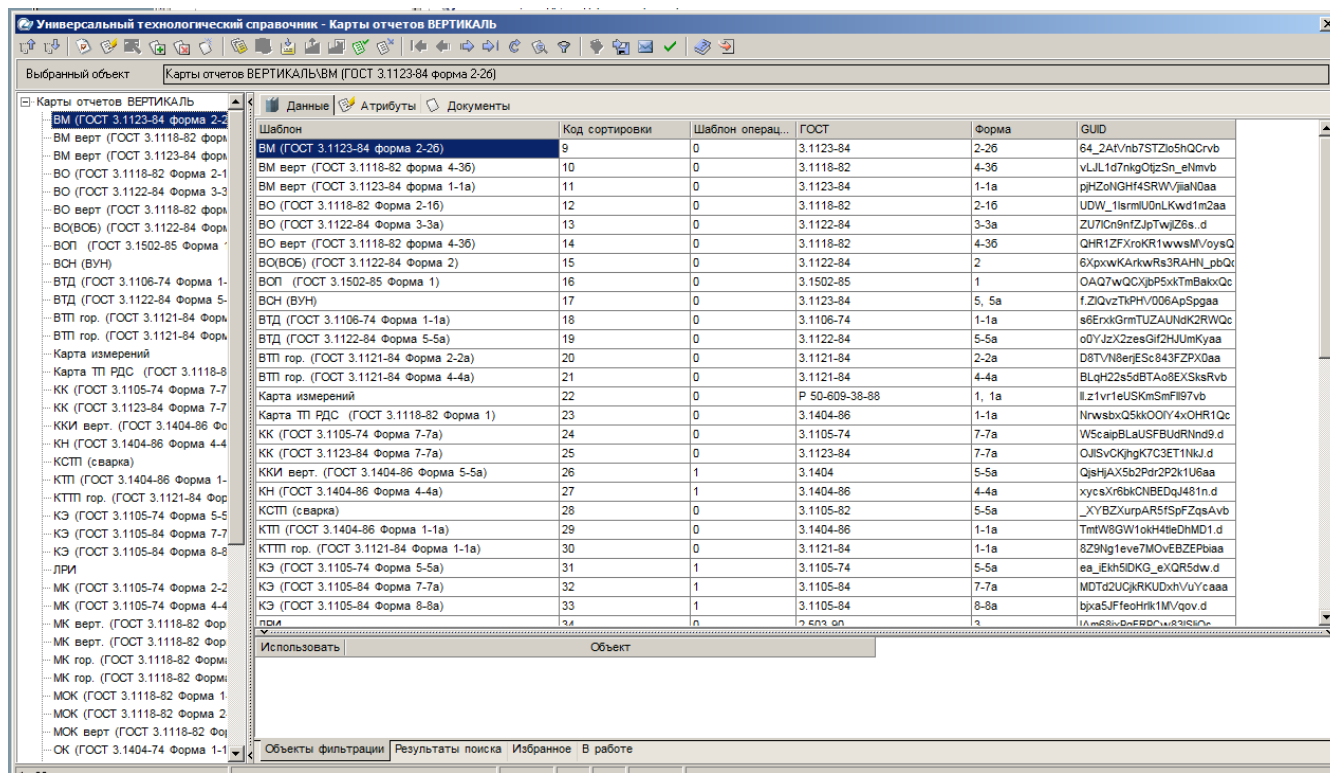


Рис. 72. Формирование набора технологических карт

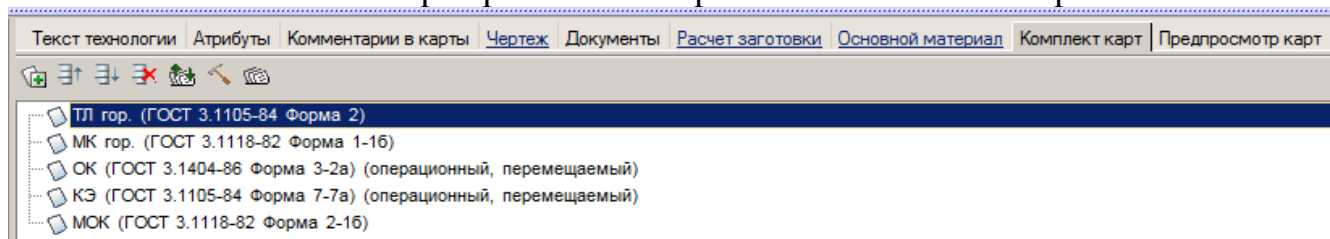


Рис. 73. Сформированный набор документов

Следующие 5 кнопок предназначены для управления технологическими картами. Порядок карт можно формировать и с помощью ручного перетаскивания их внутри списка шаблонов («drag and drop»). После того, как карты выбраны и расположены в нужном порядке, нажимается последняя кнопка панели «Комплект карт» — кнопка «Формировать» (рис. 74) для запуска формирователя карт «Вертикаль».

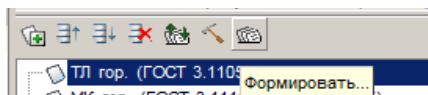


Рис. 74. Кнопка запуска формирователя карт

В открывшемся окне необходимо нажать кнопку «Старт», после окончания операции формирования — закрыть окно подпрограммы формирователя (маленькое в центре, рис. 75).

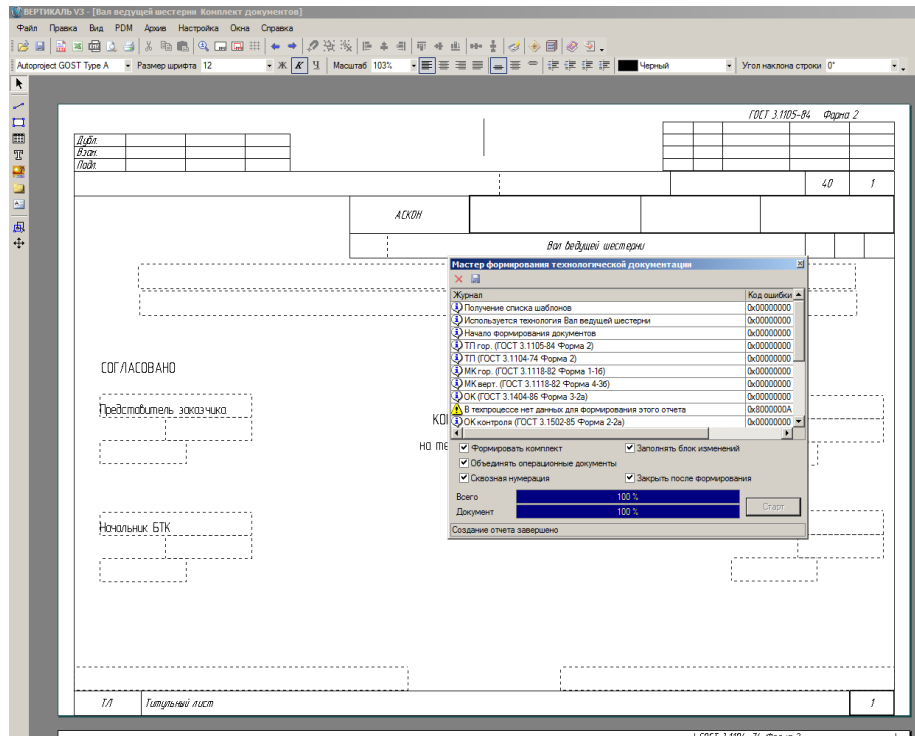
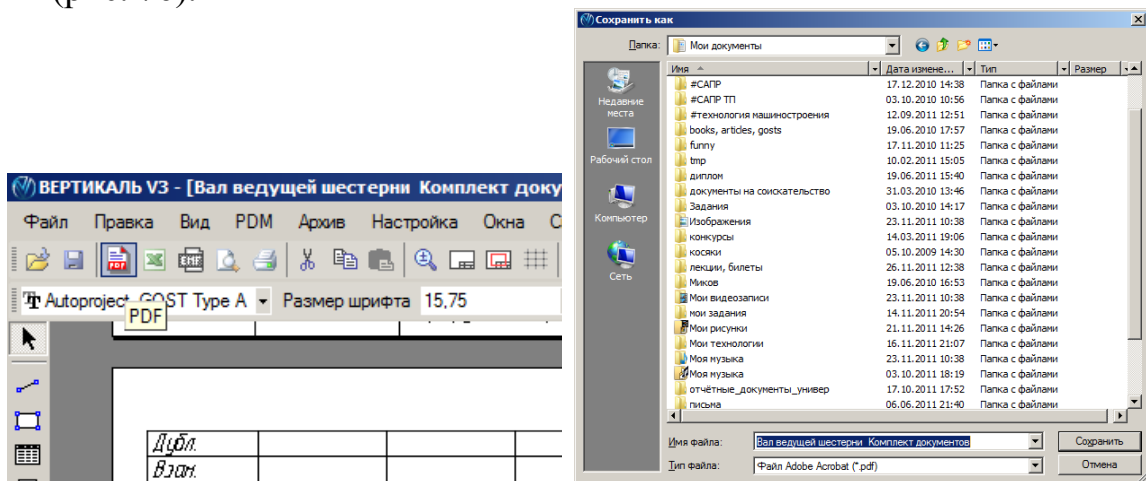


Рис. 75. Подпрограмма формирователя карт

Далее полученные карты редактируются и сохраняются аналогично технологическому процессу. Технологический процесс сохраняется в файле с расширением *.vtr, комплект карт — *.vpr. Также может быть полезно экспортировать созданный комплект документов например в формат *.pdf для прочтения, распечатки и других операций с технологией на компьютере без установленного ПО «Вертикаль» (рис. 76).



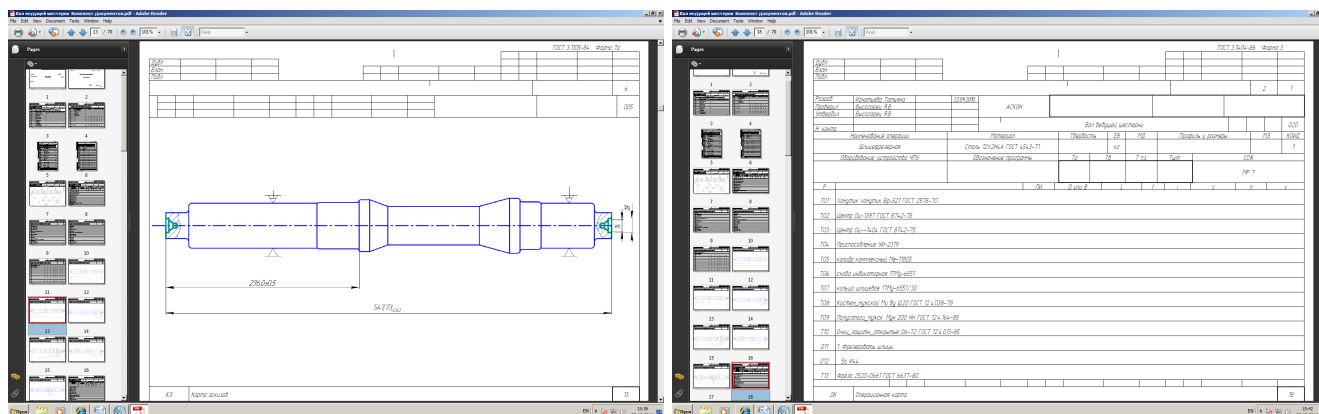
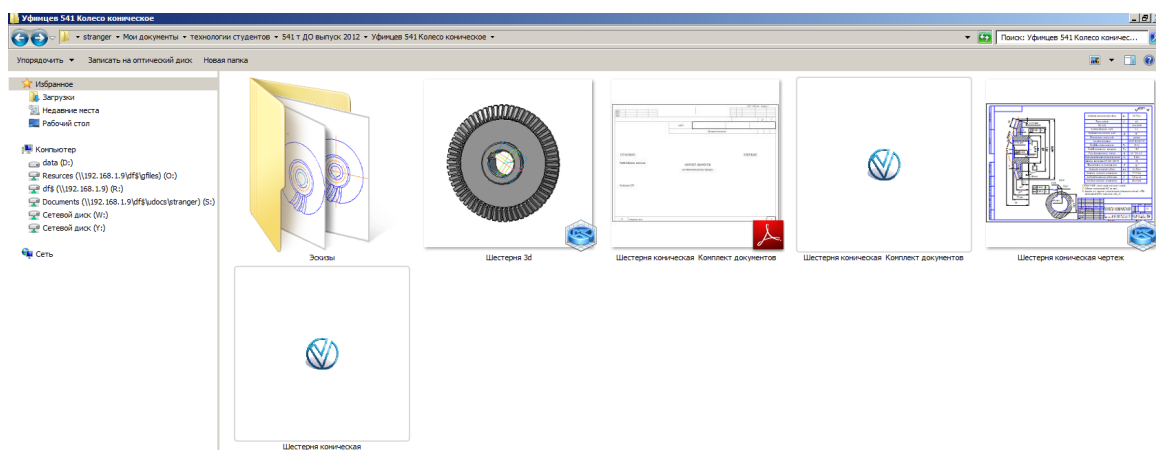


Рис. 76. Экспорт карт в *.pdf – формат

Готовую технологию изготовления детали в рамках дисциплины «САПР ТП» для студентов специальностей «Технология машиностроения», «Стандартизация и сертификация», «Управление качеством» рекомендуется сдавать в следующем виде: в названии папки с работой необходимо указать группу, фамилию студента, название детали, в самой папке необходимо наличие файлов с чертежом детали (*.cdw), трехмерной моделью (*.m3d), отдельной папки с операционными эскизами (*.fww), файлы технологии и комплект карт (*.vtp, *.vpr), файл технологии (*.pdf) (рис. 76).

3. РАБОТА СО СПРАВОЧНИКОМ (УТС)

Универсальный технологический справочник (УТС) поставляется вместе с ПО «Ветикаль» и фактически является базой данных, к которой обращается «Ветикаль» при выборе режущего инструмента, станков, приспособлений, СИЗ, СОЖ и др. элементов технологических процессов.



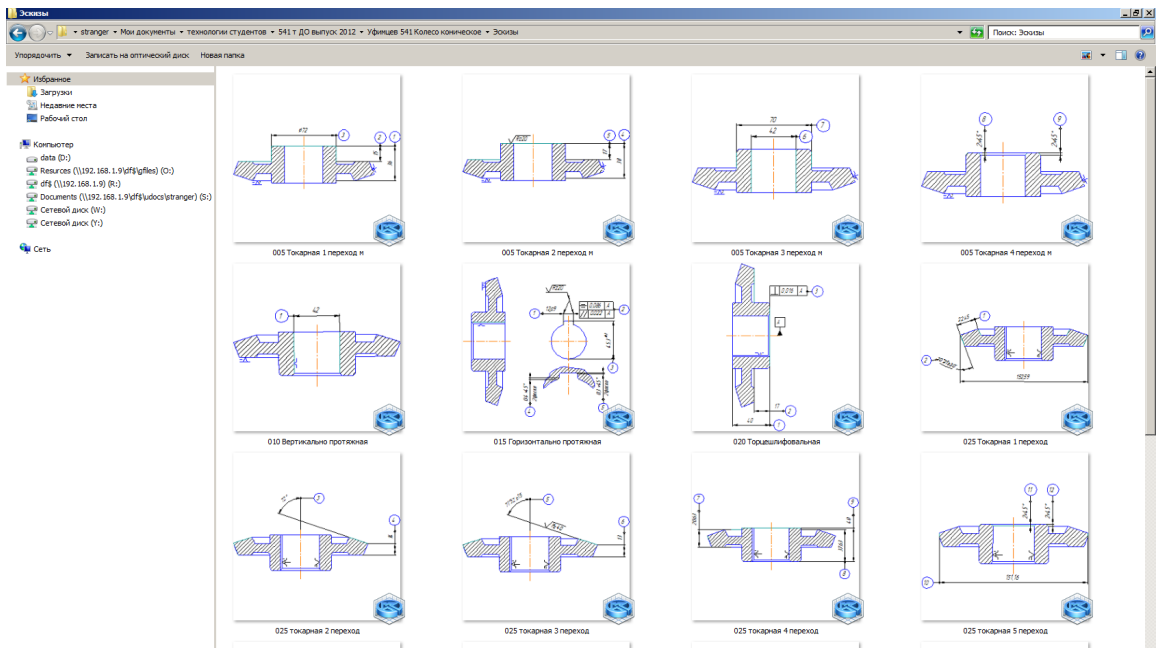


Рис. 76. Технология изготовления детали, готовая к защите

Для запуска УТС необходимо запустить одноименное приложение из меню «Пуск», рабочего стола (если есть ярлык), панели быстрого запуска (если есть ярлык) или папки с установленной программой (например: C:\program files\АСКОН\.....\Универсальный технологический справочник) (рис. 77).

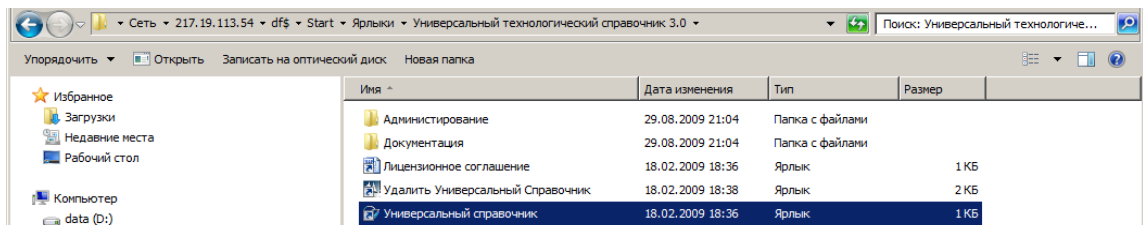


Рис. 77. Запуск УТС

При запуске программы необходимо ввести имя пользователя и пароль, по умолчанию — Администратор/111 (рис. 78). После чего на экране появится интерфейс справочника (рис. 79).

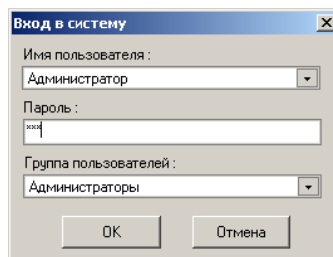


Рис. 78. Ввод пары Логин/Пароль

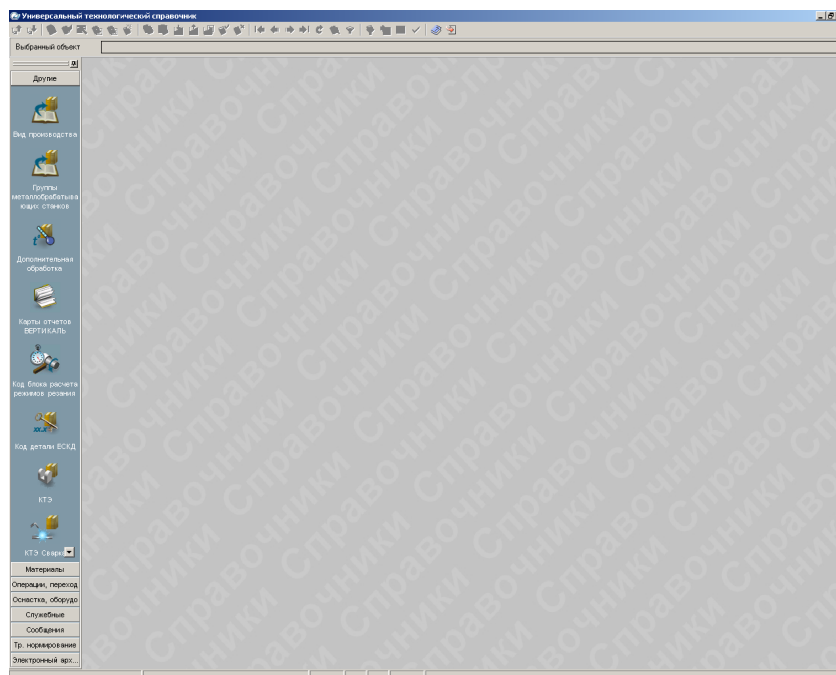


Рис. 79. Интерфейс УТС

Слева в столбик расположены кнопки справочника: «Другие», «Материалы» и т.д. При нажатии разных кнопок открываются разные наборы инструментов (рис. 80). Для студентов, обучающихся по специальности «Технология машиностроения» в первую очередь будет интересно содержание раздела «Оснастка и оборудования», где собраны металлорежущие и другие станки, режущий и измерительный инструмент, станочные приспособления и др.

Добавление элементов справочника и редактирование существующих

Для добавления элемента в справочник необходимо сначала открыть его, потом найти соответствующий раздел и выбрать группу аналогичных объектов. Например, нам нужно добавить призму в станочные приспособления — для этого необходимо запустить УТС, нажать кнопку «Оснастка, оборудование», выбрать раздел «Станочные приспособления. После этого необходимо нажать кнопку с зеленым плюсом «Добавить запись», создать например группу «Другие приспособления» (рис. 81), нажать «Применить», далее нажать «Добавить запись» уже находясь на заголовке группы «Другие приспособления», в этой группе добавить запись «Призма» (см. рис.81). Результат — в списке приспособлений появится запись «Призма». Аналогично добавляются металлорежущие станки (рис. 82), режущий и измерительный инструмент и любые другие составляющие технологических операций.

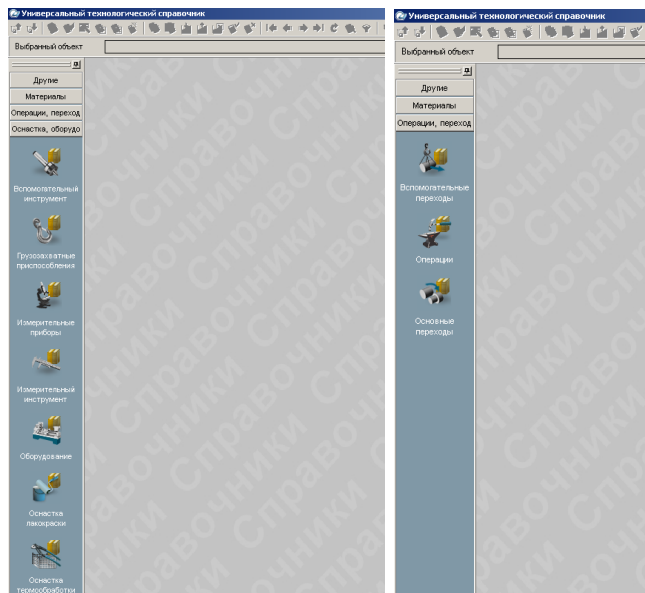


Рис. 80. Кнопки и наборы инструментов УТС

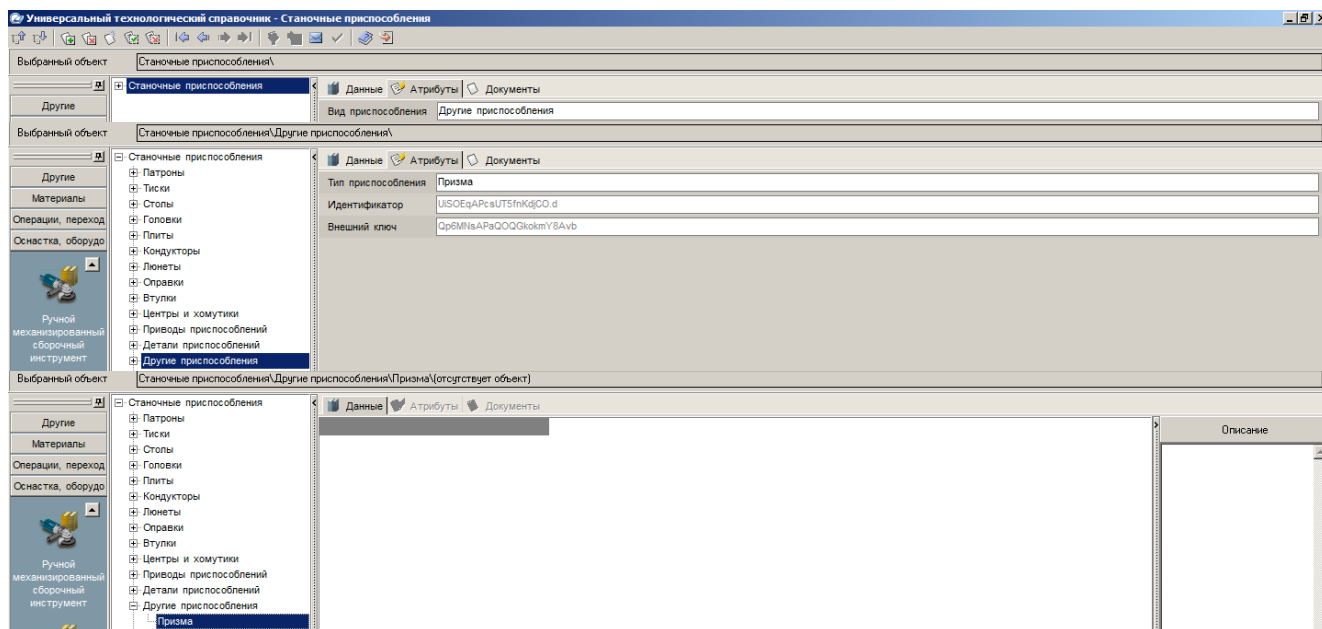


Рис. 81. Добавление элемента внутри группы

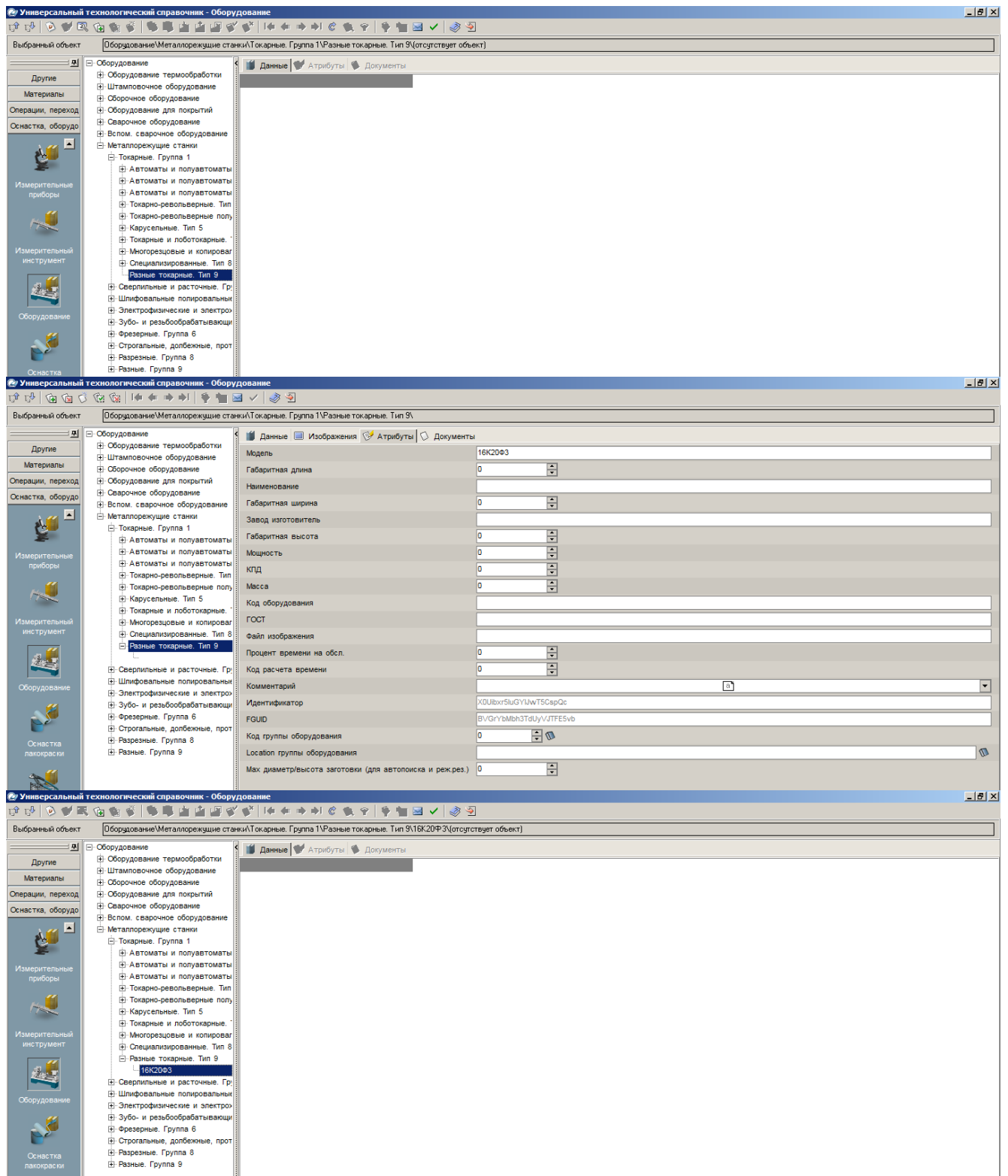


Рис. 82. Добавление металлорежущего станка

При нажатии вкладки «Атрибуты» можно редактировать название и параметры групп, а также непосредственно параметры оснастки, инструмента и т.д. (рис. 83).

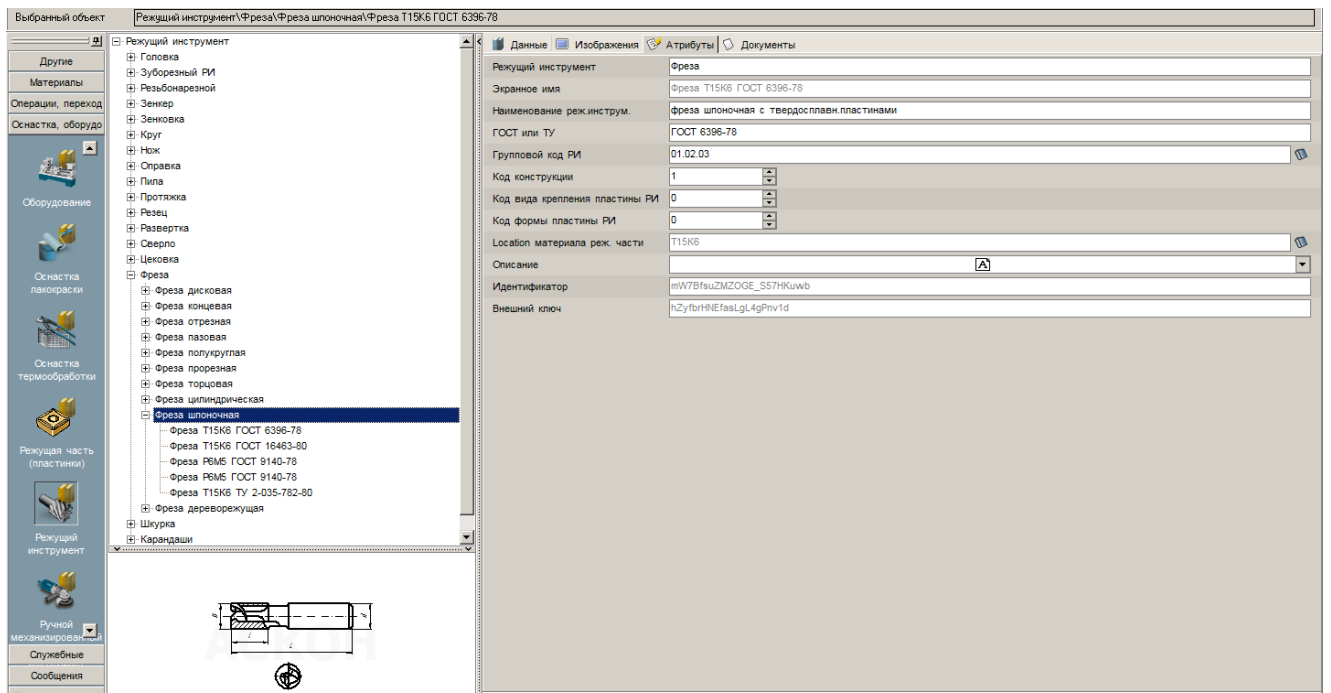


Рис. 83. Редактирование атрибутов режущего инструмента

4. РАБОТА СО СБОРОЧНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Для создания технологического процесса сборки необходимо после запуска «Вертикаль» выбрать технологический процесс сборки. Дальнейшие действия аналогичны — в дереве технологических процессов описываются сборочные операции с оснасткой, текстами переходов и т.п. (рис. 84).

Аналогично добавляются файлы, чертежи и 3D-моделей.

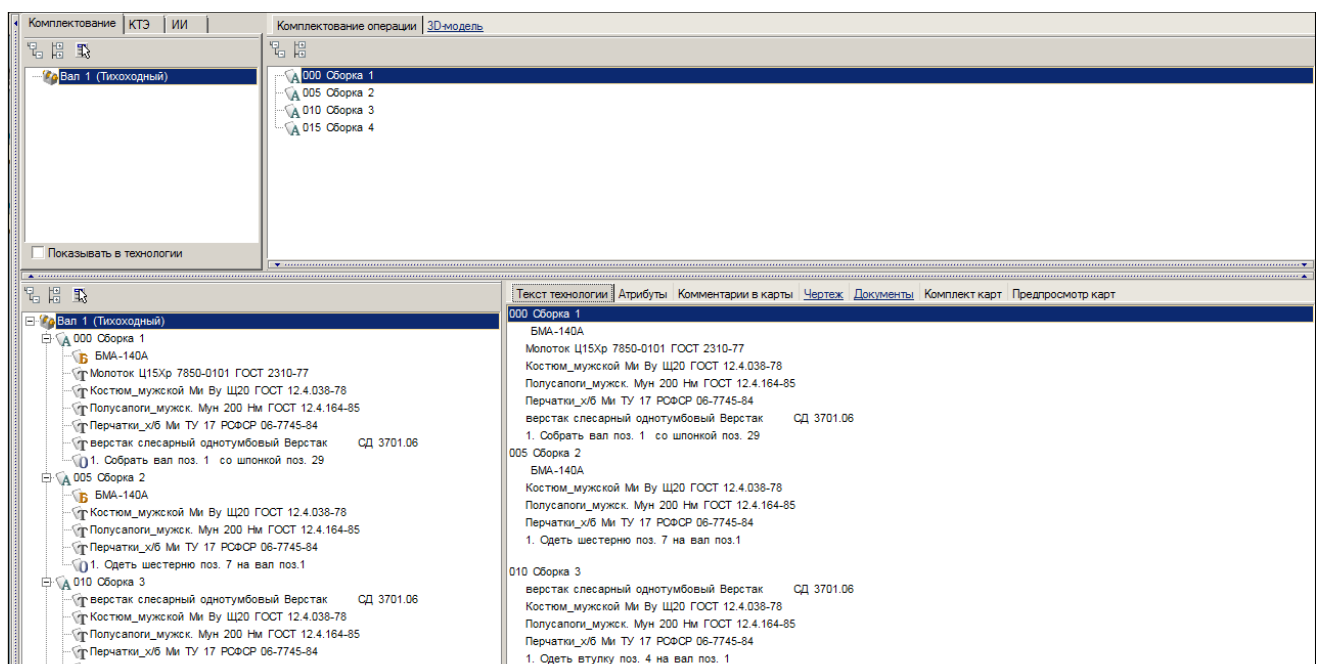


Рис. 84. Технологический процесс сборки

5. РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Одной из возможностей ПО «Вертикаль» является автоматический расчет режимов резания и штучного времени в ходе создания технологии изготовления деталей. При этом обязательно должен быть выбран материал детали, материал режущей части инструмента и сам инструмент, металлорежущий станок, указаны основные размеры обрабатываемой части детали (рис. 85-86). Вызов программы расчета режимов резания осуществляется нажатием правой кнопки мыши на тексте основного перехода (точить, сверлить, фрезеровать и т.п.).

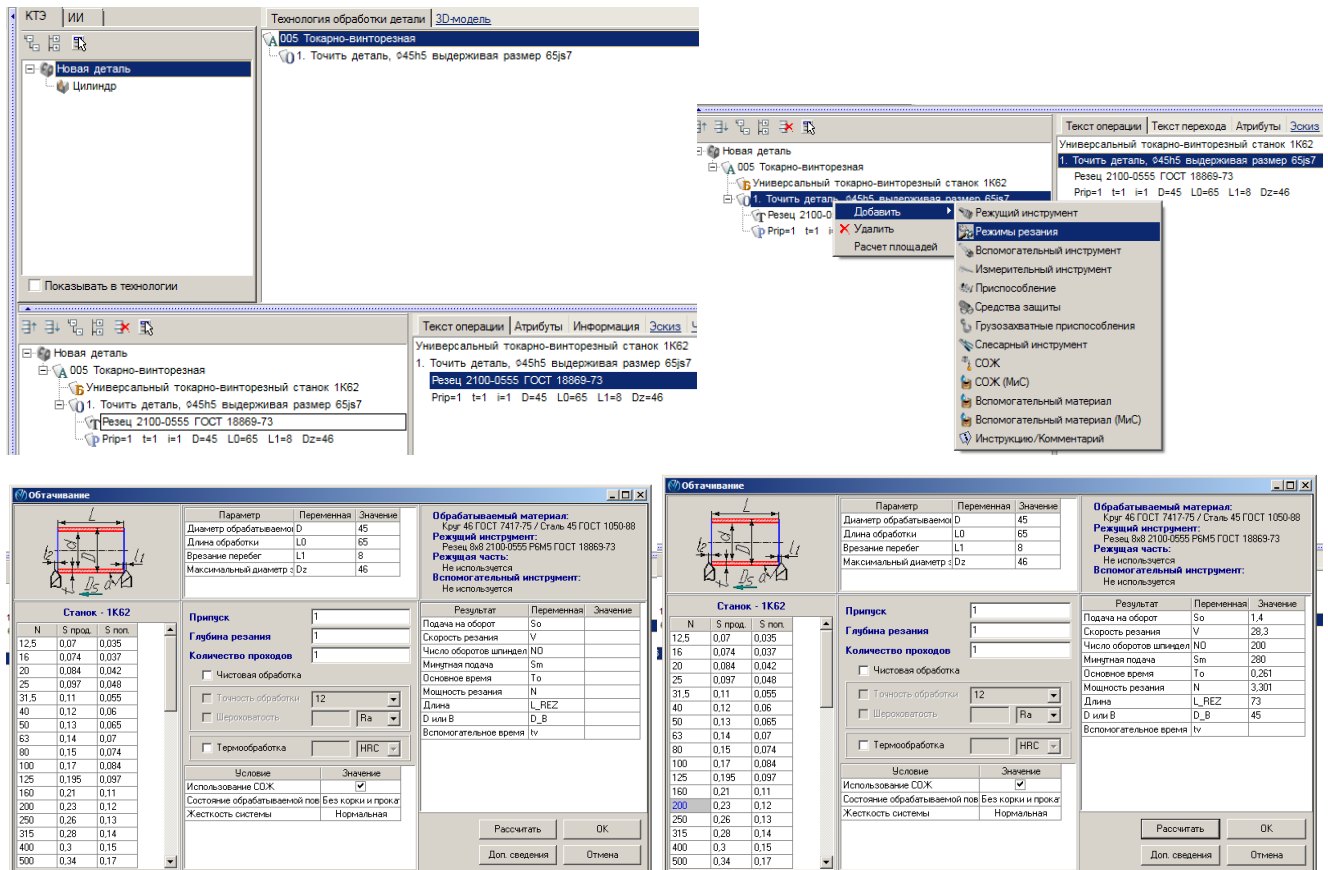


Рис. 85. Запуск программы расчета режимов резания, выбор частоты вращения шпинделя и подач

Видеоролик с демонстрацией расчета режимов резания, а также файл с рассчитанными режимами резания студенты ММФ ЮУрГУ могут найти по адресу: [.../Задания студентам/Высогорец/САПР ТП/Режимы резания/](#).

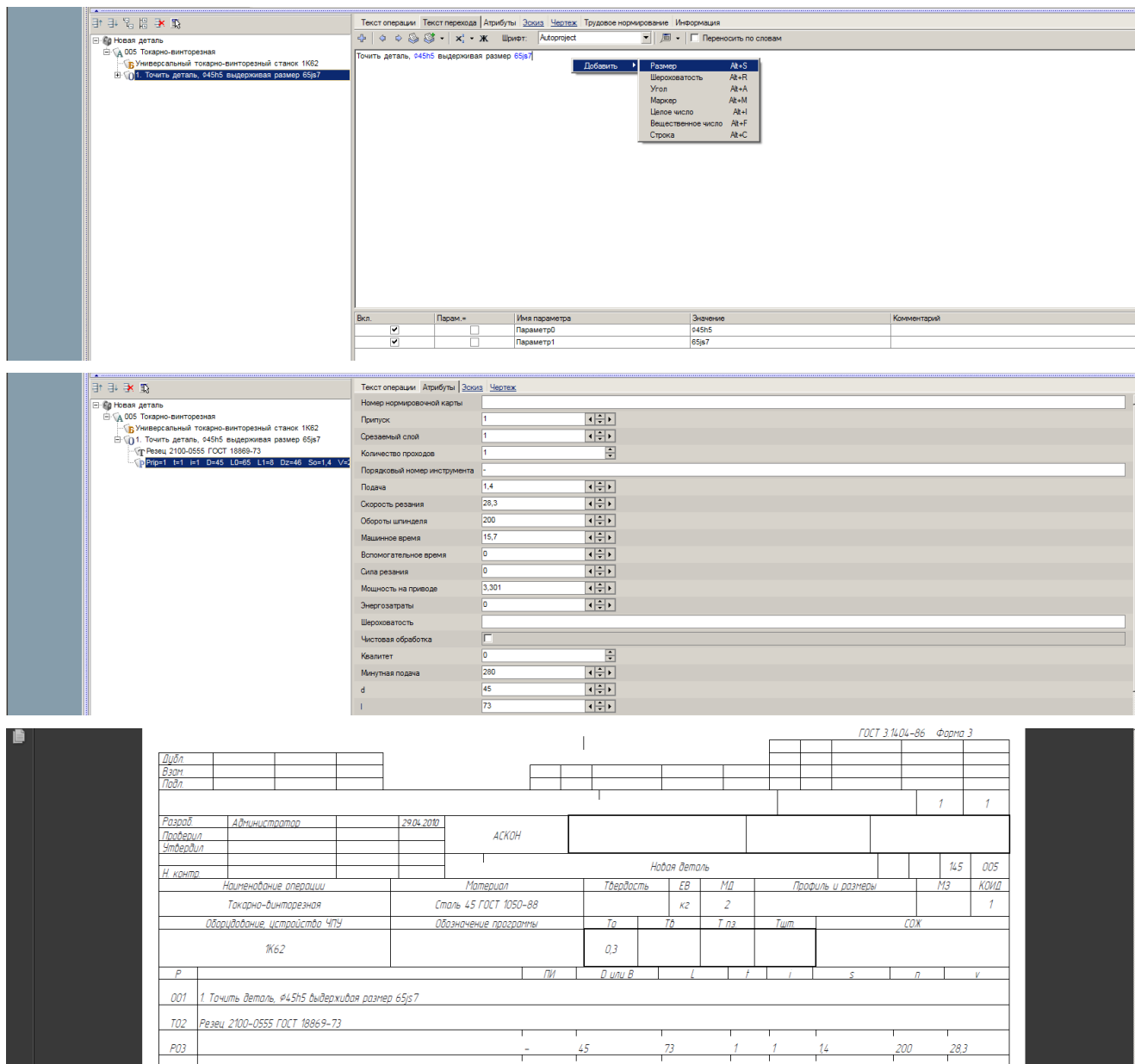


Рис. 86. Редактирование текста перехода и его атрибутов при выполнении расчетов режимов резания, представление расчетов в технологических картах

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При использовании комплекса ПО «Компас-3D» и «Вертикаль» в работе студентов, а также на предприятиях объединяются ветви CAD, CAM и CAE, труд технологических и конструкторских бюро приводится «к общему знаменателю».

Конструкторские и технологические работы становятся максимально доступными и прозрачными. Увеличивается скорость проектирования, уровень понимания, качество выполненных работ.

Естественно доработки и создания новых проектов на основе аналогичных, либо типовых ускоряются на порядок, исключается бумажная составляющая, необходимость хранения чертежей и технологий в архивах, библиотеках и т.д.

При создании комплексного автоматизированного производства рекомендуется использовать также PLM, PDM-системы, в случае с Аскон — это продукты «Лощман» и «Гольфстрим».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учеб. для вузов / Под ред. Н. М. Капустина. - М.: Высшая школа, 2004. - 415 с.
2. Вертикаль: руководство пользователя. – Изд-во Аскон, 2008. – 472 с.
3. Волчкевич, Л.И. Автоматизация производственных процессов: учеб. пособие / Л.И. Волчкевич. – М.: Машиностроение, 2005. – 380 с.
4. Компас-3D V12: руководство пользователя. В 3 т. Т.1. – Изд-во Аскон, 2010. – 413 с.
5. Компас-3D V12: руководство пользователя. В 3 т. Т.2. – Изд-во Аскон, 2010. – 378 с.
6. Компас-3D V12: руководство пользователя. В 3 т. Т.3. – Изд-во Аскон, 2010. – 653 с.
7. КОМПАС-Автопроект: практическое руководство пользователя. – Изд-во Аскон, 2004. – 157 с.
8. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. – Спб.: Питер, 2004. – 560 с.
9. Решения Аскон. Технологическая подготовка производства в машиностроении. – Изд-во Аскон, 2011. – 18 с.
10. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 2002.
11. Универсальный технологический справочник: руководство пользователя. – Изд-во Аскон, 2008. – 152 с.
12. Шандров, Б.В. Автоматизация производства (металлообработка): Учебник для нач. проф. образования / Б.В. Шандров. – М.: ИРПО: Издательский центр «Академия», 2002. – 256 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1.Интерфейс программы. Основные операции и инструменты.....	4
1.1. Создание, открытие, сохранение документа. Интерфейс программы....	4
1.2. Описание основного инструментария ПО «Вертикаль».....	7
1.2.1. Основное меню.....	7
1.2.2. Инструментальная панель.....	18
2. Формирование новой технологии изготовления детали.....	20
2.1. Формирование дерева КТЭ.....	21
2.2. Формирование дерева ТП.....	28
2.3. Формирование технологической документации.....	36
3. Работа со справочником (УТС).....	39
4. Работа со сборочными технологиями.....	44
5. Расчет режимов резания.....	45
Заключение.....	46
Библиографический список.....	47

Ярослав Владимирович Высогорец

САПР ТП «Вертикаль»

Учебное пособие для самостоятельной работы

Техн. редактор А.В. Миних

Издательство Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать __. __. __. Формат 60x84 1/16. Печать трафаретная.
Усл. печ. л. 3. Тираж 100 экз. Заказ ___/ ___. Цена С.

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.
454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.