

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат

Введение

1 Обзор литературы

Основные понятия и определения

Обзор САД/САМ - систем

Краткое описание ЯЭРЗ

2 Исследовательская часть

2.1 Постановка задачи

2.2 Принятые сокращения

2.3 Общие сведения о САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ

2.4 Взаимосвязь ВЕРТИКАЛЬ с другими системами и приложениями

2.5 Запуск САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ

2.6 Регистрация пользователей ВЕРТИКАЛЬ

2.6.1 Интерфейс приложения ВЕРТИКАЛЬ-Пользователи

2.6.2 Создание учетной записи пользователя

2.7 Интерфейс ВЕРТИКАЛЬ

2.8 Структурные элементы технологического процесса

2.8.1 Дерево КТЭ

2.8.2 Дерево ТП

2.9 Графические элементы технологического процесса

2.9.1 3D-модель

2.9.2 Чертеж

2.9.3 Эскиз

2.10 Настройка связей между элементами техпроцесса

2.10.1 Настройка связи между элементами Дерева КТЭ и Дерева ТП

2.10.2 Настройка связи между элементами дерева КТЭ и 3D-модели

2.11 Методы проектирования технологических процессов в САПР ВЕРТИКАЛЬ

2.11.1 Проектирование формированием дерева ТП

2.11.2 Проектирование ТП с использованием дерева КТЭ

2.11.3 Проектирование технологических процессов на основе техпроцессов-аналогов

2.11.4 Проектирование ТП с помощью библиотеки пользователя

2.11.5 Проектирование ТП с использованием библиотеки шаблонов

2.11.6 Проектирование ТП с использованием фрагментов техпроцессов из карт трудового нормирования

2.12 Пример проектирования ТП для детали «Стакан»

2.13 Автоматизация ТПП с помощью ЛОЦМАН:PLM

2.14 Конструкторско-технологическая подготовка производства детали «Стакан»

2.14.1 Создание трехмерной модели детали

2.14.2 Проектирование сборки узла

2.14.3 Моделирование фрезерной обработки поверхностей детали на станке с ЧПУ

3 Технологическая часть

3.1 Служебное назначение деталей

3.2 Заготовка и метод ее получения

3.3 Расчет припусков и промежуточных размеров

3.4 Расчет режимов резания

3.5 Расчет норм времени

3.6 Оформление маршрутных карт средствами САПР ТП Вертикаль

4 Охрана труда

5 Экономическая часть

Заключение

Список использованных источников

Приложения

2 Исследовательская часть

2.1 Постановка задачи

1 Освоение системы автоматизированного проектирования технологических процессов «Вертикаль».

2 Рассмотрение способов и методов разработки технологических процессов механической обработки в данной системе.

3 Формирование технологической документации в системе «Вертикаль».

4 Изучение и использование возможностей различных приложений системы, используемых для расчета режимов резания, норм времени, количества материала и других показателей, необходимых в процессе проектирования технологического процесса.

5 Оформление и вывод на печать шаблонов маршрутной и операционной карт и карты эскизов в системе «Вертикаль».

6 Освоение системы управления инженерными данными «ЛОЦМАН:PLM».

7 Применение «ЛОЦМАН:PLM» для интеграции технической документации проекта.

2.2 Принятые сокращения

БД – база данных

ДСЕ – деталь сборочная единица

КТКД – конструкторско-технологический код детали

КТЭ – конструкторско-технологический элемент

ПК – персональный компьютер

САПР – система автоматизированного проектирования

СПИД – система Станок Приспособление Инструмент Деталь

ТД – технологическая документация

ТП – технологический процесс

УНВ – укрупненные нормативы времени

УТС – универсальный технологический справочник

2.3 Общие сведения о САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ

ВЕРТИКАЛЬ — система автоматизированного проектирования технологических процессов нового поколения, предназначенная для автоматизации процессов технологической подготовки производства.

В САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ реализован новый подход к организации данных о техпроцессе. Прежде всего, система базируется на объектной модели технологии, состоящей из «технологической» и «конструкторской» частей. «Технологическая» часть модели содержит сведения об операциях, переходах, оборудовании и оснастке. «Конструкторская» часть отображает состав и структуру обрабатываемых поверхностей детали. Связь «технологической» и «конструкторской» частей модели осуществляется с помощью объектов *Переход*, каждый из которых имеет двух «родителей»: *Операция* (от «технологической» части модели) и *Конструктивный элемент* (от «конструкторской» части модели). Такая модель позволяет воедино связать технологическую и конструкторскую информацию и предоставить пользователю единую «многомерную» точку зрения на технологический процесс – с позиций обработки поверхностей и с позиций конструкции детали.

ВЕРТИКАЛЬ имеет все инструменты, необходимые для интеграции в единое информационное пространство предприятия. В процессе эксплуатации системы пользователю может потребоваться, частично или полностью, применение других систем, приложений и модулей, например, ЛОЦМАН:PLM, ВЕРТИКАЛЬ-Справочники, корпоративный справочник «Материалы и Сортаменты» и др.

2.4 Взаимосвязь ВЕРТИКАЛЬ с другими системами и приложениями

Взаимосвязь ВЕРТИКАЛЬ с основными приложениями, образующими единое информацион-

ное пространство предприятия (ЕИПП) иллюстрируется схемой показанной на рисунке 1.

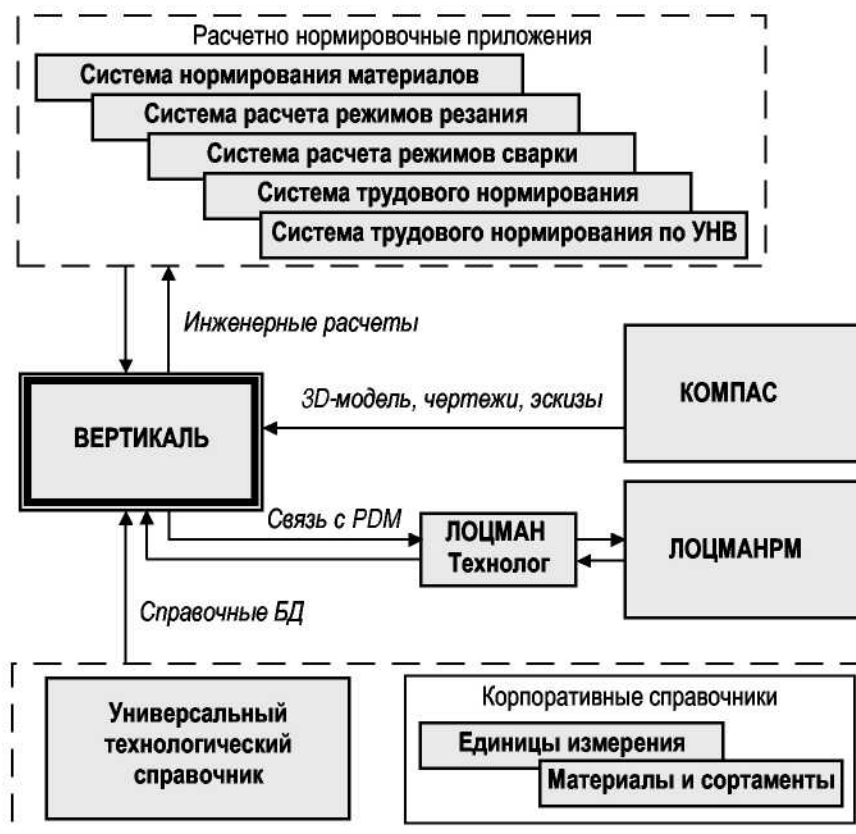


Рисунок 1 – Взаимосвязь ВЕРТИКАЛЬ с другими системами и приложениями

Основными поставщиками справочных данных являются корпоративные справочники (Единицы измерения, Материалы и сортаменты) и Универсальный технологический справочник (УТС). Формирование и ведение пользовательских баз данных для УТС реализуется в специальном модуле администрирования.

Графические документы формируются в приложении КОМПАС-3D (версия V8 Plus или выше) на этапе конструкторской подготовки производства (3D-модель чертежи) и в процессе проектирования технологических процессов (эскизы).

Включение информационных потоков по технологической подготовке производства в ЕИПП реализуется интеграцией ВЕРТИКАЛЬ с системами управления документооборотом (PDM - Product Data Management). Работа технолога с системой ЛОЦМАН: PLM, указанной на рисунке 1, проводится в программном модуле ЛОЦМАН-Технолог.

Автоматизация расчетов выполняемых в процессе проектирования ТП осуществляется специальными приложениями к ВЕРТИКАЛЬ – «Система расчета режимов резания», «Система расчета режимов сварки», «Система трудового нормирования» и др. К ВЕРТИКАЛЬ могут также подключаться любые специализированные приложения на основе технологии СОМ.

2.5 Запуск САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ

Для запуска САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ необходимо выполнить команду в меню Пуск Windows: **Программы – АСКОН – ВЕРТИКАЛЬ-Технология 2.0– ВЕРТИКАЛЬ-Технология.**

Систему можно открыть, также запустив на исполнение файл *vertical.exe* расположенный в подкаталоге *BIN* корневого каталоге САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ (по умолчанию *C:\Program Files\ASCONE\Vertical 2.0\BIN*).

Идентификация пользователя запустившего ВЕРТИКАЛЬ выполняется в диалоговом режиме в окне «Вход в систему» (рисунок 2). В этом окне необходимо ввести имя пользователя, пароль и группу пользователей. Имя пользователя и группа выбираются из раскрывающихся списков на основе данных зарегистрированных в приложении ВЕРТИКАЛЬ-Пользователи. Если список пользователей

ВЕРТИКАЛЬ не настроен, для запуска приложения используйте имя «Рябинин СВ.», группу «Технологи» и пароль «111».

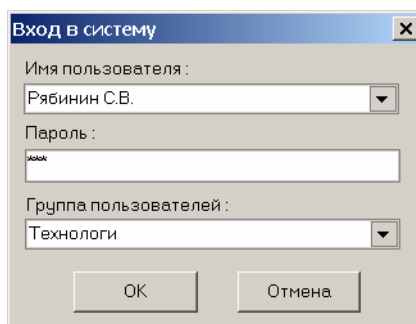


Рисунок 2 – Окно входа в систему

2.6 Регистрация пользователей ВЕРТИКАЛЬ

Разделение прав доступа в ВЕРТИКАЛЬ и Универсального технологического справочника (УТС) необходимо для безопасной организации работ пользователей с базой данных. Разделение прав позволяет предотвратить не только несанкционированный доступ к данным, но также потерю или порчу умышленную и неумышленную данных документов содержимого файлов и другой ответственной информации.

Перед началом эксплуатации ВЕРТИКАЛЬ, администратор системы составляет список пользователей, определяет для каждого пользователя группы, в которые будет входить пользователь и индивидуальный пароль пользователя для входа в систему.

Регистрация пользователей проводится в специальном приложении ВЕРТИКАЛЬ-Пользователи исполняемый файл которого VUserMan.exe размещен в корневом каталоге Универсального технологического справочника. Для запуска приложения можно воспользоваться меню Пуск или любым проводником по файловой системе.

Регистрационные данные пользователей действительны для приложений ВЕРТИКАЛЬ и Универсальный технологический справочник.

Проводить регистрацию и настройку прав доступа пользователей имеют только пользователи с привилегией «administration». Для первого запуска приложения необходимо указать имя пользователя «Рябинин СВ.», пароль «111» и группу «Администраторы».

2.6.1 Интерфейс приложения ВЕРТИКАЛЬ-Пользователи

Главное окно приложения ВЕРТИКАЛЬ-Пользователи (рисунок 3) содержит следующие компоненты:

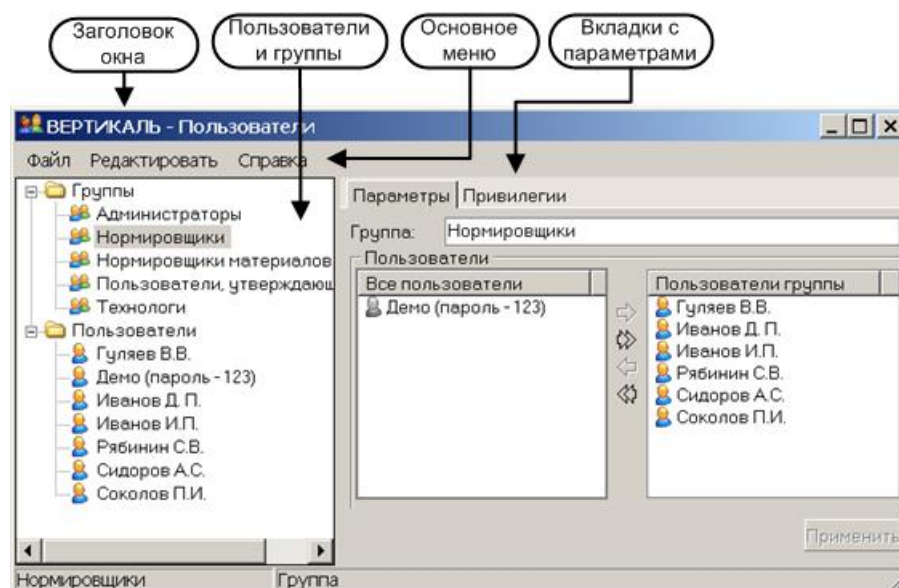


Рисунок 3 – Окно ВЕРТИКАЛЬ-Пользователи

- заголовок окна
- основное меню
- список зарегистрированных пользователей и групп
- окно параметров

Заголовок окна является стандартным элементом окна Windows и содержит название приложения.

Основное меню расположено под заголовком окна. В состав основного меню входят следующие разделы:

- **Файл.** Раздел предназначен для выполнения общих команд
- **Редактировать.** Раздел содержит команды, выполняемые над выделенным объектом в списке зарегистрированных пользователей и групп
- **Справка.** Раздел предназначен для доступа к справочной информации по приложению

Список зарегистрированных пользователей и групп представлен в виде компонента «дерево» и содержит учетные записи пользователей и групп. Списки сгруппированы по соответствующим разделам («Группы» и «Пользователи»).

Команды, выполняемые над объектами списка, могут вызываться как из основного меню раздел (Редактировать), так и из контекстного меню. Чтобы открыть контекстное меню установите курсор на нужный объект и нажмите правую кнопку мыши.

В окне параметров отображается список параметров и значений, действительных для объекта выбранного в списке зарегистрированных пользователей и групп. Вид окна параметров зависит от того, какому разделу принадлежит выбранный объект (Пользователи, Группы).

2.6.2 Создание учетной записи пользователя

Стандартный алгоритм регистрации пользователя в приложении ВЕРТИКАЛЬ-Пользователи включает следующие действия:

- 1 В списке зарегистрированных пользователей и групп устанавливаем курсор на раздел Пользователи.
- 2 Выполняем команду **Редактировать – Создать**. Приложение создаст в списке нового пользователя «Новый пользователь» (рисунок 4).

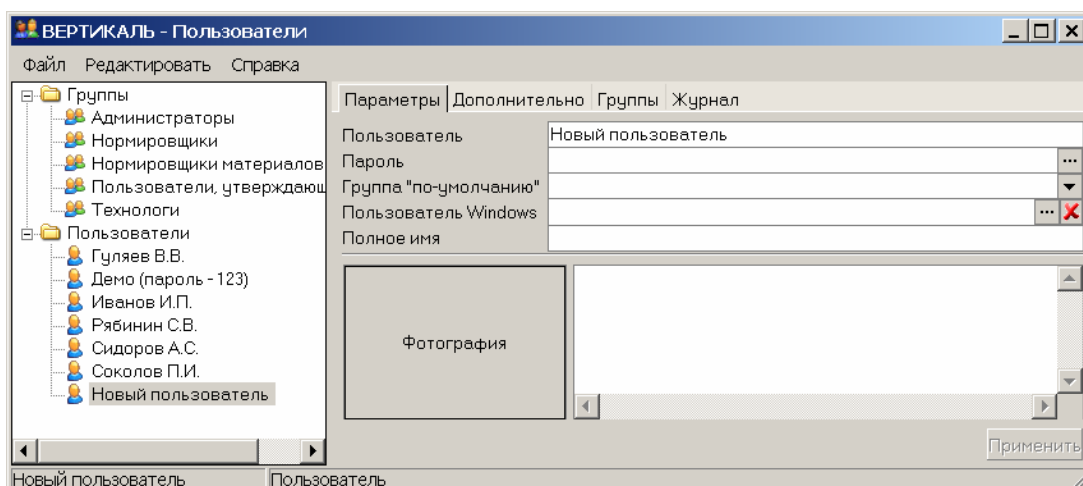


Рисунок 4 – Создание нового пользователя

3 На вкладке **Параметры** вводим основные регистрационные данные пользователя:

3.1 В поле **Пользователь** вводим имя пользователя. Введенное имя будет запрашиваться при запуске Универсального технологического справочника и САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

3.2 Для ввода пароля нажмите кнопку **...** справа от поля. В открывшемся окне **Новый пароль** (рисунок 5) вводим пароль в поля **Пароль** и **Подтверждение** и нажимаем кнопку **ОК**.

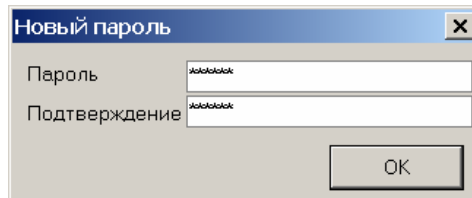



Рисунок 5 – Ввод пароля

3.3 Если необходимо использовать аутентификацию Windows, то заполняем поле **Пользователь Windows**. Для заполнения поля нажимаем кнопку  справа от поля.

3.4 При необходимости заполняем остальные поля вкладки (кроме поля **Группа по Умолчанию**). Для вставки фотографии пользователя (файл в формате *.bmp*, *.emf*, *.wmf*) нажмем правой кнопки мыши в окне фотографии и из контекстного меню выбираем пункт **«Load...»**. В открывшемся проводнике указываем нужный файл и нажимаем кнопку **«Открыть»**.

Таким образом, окно ВЕРТИКАЛЬ-Пользователи после заполнения вкладки **Параметры**, выглядит следующим образом (рисунок 6).

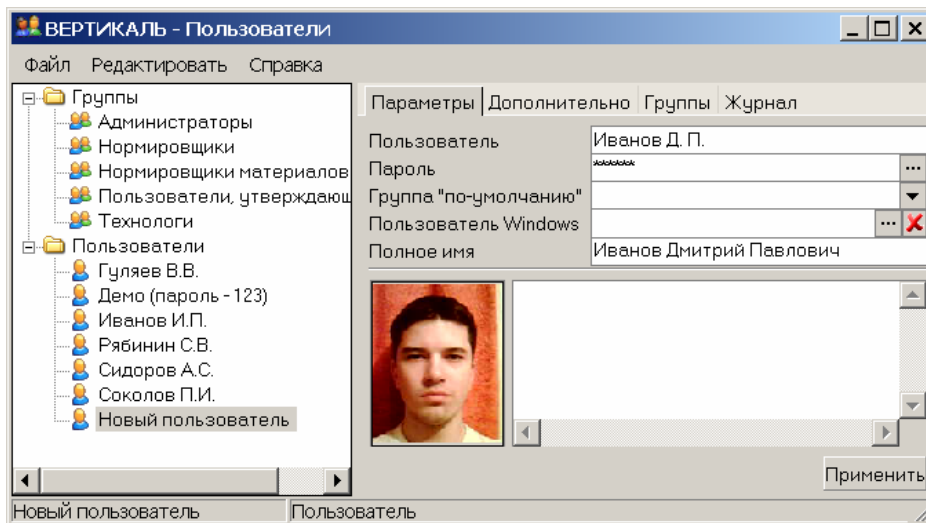


Рисунок 6 – Заполнение вкладки **Параметры**

4 Переходим на вкладку **Дополнительно** и при необходимости введите контактную информацию о пользователе (наименование отдела, номер рабочего телефона и т. д.). В нижней части вкладки введите параметры идентификации пользователя на сервере. Если администратор базы данных не менял параметры доступа к БД, то поля следует заполнить, как показано на рисунке 7 (в поле **Пароль** ввести значение **«masterkey»**).

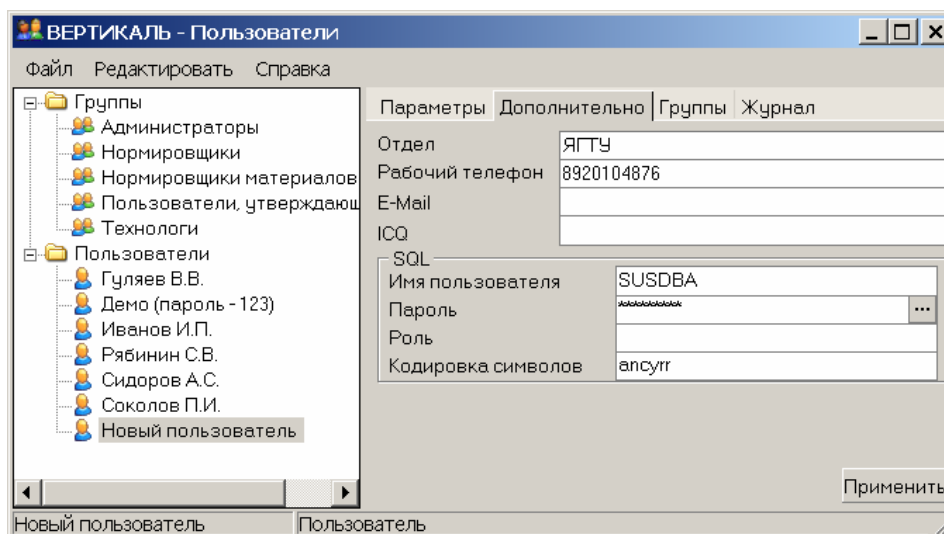


Рисунок 7 – Заполнение вкладки **Дополнительно**

5 На вкладке **Группы** устанавливаем маркеры напротив групп в которые будет входить регистрируемый пользователь рисунок 8.

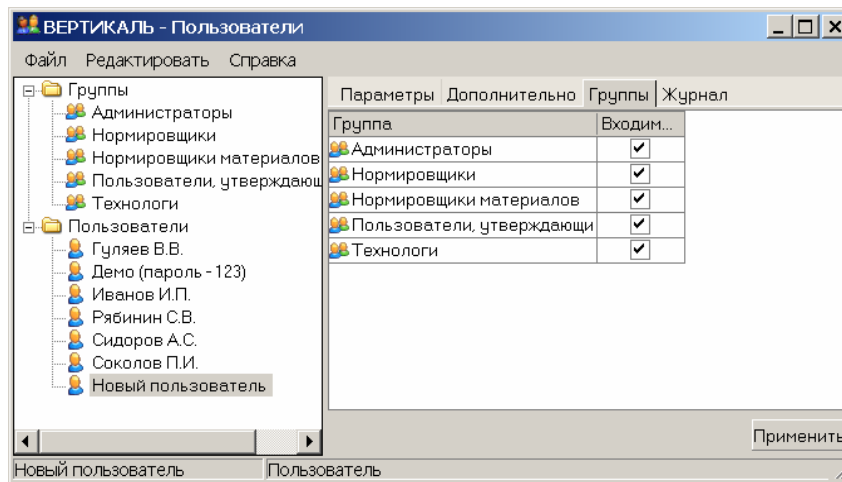


Рисунок 8 – Заполнение вкладки Группы

6 Для сохранения введенных параметров пользователя нажимаем кнопку **Применить**. Все регистрационные параметры пользователя, размещенные на вкладках, могут редактироваться администратором в процессе эксплуатации системы.

Чтобы удалить какого либо пользователя из списка в разделе Пользователи устанавливаем на него курсор и выполняем команду **Редактировать – Удалить**.

Таким образом, после создания ученой записи пользователя, в дальнейшем в систему входим под своим именем, то есть при запуске «Вертикаль» в окне «Вход в систему» указываем свое имя и пароль (рисунок 9).

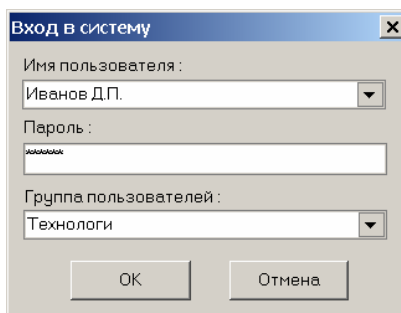


Рисунок 9 – Вход в систему под своим именем

2.7 Интерфейс ВЕРТИКАЛЬ

Главное окно приложения ВЕРТИКАЛЬ (рисунок 2) содержит следующие компоненты:

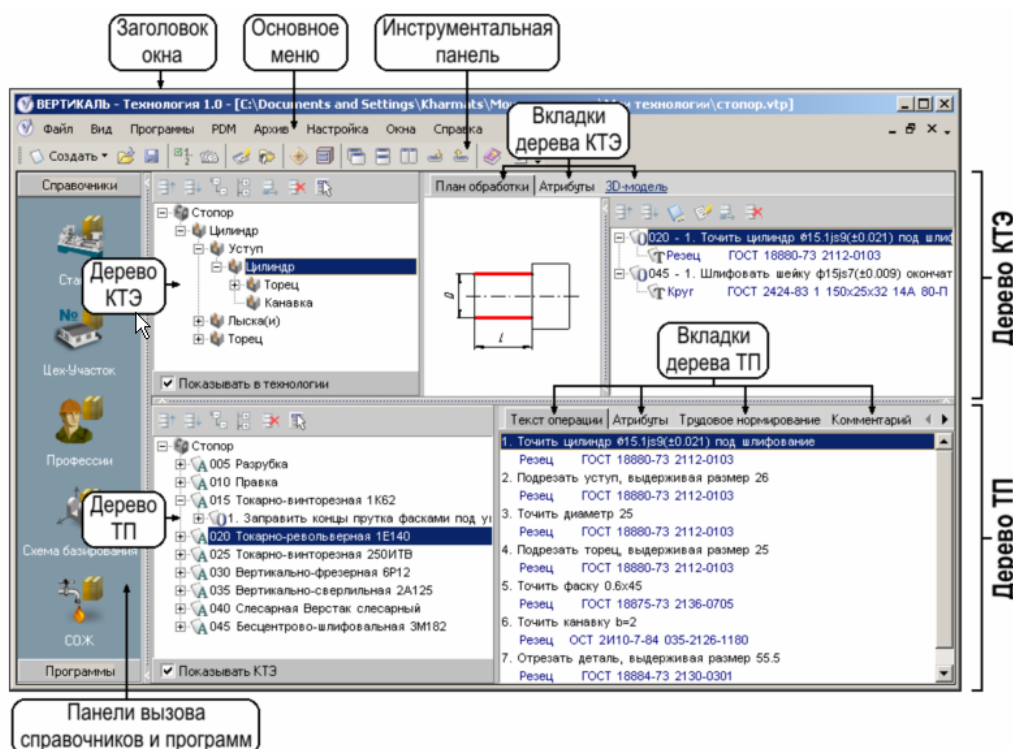


Рисунок 10 – Главное окно ВЕРТИКАЛЬ

- заголовок окна;
- основное меню приложения;
- инструментальную панель;
- компоненты дерева конструктивно-технологических элементов (КТЭ);
- компоненты дерева технологического процесса (ТП);
- панели вызова справочников и программ.

Заголовок окна

Заголовок окна является стандартным элементом окна Windows и содержит название и номер версии приложения, а также имя активного документа (файла), открытого в системе ВЕРТИКАЛЬ.

Основное меню приложения









Основное меню приложения расположено в верхней части окна системы ВЕРТИКАЛЬ непосредственно под заголовком. В состав основного меню входят следующие разделы:





Файл	Раздел предназначен для работы с файлами документов ВЕРТИКАЛЬ.
Вид	Раздел предназначен для управления видом главного окна ВЕРТИКАЛЬ – отображением компонентов «Рабочий стол» и «Библиотека пользователя».
Программы	Раздел предназначен для автономного запуска приложений, используемых в системе ВЕРТИКАЛЬ.
PDM системы	Раздел предназначен для запуска приложений, обеспечивающих взаимодействие системы ВЕРТИКАЛЬ с PDM-системами.
Настройка	Раздел предназначен для доступа к настройкам интерфейса ВЕРТИКАЛЬ.
Окна	Раздел управления окнами документов, открытых в ВЕРТИКАЛЬ.
Справка	Раздел доступа к справочной информации по работе с приложением.

Пользователь может самостоятельно настраивать основное меню приложения.

Инструментальная панель

Инструментальная панель расположена под основным меню приложения и содержит набор кнопок для выполнения наиболее часто повторяющихся операций (команд):

	Создать	Создание нового документа (техпроцесса) ВЕРТИКАЛЬ.
	Открыть	Загрузка техпроцесса (документа) в ВЕРТИКАЛЬ.
	Сохранить	Сохранение в файл активного техпроцесса (документа) ВЕРТИКАЛЬ.
	Автонумерация	Настройка параметров и запуск автоматической нумерации операций и переходов в активном техпроцессе.
	Формирователь карт	Запуск Мастера формирования технологической документации.
	Рабочий стол	Отображение компонента «Рабочий стол» в окне системы.
	Библиотека пользователя	Отображение компонента «Библиотека пользователя» в окне системы.
	ЛОЦМАН-Технолог	Запуск приложения ЛОЦМАН-Технолог.
	Электронный архив	Запуск приложения Электронный архив технологических процессов.
	Каскад	Управление расположением окон открытых документов ВЕРТИКАЛЬ. Открытые окна частично перекрывают друг друга и размещены таким образом, что видны их заголовки.
	Мозаика вертикально	Управление расположением окон открытых документов ВЕРТИКАЛЬ. Открытые окна не перекрывают друг друга и расположены горизонтально в ряд, занимая всю информационную область главного окна.
	Мозаика горизонтально	Управление расположением окон открытых документов ВЕРТИКАЛЬ. Открытые окна не перекрывают друг друга и расположены горизонтально в ряд, занимая всю информационную область главного окна.

	Свернуть все	Управление расположением окон открытых документов ВЕРТИКАЛЬ. Все открытые окна сворачиваются до строки заголовка и перемещаются в нижнюю часть главного окна.
	Восстановить все	Управление расположением окон открытых документов ВЕРТИКАЛЬ. Все закрытые окна разворачиваются в первоначальный размер, определяемый пользователем.
	Справка	Вызов справочной системы ВЕРТИКАЛЬ
	Выход	Завершение работы системы ВЕРТИКАЛЬ.

Каждая кнопка инструментальной панели имеет текстовую подсказку, которая появляется («всплывает») при наведении на кнопку курсора мыши. Некоторые из приведенных команд могут выполняться нажатием специальных управляющих клавиш. Пользователь может самостоятельно настраивать инструментальную панель приложения.

Компоненты дерева конструктивно-технологических элементов



В состав компонентов дерева КТЭ входит само дерево КТЭ (левая верхняя часть окна) и вкладки дерева КТЭ (правая верхняя часть окна). Количество и вид вкладок меняется в зависимости от элемента, выбранного пользователем в дереве КТЭ.

Компоненты дерева технологического процесса

В состав компонентов дерева технологического процесса входит дерево ТП (левая нижняя часть окна) и вкладки дерева ТП (правая нижняя часть окна). Количество и вид вкладок меняется в зависимости от элемента, выбранного пользователем в дереве ТП.

Панели вызова справочников и программ

На панелях вызова справочников и программ размещены соответственно кнопки вызова баз данных Универсального технологического справочника и кнопки запуска программ (приложений). Переключение между панелями производится с помощью кнопок *Редактирование* (панель вызова справочников) и *Программы* (панель вызова приложений).

Каждая кнопка имеет «всплывающую» подсказку, которая появляется при наведении на кнопку курсора мыши. Если все кнопки не помещаются на экране, на панели вызова появляются навигационные кнопки  (*Вверх*) и  (*Вниз*).

Управляющие клавиши

Для выполнения пользовательских команд также могут применяться управляющие клавиши (hot keys):

<Ctrl> + <O>	Открыть файл технологического процесса.
<Ctrl> + <S>	Сохранить текущий технологический процесс в локальном архиве.
<Ctrl> + <P>	Запустить приложение «Мастер формирования технологической документации».
<Ctrl> + <U>	Открыть компонент «Библиотека пользователя».
<Ctrl> + <T>	Открыть компонент «Рабочий стол».
<Ctrl> + <L>	Запустить модуль «ЛОЦМАН-Технолог».
<Ctrl> + <Space>	Открыть словарь (на вкладке Текст перехода).
<Ctrl> + 	Удалить выделенный элемент дерева.
<Ctrl> + <Z>	Отменить последнюю выполненную операцию.
<Ctrl> + <↑>	Переместить выделенный элемент дерева на одну позицию вверх.
<Ctrl> + <↓>	Переместить выделенный элемент дерева на одну позицию вниз.
<Alt> + <1>, <2>, ...	Переключиться в другое окно ТП (порядковый номер окон соответствует последовательности загрузки файлов в окно ВЕРТИКАЛЬ).
<Alt> + <←>, <→>	Переключиться в предыдущее, следующее окно ТП.
<Alt> + <S>	Добавить размер в текст перехода (на вкладке Текст перехода).
<Alt> + <R>	Добавить шероховатость в текст перехода (на вкладке Текст перехода).
<Alt> + <I>	Добавить целое число в текст перехода (на вкладке Текст перехода).
<Alt> + <F>	Добавить вещественное число в текст перехода (на вкладке Текст пере-

	хода).
<Alt> + <K>	Добавить ДСЕ или состава ЛОЦМАН-Технолог на вкладку Комплектование техпроцесса сборки.
<+> (numeric panel)	Раскрыть выделенный элемент в дереве.
<-> (numeric panel)	Свернуть выделенный элемент в дереве.
<F1>	Вызов справочной системы ВЕРТИКАЛЬ.

2.8 Структурные элементы технологического процесса

Основная информация о структуре технологического процесса размещена в дереве ТП и дереве КТЭ. Структура этих компонентов определяется в настройках формы ТП ВЕРТИКАЛЬ. Элементы управления одинаковые для дерева КТЭ и дерева ТП.

2.8.1 Дерево КТЭ

Дерево КТЭ (рисунок 11) и отображает состав и иерархию элементарных поверхностей конструкторско-технологических элементов (КТЭ) и групп КТЭ детали. «Корнем» дерева КТЭ всегда является деталь (сборочная единица).

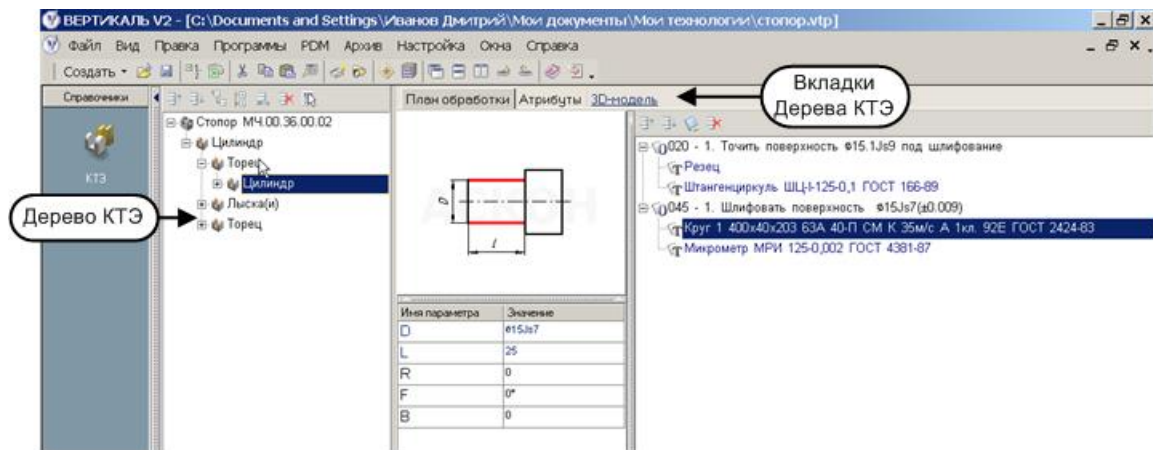



Рисунок 11 – Дерево КТЭ

Правила работы с деревом КТЭ стандартны:

- чтобы раскрыть состав какого-либо объекта дерева необходимо щелкнуть мышью на значке слева от объекта
- чтобы свернуть состав какого-либо объекта дерева необходимо еще раз щелкнуть мышью на значке слева от объекта

Инструментальная панель дерева КТЭ содержит шесть кнопок для управления видом дерева и взаимным положением его элементов:

Кнопка		Функция
	Переместить выше	Перемещение выделенного объекта на одну позицию вверх. Перемещение производится только внутри группы объектов, расположенных на одном уровне иерархии.
	Переместить ниже	Перемещение выделенного объекта на одну позицию вниз. Перемещение производится только внутри группы объектов, расположенных на одном уровне иерархии.
	Развернуть	Автоматическое разворачивание всех объектов дерева, подчиненных выделенному (активному) объекту.
	Свернуть	Автоматическое свертывание всех объектов дерева, подчиненных выделенному (активному) объекту.
	Удалить	Удаление выбранного элемента дерева КТЭ. Вместе с выбранным элементом удаляются все подчиненные ему объекты дерева.

	Контекстное меню	Вызов команд контекстного меню (аналог нажатия правой кнопки мыши).
---	-------------------------	---

Редактирование состава дерева КТЭ

Редактирование состава дерева КТЭ производится с помощью контекстного меню, которое вызывается нажатием правой кнопки мыши. Состав контекстного меню зависит от объекта, выбранного в дереве КТЭ перед вызовом контекстного меню.

Если курсор установлен на «корне» дерева КТЭ, то с помощью контекстного меню пользователь может добавить в дерево следующие элементы (пункт **Добавить**):

Подпункт меню	Операция
Сочетание КТЭ	Добавление группы, объединяющей несколько КТЭ. Этот элемент дерева КТЭ является своеобразной «папкой», в которую следует помещать устойчивые группы конструкторско-технологических элементов. Сочетание КТЭ может содержать несколько «вложенных» сочетаний КТЭ. Элемент «Сочетание КТЭ» может быть добавлен только в техпроцесс изготовления детали.
КТЭ	Добавление нового КТЭ в дерево. Новый КТЭ будет иерархически подчинен «корню» дерева. Элемент «КТЭ» может быть добавлен только в техпроцесс изготовления детали.
Сварочный КТЭ	Добавление нового сварочного конструкторско-технологического элемента в дерево. Новый КТЭ будет иерархически подчинен «корню» дерева. Элемент «сварочный КТЭ» может быть добавлен в техпроцессы изготовления детали и сборочной единицы.
Группу переходов	Добавление группы, объединяющей несколько переходов из техпроцесса. Этот элемент дерева КТЭ также является «папкой», в которую можно помещать различные переходы. Группа переходов может содержать несколько «вложенных» групп. Элемент «Группа переходов» может быть добавлен только в техпроцесс изготовления сборочной единицы.

Если курсор установлен на каком-либо КТЭ, то контекстное меню содержит следующий набор команд:

Пункт меню	Операция
Добавить КТЭ	Добавление нового КТЭ. Новый КТЭ будет подчинен элементу, выделенному в дереве КТЭ перед вызовом контекстного меню.
Удалить	Удаление активного (выделенного в дереве) КТЭ и соответствующих ему переходов из плана обработки.
Удалить с переходами из ТП	Удаление активного КТЭ из дерева. Вместе с КТЭ удаляются связанные с ним переходы из плана обработки и из технологического процесса.

Администратор ВЕРТИКАЛЬ может изменять состав контекстного меню дерева КТЭ.



Информация о каждом элементе дерева КТЭ размещается на вкладках, расположенных справа от дерева КТЭ. Чтобы просмотреть эту информацию, щелчком мыши выделите требуемый элемент в дереве. Все данные об элементе размещены на трех вкладках:

Вкладка	Данные
План обработки	На вкладке отображается эскиз КТЭ, на котором красными линиями выделены обрабатываемые поверхности. Справа от эскиза указывается список основных переходов, связанных с КТЭ.
Атрибуты	В таблице вкладки приведены атрибуты элемента — код и имя КТЭ, а также параметры его геометрического положения, используемые при обработке на станках с ЧПУ. Заполнение всех полей таблицы не обязательно.
3D-модель	На вкладке отображается 3D-модель детали, на которой красным цветом выделена поверхность, связанная с КТЭ.

Администратор ВЕРТИКАЛЬ может изменять количество и параметры вкладок дерева КТЭ.



Редактирование расположения элементов в дереве КТЭ

Операции перемещения элементов в дереве КТЭ можно выполнять двумя способами:

- с помощью кнопок  (Переместить вверх) и  (Переместить вниз), расположенных на инструментальной панели дерева КТЭ;
- с помощью мыши (функция «drag&drop»).

Вместе с выделенным объектом также перемещаются все подчиненные ему элементы.

Для перемещения элемента с помощью кнопок:

1. Щелчком мыши выделяем элемент, подлежащий перемещению в дереве КТЭ.
2. Нажатием кнопки  (или  — в зависимости от того, в каком направлении необходимо переместить элемент) перемещаем выделенный элемент до тех пор, пока он не займет требуемое положение в дереве КТЭ.

Для перемещения элемента с помощью мыши:

1. Щелчком мыши выделяем элемент, подлежащий перемещению в дереве КТЭ.
2. Не отпуская левой кнопки мыши, указываем место в дереве КТЭ, выше которого требуется поместить элемент.

Если выделенный элемент дерева требуется включить в состав другого элемента (т.е. переместить на подчиненный уровень иерархии):

1. Щелчком мыши выделяем элемент, подлежащий перемещению в дереве КТЭ.
2. Не отпуская левой кнопки мыши, указываем КТЭ, в состав которого будет входить перемещаемый КТЭ.
3. Отпускаем кнопку мыши. В автоматически открывшемся контекстном меню выбираем пункт **Добавить подчиненным**.

Для перемещения элемента в конец дерева выделяем элемент и указываем курсором (не отпуская левой кнопки мыши) на элемент, которому подчинен перемещаемый элемент.

Операция копирования элемента в дереве КТЭ выполняется с помощью мыши (функция «drag&drop») аналогично операции перемещения. При копировании элемента необходимо нажать и удерживать клавишу <Ctrl>.

2.8.2 Дерево ТП

Дерево технологического процесса (рисунок 12) отображает состав и иерархию операций, переходов, оснастки и др. объектов, составляющих технологический процесс изготовления ДСЕ. В состав компонентов дерева ТП входит само дерево техпроцесса и вкладки дерева ТП. «Корнем» дерева ТП всегда является деталь (сборочная единица).

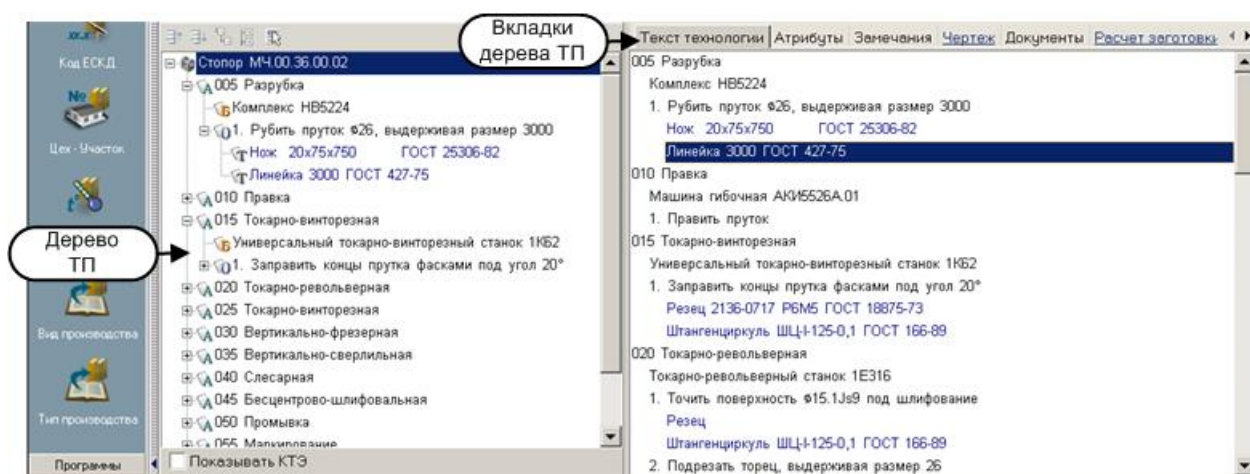


Рисунок 12 – Дерево ТП

В базовой поставке Вертикаль реализована следующая иерархия данных:

Уровень иерархии	Данные
1	Операции
2	Оборудование Профессия Оснастка операционная Вспомогательный материал СОЖ для операции Основные переходы Вспомогательные переходы Контролируемые параметры Инструкции
3	Оснастка Вспомогательный материал СОЖ для основного перехода Режимы обработки Инструкции
4	Сменные режущие части для режущего инструмента

Дерево ТП имеет такую же инструментальную панель, как и дерево КТЭ. Правила работы с деревьями ТП и КТЭ также одинаковы.

Редактирование состава дерева ТП

Редактирование состава дерева ТП производится с помощью контекстного меню, которое вызывается нажатием правой кнопки мыши:

Пункт меню	Операция
Добавить	Добавление нового элемента в дерево ТП. Новый элемент будет подчинен элементу, выделенному в дереве ТП перед вызовом контекстного меню. Состав команд пункта Добавить зависит от элемента, выделенного перед вызовом контекстного меню.
Удалить	Удаление элемента, выделенного в дереве ТП.

Информация о каждом элементе дерева ТП размещается на вкладках, расположенных справа от дерева ТП. Чтобы просмотреть эту информацию, щелчком мыши выделяем требуемый элемент в дереве. Перечень вкладок зависит от иерархического уровня, которому принадлежит выделенный элемент.

В базовой поставке ВЕРТИКАЛЬ реализован следующий состав вкладок:



Уровень	Вкладка	Данные
0 <i>Деталь, сборочная единица</i>	Текст технологии	Полный текст проектируемого технологического процесса. Данные для этой вкладки автоматически собираются с подчиненных уровней.
	Атрибуты	Таблица атрибутов ДСЕ: наименование и код детали, марка материала, чистый вес, габариты и др. Заполнение всех полей таблицы не обязательно.
	Замечания	Замечания к технологическому процессу.
	Чертеж	Чертеж ДСЕ, выполненный в КОМПАС-ГРАФИК.
	Основной материал	Данные по основному материалу детали (при совместном использовании ВЕРТИКАЛЬ с корпоративным справочником «Материалы и сортаменты»).
	Расчет заготовки	Результаты расчетов по нормированию заготовки (при совместном использовании ВЕРТИКАЛЬ с корпоративным справочником «Материалы и сортамент» и «Системой нормирования материала»).
	Документы	Вкладки с вспомогательными документами (инструкциями, управляющими программами для СЧПУ и пр.), подключенными к техпроцессу.

I	Текст операции	Полный текст операции, выделенной в дереве ТП. Данные для этой вкладки автоматически собираются с подчиненных уровней.
<i>Операция</i>	Атрибуты	Таблица атрибутов операции: номер, наименование и код операции; модель станка; номер цеха и др. Заполнение всех полей таблицы не обязательно.
	Трудовое нормирование	Перечень карт трудового нормирования по укрупненным нормам времени, по которым проводилось нормирование операции (при совместном использовании ВЕРТИКАЛЬ с «Универсальной системой трудового нормирования по УНВ»). Каждая строка вкладки содержит наименование карты, параметры расчета и результирующее значение норматива времени.
	Комментарий в карты	Текст комментария к операции ТП, который следует печатать в технологической документации.
	Эскиз	Технологический эскиз, выполненный в КОМПАС-ГРАФИК.
	Чертеж	Чертеж ДСЕ, выполненный в КОМПАС-ГРАФИК. Вкладка дублирует данные вкладки Чертеж детали (сборочной единицы).
	Карты	Список карт, в которых не указывается данная операция.
	II	Текст операции
<i>Основной переход, вспомогательный переход</i>	Текст перехода	Вкладка предназначения для редактирования текста основного перехода.
	Атрибуты	Таблица атрибутов перехода: номер перехода, тип перехода и др. Структуры таблиц атрибутов основного и вспомогательного перехода имеют некоторые отличия. Заполнение всех полей таблицы атрибутов не обязательно.
	Эскиз	Вкладки с операционными эскизами. Вкладка дублирует данные вкладки Эскиз операции.
	Чертеж	Чертеж детали (сборочной единицы). Вкладка дублирует данные вкладки Чертеж детали (сборочной единицы).
	Трудовое нормирование	Результаты расчета норм времени на основной переход, полученные в Универсальной системе трудового нормирования по УНВ.
III, IV	Атрибуты	Таблица атрибутов выделенного элемента. Например, если в дереве ТП выделен элемент «Режущий инструмент» (РИ), то таблица атрибутов содержит: вид, тип и описание РИ, обозначение типоразмера РИ, номер инструмента и др. Заполнение таблицы проводится с помощью справочников.
<i>Оснастка, СОЖ, вспомогательный материал и др.</i>	Текст операции	Полный текст операции, в которую входит выделенный элемент. Вкладка дублирует данные вкладки Текст операции соответствующей операции.
	Информация	Справочная информация об элементе, полученная из базы данных ВЕРТИКАЛЬ-Справочники.
	Эскиз	Вкладки с операционными эскизами. Вкладка дублирует данные вкладки Эскиз операции.
	Чертеж	Чертеж детали (сборочной единицы). Вкладка дублирует данные вкладки Чертеж детали (сборочной единицы).

Администратор ВЕРТИКАЛЬ может изменять количество и параметры вкладок дерева ТП.



Редактирование расположения элементов в дереве ТП

Операции перемещения элементов в дереве ТП можно выполнять двумя способами:

- с помощью кнопок  (*Переместить вверх*) и  (*Переместить вниз*), расположенных на инструментальной панели дерева ТП;
- с помощью мыши (функция «drag&drop»).

Вместе с выделенным объектом также перемещаются все подчиненные ему элементы.

Перемещение кнопками производится только внутри группы объектов, расположенных на одном уровне иерархии. Для перемещения элемента с помощью кнопок:

4. Щелчком мыши выделяем элемент, подлежащий перемещению в дереве ТП.
5. Нажатием кнопки  (или  — в зависимости от того, в каком направлении необходимо переместить элемент) перемещаем выделенный элемент до тех пор, пока он не займет требуемое положение в дереве ТП.

Для перемещения элемента с помощью мыши:

6. Щелчком мыши выделяем элемент, подлежащий перемещению в дереве ТП.
7. Не отпуская левой кнопки мыши, указываем место в дереве ТП, выше которого требуется поместить элемент.

Если выделенный элемент дерева требуется включить в состав другого элемента (т.е. переместить на подчиненный уровень иерархии):

8. Щелчком мыши выделяем элемент, подлежащий перемещению в дереве ТП.
9. Не отпуская левой кнопки мыши, указываем объект в дереве ТП, в состав которого требуется включить перемещаемый элемент.

Операция копирования элемента в дереве ТП выполняется с помощью мыши (функция «drag&drop») аналогично операции перемещения. При копировании элемента необходимо нажать и удерживать клавишу <Ctrl>.

2.9 Графические элементы технологического процесса

В системе ВЕРТИКАЛЬ предусмотрена работа технолога со всеми видами графических документов: трехмерными моделями, чертежами и эскизами изделий. Применение графических документов при проектировании техпроцессов изготовления ДСЕ позволяет решать следующие задачи:

- повысить эффективность методов проектирования ТП на основе конструкторско-технологических элементов
- значительно упростить процедуры навигации по тексту техпроцесса и поиска требуемых частей ТП
- сократить количество ошибок допускаемых на этапах технологической подготовки производства
- обеспечить наглядность технологической информации

Максимум возможностей применения графических документов реализуется при совместном использовании ВЕРТИКАЛЬ с системой трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D (версия V8 Plus или выше). Технолог имеет возможность подключить графические документы созданные на этапе конструирования к технологическому процессу и использовать их при проектировании ТП. Кроме того, технологу доступны операции создания и редактирования графических документов типа чертеж и эскиз. Следует отметить, что при подключении, какого либо графического документа к ТП данные из файла графики копируются в файл техпроцесса. Если впоследствии в графический документ были внесены какие-либо изменения, то для отображения этих изменений в ТП следует повторить процедуру подключения графического документа.

2.9.1 3D-модель

Работа технолога с трехмерной моделью ДСЕ выполненной в системе трехмерного твердотельного моделирования производится на вкладке 3D-модель (рисунок 13).

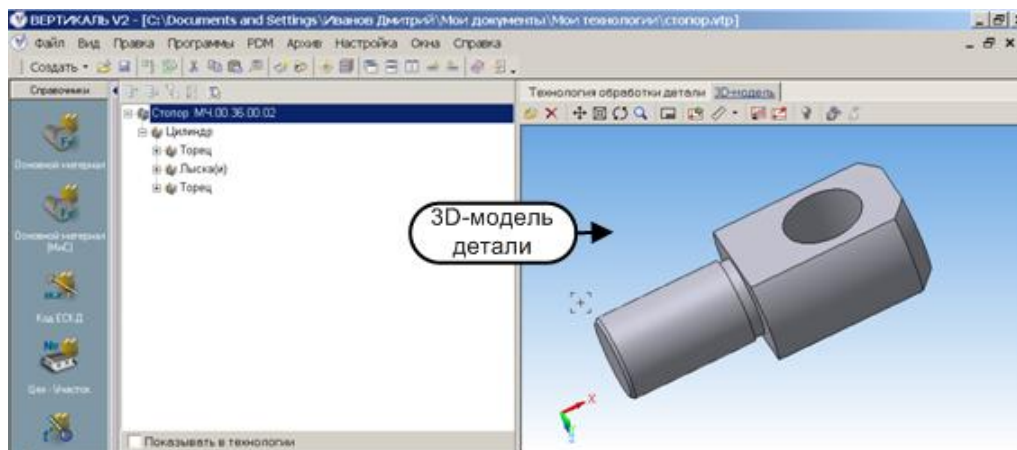



Рисунок 13 – Вкладка 3D-модель

Пользователю ВЕРТИКАЛЬ доступен минимальный набор операций с моделью:


- выделение поверхностей модели, граней, ребер, вершин
- изменение параметров отображения модели в окне изменение масштаба плоское перемещение вращение
- измерение геометрии модели

Подключение 3D-модели к техпроцессу

Процедура подключения модели к техпроцессу проста:

1 Нажимаем кнопку  **Загрузить модель с диска** на инструментальной панели вкладки 3D-модель.

2 В окне **Открыть** выбираем нужный файл модели *.m3d и нажимаем кнопку **Открыть**.

Чтобы удалить подключенную модель из вкладки нажимаем кнопку  **Удалить модель** на инструментальной панели вкладки 3D-модель.

2.9.2 Чертеж

Работа технолога с чертежом ДСЕ, выполненном в графической САПР осуществляется на вкладке Чертеж (рисунок 14).

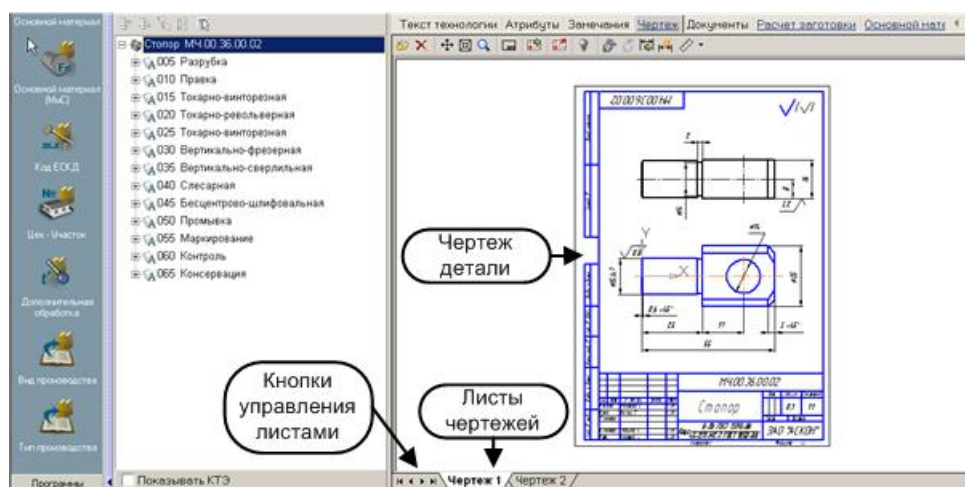


Рисунок 14 – Вкладка Чертеж


В системе ВЕРТИКАЛЬ можно производить следующие операции над чертежом:


- выделение элементов чертежа графических примитивов
- изменение параметров отображения чертежа в окне изменение масштаба и плоское перемещение

- редактирование чертежа
- импорт данных из основной надписи чертежа в технологический процесс
- измерение геометрии детали сборочной единицы на чертеже
- установка связей параметров чертежа с переходами и конструкторско-технологическими элементами

Подключение чертежа к техпроцессу

Процедура подключения чертежа к техпроцессу аналогична подключению модели:





- 1 Нажимаем кнопку  **Открыть чертеж** на инструментальной панели вкладки **Чертеж**.
- 2 В окне **Открыть** выбираем нужный файл чертежа *.cdw и нажимаем кнопку **Открыть**.

Чтобы удалить подключенный чертеж из вкладки нажимаем кнопку  **Удалить чертеж** на инструментальной панели вкладки **Чертеж**.

К одному технологическому процессу можно подключить несколько чертежей. Каждый подключенный чертеж отображается на отдельной вкладке так называемом листе (рисунок 14). Имя листа доступно для редактирования. Для его выполнения необходимо:


- 1 Двойным щелчком левой кнопки мыши на имени листа запустить режим редактирования имени.
- 2 Ввести новое имя листа и нажать клавишу *Enter*.

Переключение между листами осуществляется щелчком мыши на имени листа либо кнопками управления листами:

	Переключение на первый лист чертежа.
	Переключение на предыдущий лист чертежа.
	Переключение на следующий лист чертежа.
	Переключение на последний лист чертежа.

Редактирование чертежа

В процессе работы можно вносить изменения в чертеж, подключенный к технологическому процессу. Редактирование чертежа осуществляется инструментами и средствами приложения, в котором был создан чертеж. Следует отметить, что при подключении чертеж полностью копируется в файл техпроцесса, поэтому сделанные технологическими изменения не повлияют на содержание основного файла чертежа.

Для запуска режима редактирования чертежа нажимаем на кнопку  (**Редактировать**), расположенную на инструментальной панели вкладки **Чертеж**.


После внесения необходимых изменений сохраняем их и возвращаемся в ВЕРТИКАЛЬ. Если редактирование чертежа выполняется в системе КОМПАС, то возврат в ВЕРТИКАЛЬ проводится следующим образом:

- 1 Выполняем команду **Файл — Сохранить** (или нажимаем кнопку **Сохранить** на инструментальной панели КОМПАС).
- 2 Выполняем команду **Библиотеки — Вернуться в библиотеку** для возврата в ВЕРТИКАЛЬ.

Импорт данных из чертежа в технологический процесс

Чертеж, выполненный в системе КОМПАС, содержит набор данных о ДСЕ, которые были введены конструктором на этапе проектирования: наименование ДСЕ, масса, обозначение, марка материала и др.

Чтобы исключить вероятность ошибки и сократить время ввода этих данных в атрибуты ДСЕ, можно импортировать данные из чертежа, подключенного к техпроцессу. Для этого:

- 1 Нажимаем кнопку  (**Получить данные из чертежа**), расположенную на инструментальной панели вкладки **Чертеж**.
- 2 В открывшемся окне **Данные из чертежа** снимаем маркеры напротив тех параметров, которые не требуется импортировать из чертежа (рисунок 15).
- 3 Нажимаем кнопку **OK** для запуска процесса импорта.

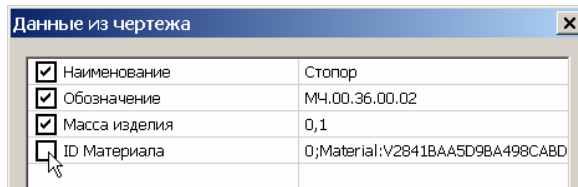


Рисунок 15 – Выбор передаваемых в ТП параметров

В процессе импорта данные на вкладке **Атрибуты детали** автоматически заменяются данными из файла чертежа.

2.9.3 Эскиз

Работа технолога с эскизом ДСЕ, выполненном в графической САПР, осуществляется на вкладке **Эскиз** из состава вкладок дерева ТП (рисунок 16).

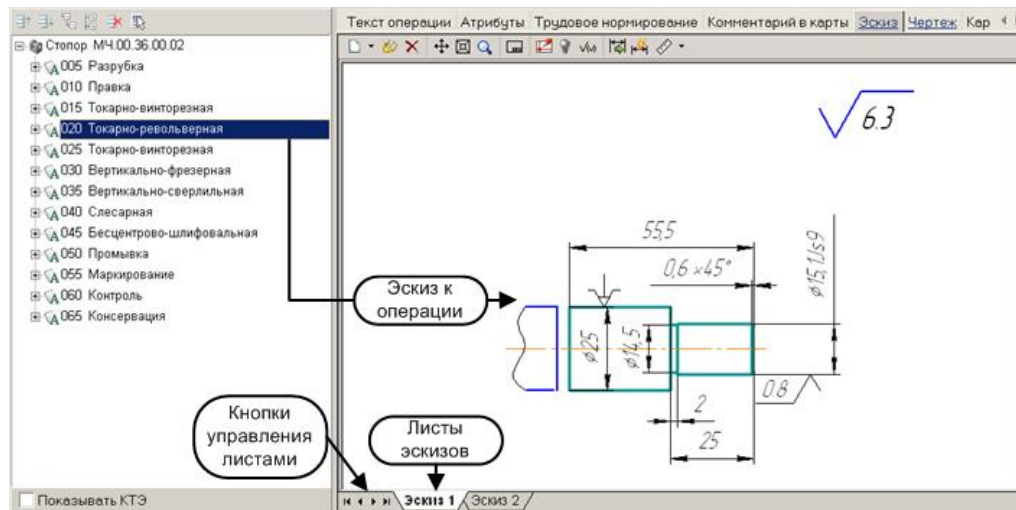


Рисунок 16 – Вкладка Эскиз

В системе ВЕРТИКАЛЬ можно производить следующие операции над эскизом:

- создание новых эскизов на основе различных шаблонов;
- подключение файла эскиза к операции ТП;
- изменение параметров отображения эскиза в окне (изменение масштаба и плоское перемещение);
- редактирование эскиза;
- настройка связи между конструкторскими параметрами, заданными на эскизе, и элементами ТП;
- измерение и импорт размеров из эскиза в техпроцесс.

Эскизы подключаются к операциям технологического процесса. Чтобы посмотреть эскиз, подключенный к какой-либо операции, необходимо выбрать эту операцию в дереве ТП и перейти на вкладку **Эскиз**.

Подключение файла эскиза к операции технологического процесса

Процедура подключения эскиза к операции ТП состоит из следующих операций:

1 Нажимаем кнопку (**Подключить эскиз**) на инструментальной панели вкладки **Эскиз**.

2 В окне **Открыть** выбираем нужный файл эскиза (*.frw) и нажимаем кнопку **Открыть**.

Чтобы удалить подключенный эскиз из вкладки, нажимаем кнопку (**Удалить эскиз**) на инструментальной панели вкладки.

Можно подключить к одной операции несколько эскизов. Каждый подключенный эскиз отображается на отдельной вкладке (так называемом «листе»), которая создается при подключении эскиза к операции. Имя листа эскиза доступно для редактирования. Оно выполняется аналогично редактированию имени чертежа.

Создание нового эскиза


В процессе проектирования ТП можно создать новый эскиз, обратившись к графической САПР непосредственно из окна ВЕРТИКАЛЬ. В базовой поставке ВЕРТИКАЛЬ настроена на работу с

системой КОМПАС.

Создание нового эскиза возможно четырьмя способами:

Способ	Комментарий
Из шаблона	Новый эскиз создается на основе шаблона эскизов, выбранного пользователем. Все шаблоны эскизов хранятся в подкаталоге <i>TEMPLATE</i> корневого каталога ВЕРТИКАЛЬ.
Из эскиза	Новый эскиз создается на основе эскиза, выбранного пользователем из эскизов, подключенных к другим операциям техпроцесса. Данный способ наиболее эффективен в случае, когда два эскиза (выбранный и создаваемый) имеют незначительные отличия.
Из чертежа	Новый эскиз создается на основе чертежа ДСЕ.
Из 3D-модели	Новый эскиз создается на основе 3D-модели детали (сборочной единицы).

Алгоритм создания нового эскиза включает следующие операции:


- 1 В дереве ТП указываем операцию, к которой требуется подключить эскиз.
- 2 Переходим на вкладку **Эскиз**.
- 3 Нажимаем кнопку  (*Создать эскиз*).
- 4 В окне **Новый эскиз** нажимаем кнопку, соответствующую выбранному способу создания эскиза. Способ создания эскиза можно также выбрать из списка кнопки *Создать эскиз*.
- 5 В списке документов окна **Новый эскиз** выбираем документ (шаблон, эскиз, чертеж и т.д.), на основе которого будет создан эскиз. Вид и перечень доступных документов зависит от способа, выбранного для создания нового эскиза. Содержание документа, выбранного в списке, отображается в окне просмотра.
- 6 Нажимаем кнопку **ОК**.

Система сформирует на вкладке **Эскиз** новый лист и поместит на него выбранное изображение. Пользователь может отредактировать созданный эскиз или оставить его без изменений.

Переключение между листами эскизов осуществляется щелчком мыши на имени листа либо кнопками управления листами аналогично переключению между листами чертежей.

Редактирование эскиза

Редактирование эскиза осуществляется инструментами и средствами приложения, в котором эскиз был создан. Как и прочие графические документы техпроцесса ВЕРТИКАЛЬ, эскиз полностью помещается в файл техпроцесса.

Для запуска режима редактирования эскиза нажимаем на кнопку  (*Редактировать*), расположенную на инструментальной панели вкладки **Эскиз**.

После внесения необходимых изменений сохраните их и вернитесь в ВЕРТИКАЛЬ. Если редактирование эскиза выполняется в системе КОМПАС, то возврат в ВЕРТИКАЛЬ проводится следующим образом:

- 1 Выполняем команду **Файл — Сохранить** (или нажимаем кнопку *Сохранить* на инструментальной панели КОМПАС).
- 2 Выполняем команду **Библиотеки — Вернуться в библиотеку** для возврата в ВЕРТИКАЛЬ.

2.10 Настройка связей между элементами техпроцесса

Традиционный подход к отображению информации о техпроцессе в виде дерева и вкладок ориентирован на изложение последовательности изменения состояний заготовки во времени. Он привычен для технолога, поскольку близок к стандартной бумажной форме представления информации. Основным недостатком такого подхода, особенно заметного при проектировании сложных техпроцессов, является отсутствие механизмов, которые бы позволили просматривать и оперативно корректировать планы обработки отдельных конструктивных элементов детали.

ВЕРТИКАЛЬ содержит компонент «Дерево КТЭ», позволяющий собирать переходы вместе и работать с ними как с самостоятельным фрагментом технологического процесса.

Настройка связей между деревом КТЭ, деревом ТП и 3D-моделью (чертежом) позволяет легко ориентироваться в сложных техпроцессах, оперативно редактировать их содержание и выявлять допущенные ошибки, а также значительно повысить скорость проектирования техпроцессов на основе ТП-аналога.

Пользователь может настроить следующие связи между элементами техпроцесса:

- связь «Дерево КТЭ — Дерево ТП»;
- связь «Дерево КТЭ — 3D-модель»;
- связь «Дерево КТЭ — Чертеж».

Настройка связей «Дерево КТЭ — Дерево ТП» и «Дерево КТЭ — 3D-модель» (или «Дерево КТЭ — Чертеж») обеспечивает возможность сквозной навигации по всем структурным компонентам техпроцесса. Связующим звеном между элементами техпроцесса выступает дерево КТЭ.

2.10.1 Настройка связи между элементами Дерева КТЭ и Дерева ТП

Чтобы настроить связи между элементами дерева КТЭ и дерева ТП, необходимо синхронизировать переходы в дереве ТП и на вкладке **План обработки** дерева КТЭ. Такая синхронизация осуществляется «перетаскиванием» мышью текста основного перехода (функция «drag&drop»). Направление «перетаскивания» (из дерева ТП в дерево КТЭ или наоборот) определяется выбранным методом проектирования техпроцесса. «Перетаскивание» переходов из плана обработки в дерево ТП выполняется по определенным правилам.

Если проектирование техпроцесса ведется наполнением дерева ТП, то для создания связи с деревом КТЭ необходимо выполнить следующие действия (рисунок 17):

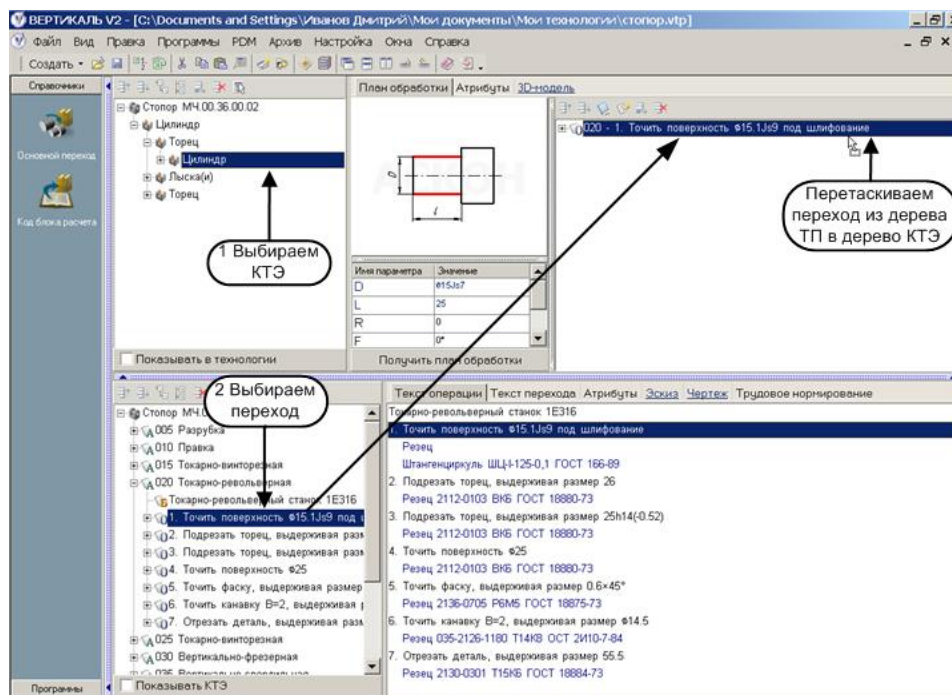




Рисунок 17 – Настройка связи между переходом и КТЭ

1 Выберем элемент дерева КТЭ, с которым следует связать основной переход из дерева ТП.

2 В дереве ТП левой кнопкой мыши указываем основной переход.

3 Не отпуская кнопки мыши, перетаскиваем основной переход из дерева ТП на вкладку **План обработки** выбранного КТЭ.

Чтобы удалить какой-либо переход из вкладки **План обработки**, выделите этот переход и нажимаем кнопку  (*Удалить переход из плана обработки*), расположенную на инструментальной панели вкладки.

Чтобы удалить какой-либо переход сразу из вкладки **План обработки** и из дерева ТП, выделяем этот переход на вкладке **План обработки** и нажимаем кнопку  (**Удалить из плана обработки и ТП**), расположенную на инструментальной панели вкладки.

Если проектирование техпроцесса ведется наполнением дерева КТЭ, то для создания связи с деревом ТП выполните следующие действия (рисунок 18):

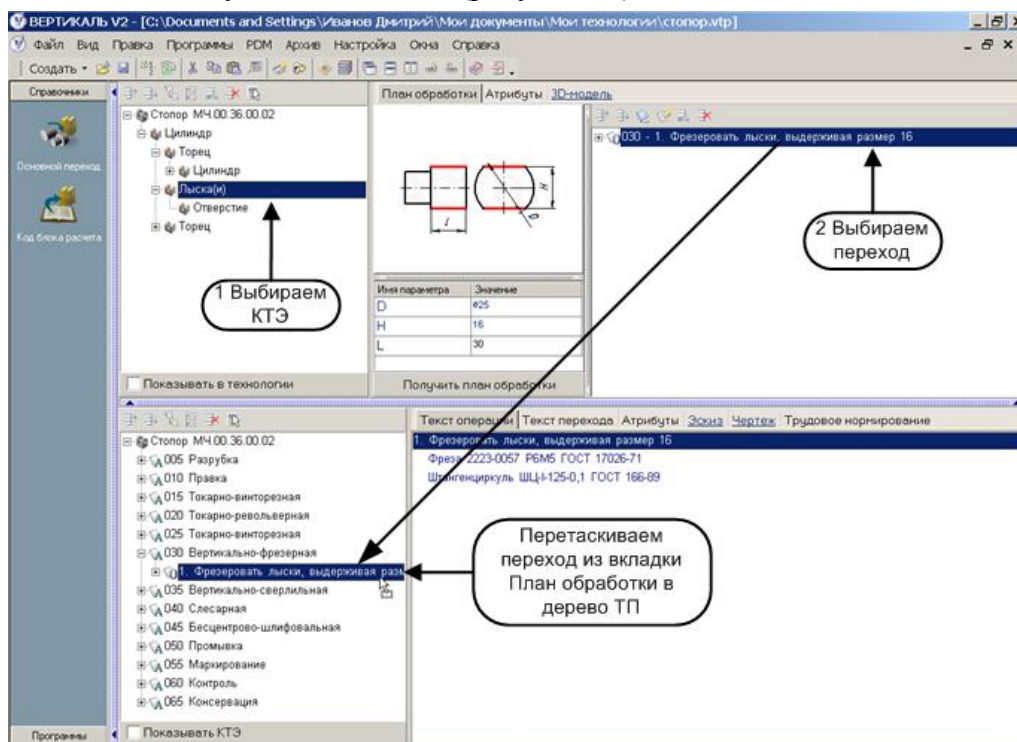


Рисунок 18 – Настройка связи между КТЭ и переходом из ТП

1 Выбираем КТЭ.

2 На вкладке **План обработки** указываем основной переход, который следует перенести в техпроцесс.

3 Не отпуская кнопки мыши, перетаскиваем основной переход из вкладки **План обработки** в дерево ТП. Если при копировании в дереве ТП указать операцию, то перемещаемый переход будет вставлен последним в ряду переходов, подчиненных выбранной операции. Если при копировании в дереве ТП указать переход, то перемещаемый переход будет вставлен перед переходом, указанным в дереве.

В случае если последовательность переходов в техпроцессе и в плане обработки КТЭ будет различаться, то текст неверно расположенного перехода выделяется красным цветом.

Правила распределения переходов из плана обработки (дерево КТЭ) по операциям дерева ТП

Распределение переходов из плана обработки (дерево КТЭ) по операциям дерева ТП подчиняется следующим правилам:

- переход из плана обработки КТЭ можно добавить только к операции соответствующего передела (вида обработки). Например, нельзя добавить переход «Сверлить отверстие...» к операции сварки;
- если последовательность переходов в техпроцессе и в плане обработки КТЭ различаются, то текст неверно расположенного перехода выделяется красным цветом на вкладке **План обработки** и в дереве ТП.

2.10.2 Настройка связи между элементами дерева КТЭ и 3D-модели

Настройка связей между элементами дерева КТЭ и 3D-модели обеспечивает наглядное «проецирование» технологического процесса на геометрию детали, что также способствует повышению качества проектирования ТП.

Настройка связей проводится по следующему алгоритму (рисунок 19):

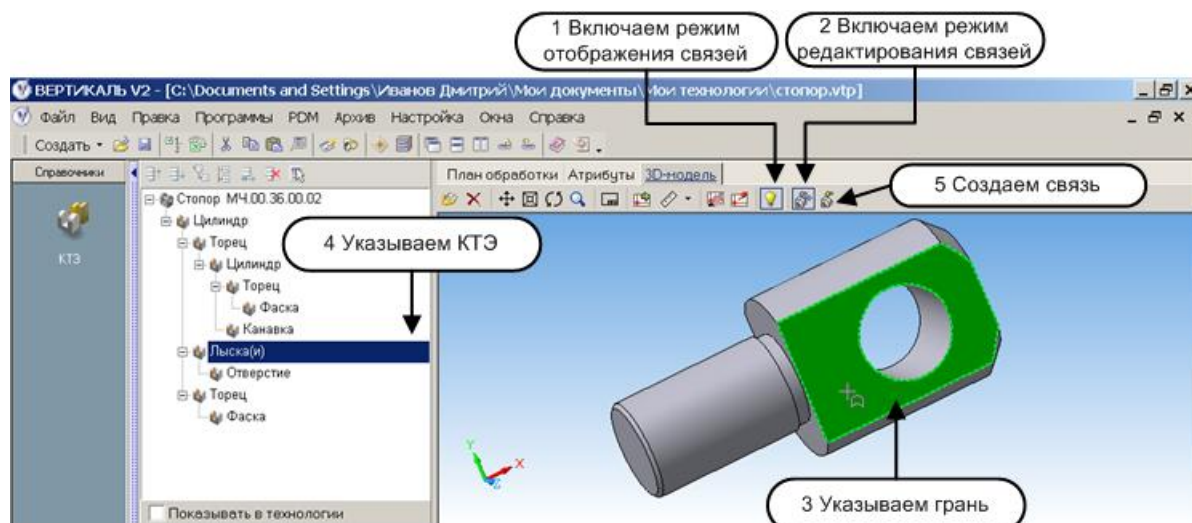






Рисунок 19 – Настройка связи между КТЭ и элементом 3D-модели

- 1 Включаем режим отображения связей КТЭ и 3D-модели, нажав кнопку  (*Показывать связи*) на инструментальной панели вкладки **3D-модель**.
- 2 Включаем режим редактирования связей — нажимаем кнопку  (*Редактирование связей*) на инструментальной панели вкладки **3D-модель**.
- 3 Выделяем грань (грани) 3D-модели, которую требуется связать с конструкторско-технологическим элементом из дерева КТЭ. В процессе выделения граней можно пользоваться инструментами управления 3D-моделью.
- 4 В дереве КТЭ указываем (щелчком мыши) элемент, с которым требуется связать выделенные грани 3D-модели.
- 5 Зафиксируем связь, для чего нажимаем кнопку  (*Создать связь*) на инструментальной панели вкладки **3D-модель**.
- 6 Повторяем пункты 3 – 5 алгоритма для создания остальных связей граней 3D-модели с КТЭ.
- 7 Повторно нажимаем кнопку  для выхода из режима редактирования связей.

Если для детали, на изготовление которой проектируется техпроцесс, конструктором не сформирована 3D-модель, то подобная настройка связей может быть выполнена и для чертежа, подключенного к техпроцессу.

2.11 Методы проектирования технологических процессов в САПР ВЕРТИКАЛЬ

Рассмотрим основные методы проектирования технологических процессов реализуемые в САПР ВЕРТИКАЛЬ. Важно понимать, что проведенная группировка операций по методам сделана только из методических соображений. На различных этапах проектирования реального ТП целесообразно применение разных методов. Например, часть технологических операций скопировать из техпроцесса аналога, другую часть операций сформировать с помощью справочников по операциям и переходам, некоторые переходы скопировать из библиотеки пользователя и т. д. Выбор доминирующего метода проводится по результатам предварительной оценки уникальности проектируемого ТП.

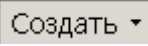
2.11.1 Проектирование формированием дерева ТП

Рассмотрим реализацию в ВЕРТИКАЛЬ традиционного метода проектирования ТП изложения последовательных изменений состояний заготовки во времени.

В системе ВЕРТИКАЛЬ пользователь может создавать техпроцессы двух видов:

- технологический процесс изготовления детали;
- технологический процесс изготовления сборочной единицы.

В обоих случаях алгоритм создания нового техпроцесса одинаков:

- 1 Выполняем команду **Файл — Создать** (или нажимаем кнопку  на инструментальной панели).
- 2 В открывшемся меню выбираем пункт **ТП на деталь** (если требуется создать ТП изготовления детали) или **ТП на сборочную единицу** (если требуется создать ТП изготовления сборочной единицы).

Для проектирования техпроцесса данным методом технолог выполняется только наполнение дерева ТП. В этом случае рекомендуется скрыть окно дерева КТЭ передвинув сплиттер, разделяющий окна дерева ТП и дерева КТЭ в крайнее верхнее положение (рисунок 20).

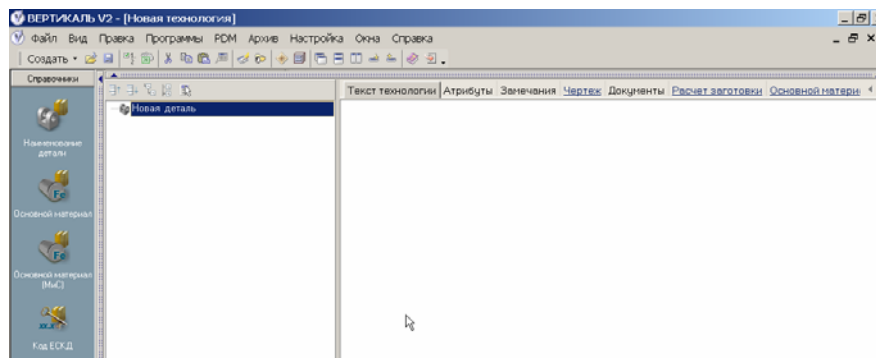


Рисунок 20 – Начало создания ТП

Редактирование атрибутов ДСЕ

Вся информация о детали, сборочной единице, на которую проектируется технологический процесс размещается на вкладке **Атрибуты**. Чтобы ввести атрибуты ДСЕ необходимо перейти на вкладку **Атрибуты** и заполнить нужные поля. Заполнение полей может проводиться вручную с клавиатуры или с помощью справочников УТС. Заполнение всех полей вкладки не обязательно. Порядок последовательность заполнения полей не значим. Все данные вкладки **Атрибуты** могут быть впоследствии отредактированы.

Добавление операций и переходов в текст ТП

Добавление операций и переходов в проектируемый технологический процесс осуществляется с помощью контекстного меню. Чтобы добавить операцию в техпроцесс выполняем следующие действия:

1 Щелкаем правой кнопкой мыши на корне дерева ТП для вызова контекстного меню или нажимаем кнопку **Вызов контекстного меню** на инструментальной панели дерева.

2 В контекстном меню выбираем единственный пункт **Добавить операцию**.

3 В открывшемся справочнике Операции выбираем нужную операцию и нажимаем кнопку **Применить**.

При необходимости указываем цех участок и другие атрибуты операции, воспользовавшись соответствующими справочниками УТС, вызываемые с помощью кнопок на панели вызова справочников. Атрибуты операции (СОЖ, номер цеха и др. могут быть отредактированы в любой момент работы над ТП).

Аналогичным образом указываем применяемое оборудование:

1 Щелкаем правой кнопкой мыши на операции для вызова контекстного меню (или нажимаем кнопку **Вызов контекстного меню** на инструментальной панели дерева).

2 В контекстном меню выбираем пункт **Добавить — Станок**.

3 В открывшемся справочнике «Станки» выбираем нужную модель оборудования и нажимаем кнопку **Применить**. Напомним, что в процессе поиска данных в справочнике можно использовать автоматический подбор, сортировку данных и многокритериальный поиск.

В случае, когда операция предполагает использование двух и более видов оборудования, данные об оборудовании следует вводить так:

1 один вид оборудования следует указать при добавлении операции в дерево ТП;

2 остальные виды оборудования, используемые в операции, добавить в дерево ТП через контекстное меню. Для этого установите курсор на операцию в дереве ТП, правой кнопкой мыши откройте контекстное меню и выбрать пункты **Добавить — Станок**.

Если необходимо указать карты, в которые НЕ ДОЛЖНА выводиться данная операция, выполните следующие действия:

1 Выберите эту операцию в дереве ТП.

2 Перейдите на вкладку **Карты** дерева ТП.

3 Щелчком правой кнопки мыши откройте контекстное меню и выберите пункт **Добавить**.

4 В открывшемся универсальном технологическом справочнике выберите карту, в которую не нужно выводить операцию, и нажмите кнопку **Применить**.

5 Повторяя операции п. 3 – 4 алгоритма, на вкладке **Карты** сформируйте список карт, в которых не будет указана выбранная операция.


Формирование переходов в операциях техпроцесса проводится в порядке, аналогичном формированию операций:

- 1 Щелкаем правой кнопкой мыши в дереве ТП на операции, к которой требуется добавить переход.
- 2 В контекстном меню выбираем пункты **Добавить — Основной переход** (если требуется сформировать основной переход) или **Добавить — Вспомогательный переход** (если требуется сформировать вспомогательный переход).
- 3 В окне универсального справочника формируем текст перехода (выбором соответствующих значений в справочнике) и нажимаем кнопку **Применить**.

Если при работе с контекстным меню (см. п. 2 алгоритма) нажать и удерживать клавишу **<Ctrl>**, то система сформирует новый пустой переход в дереве ТП, не обращаясь к справочнику.

Атрибуты перехода могут быть отредактированы пользователем в любой момент работы над ТП вручную или с помощью справочника.

Чтобы отредактировать текст перехода вручную, выбираем этот переход в дереве ТП и перейдите на вкладку **Текст перехода**. В верхней части вкладки размещается текст перехода, в нижней части — информация о параметрах перехода (размерах, значениях шероховатости и др.). Устанавливаем курсор (щелчком мыши) в верхнем окне и введите текст перехода. При вводе текста можно воспользоваться технологическим словарем.

Если в операцию необходимо добавить сразу несколько переходов, для ускорения процедуры воспользуемся кнопкой  (**Добавить переход**) (или сочетанием **<Alt> + <Enter>**), расположенной на инструментальной панели вкладки **Текст перехода** — в дерево ТП добавляется новый элемент «Переход», вкладка **Текст перехода** (для нового элемента) остается активной.

Вставка данных о технологической оснастке, вспомогательных материалах и др.

Вставка данных о технологической оснастке, вспомогательных материалах, средствах защиты и др. в дерево ТП проводится по аналогии с процедурами формирования операций и переходов. Например, чтобы для основного перехода указать режущий инструмент, выполняем следующие действия:

- 1 Щелкаем правой кнопкой мыши в дереве ТП на переходе механообработки, в котором требуется указать режущий инструмент.
- 2 В контекстном меню выбираем пункты **Добавить — Режущий инструмент**.
- 3 В окне универсального технологического справочника выбираем режущий инструмент и нажмите кнопку **Применить**.

Если при работе с контекстным меню (см. п. 2 алгоритма) нажать и удерживать клавишу **<Ctrl>**, то система сформирует в дереве ТП новый пустой объект «Режущий инструмент», не обращаясь к справочнику.

Справочные данные о режущем инструменте (вспомогательном, измерительном инструменте и т.д.), добавленном в техпроцесс, отображаются на вкладке **Информация**. Все данные, размещенные на вкладке, выбираются из универсального технологического справочника. Редактирование справочных данных возможно только средствами **ВЕРТИКАЛЬ-Справочники**.

Для ускорения процесса проектирования можно к операциям добавлять переходы сразу вместе с оснасткой. Этот способ формирования ТП удобен в случаях, когда по тексту используются или близкие по содержанию переходы со сходными наборами оснастки. Чтобы добавить в ТП переход сразу с оснасткой:

- 1 Щелкаем правой кнопкой мыши в дереве ТП на операции, к которой требуется добавить переход.
- 2 В контекстном меню выбираем пункт **Добавить — Основной переход с оснасткой**.
- 3 В справочнике выбираем нужный переход и нажмите кнопку **Применить**. Если к выбранному переходу подключена какая-либо оснастка, то информация о ней будет автоматически передана в дерево ТП **ВЕРТИКАЛЬ**.

Чтобы подключить к переходу какую-либо оснастку (режущий, измерительный инструмент и т.п.) для последующей автоматической вставки этой оснастки при выборе перехода, выполняем следующие действия:

1 В дереве ТП стандартными способами сформируем текст перехода.

2 Добавляем к переходу требуемые средства технологического оснащения. В таких случаях в дереве ТП можно указывать, как конкретный экземпляр оснастки (например, типоразмер РИ), так и вид оснастки (например, «Сверло»).

3 Устанавливаем курсор на элемент «Переход» в дереве ТП. В разделе **Программы** панели вызова справочников и программ нажимаем кнопку **Сохранить фрагмент ТП**.

В результате оснастка, указанная для перехода, сохранится в базе данных в привязке к переходу. В дальнейшем этот переход можно будет добавлять в дерево ТП сразу вместе с технологическим оснащением.

Вставка значений размеров и шероховатостей в текст перехода


Размеры, шероховатости и числа (целые, вещественные) могут использоваться как параметры перехода. Это позволяет оперативно менять значения размеров во всем техпроцессе, передавать введенные значения во внешние модули и приложения, быстро формировать ТП на основе типового техпроцесса.

Вставка параметризованных размеров, шероховатостей и чисел в переход осуществляется на вкладке **Текст перехода** с помощью контекстного меню:

1 В тексте перехода устанавливаем курсор в место вставки параметра (размера, шероховатости и т.п.).

2 Нажимаем правую кнопку контекстного меню и в пункте **Добавить** выбираем тип вставляемого параметра («Размер», «Шероховатость», «Целое число», «Вещественное число»).

3 В открывшемся окне **Редактирование размера** вводим требуемые параметры размера:

- имя параметра по умолчанию указывается как «Параметр0». При необходимости имя параметра можно впоследствии изменить в таблице вкладки **Текст перехода**, не вызывая окно **Редактирование размера**;
- значение размера можно вводить вручную (с клавиатуры); с помощью кнопок **Вверх** и **Вниз**, расположенных справа от поля значения; выбором значения из рядов предпочтительных чисел. В последнем случае необходимо нажать кнопку **Значение**, выбрать сначала ряд (Ra5 — Ra40), а затем требуемое значение из ряда;
- текст, вставляемый до значения размера, следует ввести в поле **Текст до**. Чтобы вставить в текст спецсимволы «Ø», «R» или «M», устанавливаем маркер напротив соответствующей опции. Если необходимо вставить какой-либо другой спецсимвол, нажимаем кнопку  и в таблице двойным щелчком мыши укажем нужный спецсимвол;
- значение качества можно также вводить вручную или с помощью рядов. Во втором случае выберем систему качеств (вала, отверстия) и требуемый ряд качеств. Выбор системы осуществляется с помощью правой кнопки на панели редактирования качества, выбор ряда — с помощью левой кнопки. Затем нажимаем кнопку, расположенную справа от поля **Качество**, и выбираем качество из раскрывающегося списка. Если значение качества требуется вставить в текст перехода, установим маркер напротив опции **Включить**;
- значения отклонений можно вводить вручную (с клавиатуры) либо с помощью кнопок **Вверх** и **Вниз**, расположенных справа от полей отклонений. Кроме того, значения отклонений указываются автоматически в соответствии с качеством, выбранным пользователем. При ручном вводе отклонений можно воспользоваться кнопкой +/- для ввода значений симметричного поля допусков. Если значения отклонений требуется вставить в текст перехода, устанавливаем маркер напротив опции **Включить**;
- приложение позволяет подобрать значение качества по известным значениям отклонений размера. Для этого заполняем поля верхнего и нижнего отклонений и нажимаем кнопку **Подобрать качество**;
- текст, вставляемый после значения размера (качества, отклонений), следует ввести

в поле **Текст после**. Для быстрого ввода значения « $\times 45^\circ$ » используйте соответствующую кнопку.

Проверяем правильность задания размера и его параметров в тестовом окне и нажимаем кнопку ОК.



В нижней части вкладки **Текст перехода** появится запись, содержащая параметры размера. Значение размера, вставленное в текст перехода, выделяется синим цветом.

Ввод значения угла осуществляется в порядке, аналогичном вводу параметра размера. Значение угла указывается в окне **Редактирование углового размера**.

При вводе значения угла необходимо учитывать следующие особенности:

- в раскрывающемся списке опции **Вид** можно указать размерность задания угла:

Вид	Комментарий
Градусы/Минуты/Секунды	Значение угла указывается в размерностях {градус}°{минута}'{секунда}''.
Градусы	Значение угла указывается в градусах. Минуты и секунды пересчитываются как дробное значение градуса.
Радианы	Значение угла указывается в радианах.

- если опция **Вид** редактируется после ввода значения угла, то значение автоматически пересчитывается;
- ввод знака отклонений («+» или «-») при установленном виде «Градусы/минуты/секунды» выполняется с помощью специальных кнопок, расположенной перед полями с отклонениями. Положительный знак отклонения указывается кнопкой , отрицательное — кнопкой . Щелчок мыши на кнопке изменяет знак отклонения.

Ввод параметра шероховатости осуществляется в порядке, аналогичном вводу параметра размера. Значение шероховатости указывается в окне **Редактирование шероховатости**.

Требуемое значение шероховатости можно ввести вручную или выбрать из раскрывающегося списка. Значения, отображаемые в полях Ra и Rz, синхронизированы — изменение значения в одном поле приведет к автоматическому изменению значения в другом. Положение маркера указывает, какую шероховатость следует вставить в текст перехода.

Диапазон значений шероховатости, доступных в раскрывающихся списках, можно уменьшить, указав класс шероховатости:

1 Нажимаем кнопку, расположенную справа от поля **Класс шероховатости**, и выбираем значение класса.

2 Нажимаем кнопку  (Фильтр значений).

Нажатие на кнопку ОК приведет к копированию значения шероховатости в таблицу параметров и в текст перехода.

Все поля таблицы параметров доступны для редактирования. Так, если техпроцесс содержит большое количество параметров (размеров, шероховатостей и т.п.), рекомендуется в поля **Имя** и **Комментарий** вводить соответственно имя параметра и пояснения к нему. Маркер в поле **Вкл/Выкл** регулирует отображение значения параметра в тексте перехода. Редактирование значения параметра (размера) в таблице можно проводить вручную (с клавиатуры) либо в окне **Редактирование размера**. В последнем случае следует щелкнуть мышью в поле **Значение** и нажать скрытую кнопку «многоточие».

Чтобы удалить какой-либо параметр из таблицы:

1 Устанавливаем курсор на запись с удаляемым параметром.

2 Нажимаем правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт **Удалить**.

Импорт размеров из графических документов техпроцесс

Измерение размеров и их импорт в техпроцесс доступны во всех графических документах — в 3D-модели, чертеже и эскизах, выполненных в КОМПАС-3D.

Можно импортировать полученный размер как параметр одного из следующих элементов техпроцесса:

- конструкторско-технологический элемент;


- технологический переход;
- габаритные размеры ДСЕ.

Помимо измерений, можно создать связь между конструкторскими параметрами в чертеже (эскизе) и параметрами технологического процесса.

Измерение и импорт размеров из 3D-модели

Для измерения и импорта размеров из 3D-модели выполните следующие действия:

1 В техпроцессе устанавливаем курсор на элементе, в который необходимо импортировать результат измерения. Например, если требуется импортировать размер в КТЭ, устанавливаем курсор на соответствующем элементе в дереве КТЭ. Если требуется импортировать размер в текст перехода, устанавливаем курсор на этом переходе в дереве ТП. Для импорта размера в габаритные размеры ДСЕ устанавливаем курсор на ДСЕ (в дереве ТП или дереве КТЭ).

2 Нажимаем кнопку  (**Измерения**) на инструментальной панели вкладки **3D-модель** и выбираем требуемый тип измерения.

3 В зависимости от выбранного типа измерения выделяем соответствующие элементы 3D-модели:

Измерение	Действия
Расстояние	Последовательно выделяем два элемента (грани или ребра), расстояние между которыми нужно измерить.
Длина ребра	выделяем ребро.
Диаметр	выделяем цилиндрическую грань или цилиндрическое ребро.
Угол	Последовательно выделяем два элемента (грани или ребра), угол между которыми нужно измерить.

4 Результат измерения будет указан синим цветом в открывшемся окне **Импорт САД параметра**. Результат можно импортировать в существующий параметр или создать новый. Если параметр уже существует — устанавливаем курсор на этот параметр и нажимаем кнопку **Присвоить**. Если требуется создать новый параметр, нажимаем кнопку **Создать**.


5 Нажимаем кнопку **ОК**.

Для закрытия окна без импорта результата измерения нажимаем кнопку **Отмена**.

Измерение и импорт размеров из чертежа и эскиза

Измерение и импорт размеров из чертежа и эскиза проводится в аналогичном порядке:

1 В техпроцессе устанавливаем курсор на элементе, в который необходимо импортировать результат измерения. Например, если требуется импортировать размер в КТЭ, устанавливаем курсор на соответствующем элементе в дереве КТЭ. Если требуется импортировать размер в текст перехода, устанавливаем курсор на этом переходе в дереве ТП. Для импорта размера в габаритные размеры ДСЕ устанавливаем курсор на ДСЕ (в дереве ТП или дереве КТЭ).

2 Нажимаем кнопку  (**Измерения**) на инструментальной панели вкладки **Чертеж** (или **Эскиз**) и выбираем требуемый тип измерения.

3 В зависимости от выбранного типа измерения выделяем соответствующие элементы чертежа (эскиза):


Размер	Действия
Расстояние между 2 точками	Последовательно указываем две точки, между которыми необходимо измерить расстояние.
Длина кривой	выделяем кривую.
Угол между 2 прямыми/отрезками	Последовательно указываем два отрезка, между которыми необходимо измерить угол.

Результат измерения будет указан синим цветом в открывшемся окне **Импорт САД параметра**. Результат можно импортировать в существующий параметр или создать новый. Если параметр уже существует — устанавливаем курсор на этот параметр и нажимаем кнопку **Присвоить**. Если требуется создать новый параметр, нажимаем кнопку **Создать**.

4 Нажимаем кнопку **ОК**.

Для закрытия окна без импорта результата измерения нажимаем кнопку **Отмена**.

Настройка параметров автоматической нумерации операций и переходов

Настройка параметров автоматической нумерации объектов ТП проводится в специальном диалоговом окне **Настройка автонумерации**. Чтобы открыть это окно, необходимо выполнить команду **Настройка — Автонумерация** или нажать кнопку  (Автонумерация) на инструментальной панели ВЕРТИКАЛЬ.

Можно редактировать параметры автоматической нумерации операций и переходов, а также создавать (и редактировать) параметры автонумерации других объектов ТП.

Все параметры размещены по соответствующим вкладкам окна **Настройка автонумерации**: на вкладке **Нумерация операций** размещены параметры автоматической нумерации операций ТП, на вкладке **Нумерация переходов** — параметры автоматической нумерации переходов ТП.

Перечень полей вкладок **Нумерация операций** и **Нумерация переходов** идентичен. Для настройки параметров нумерации следует использовать следующие поля и опции:

Поле / Опция	Данные
Вкл/Выкл нумерацию	Установка маркера напротив опции включает автоматическую нумерацию.
Начать с	Номер первой операции в ТП (для операций) или номер первого перехода в операции (для переходов).
Шаг	Интервал между соседними номерами. Например, если операции следует нумеровать так: 005, 010, 015, ..., то в поле Шаг необходимо ввести значение 5.
Вкл/Выкл дополнение нулями	Установка маркера напротив опции включает автоматическое дополнение номера нулями таким образом, чтобы число цифр в номере оставалось постоянным (например, при выключенной опции — 10, при включенной опции — 010).
Количество символов	Количество цифр в номере. Например, номер «10» при количестве цифр, равном 4, и включенной опции Вкл/Выкл дополнение нулями в ТП будет указываться так: 0010.

Для сохранения настроек параметров автоматической нумерации необходимо нажать кнопку **Применить**.

Настройки автонумерации хранятся в файле техпроцесса. Чтобы изменить настройки автонумерации для всех новых ТП, загружаем в ВЕРТИКАЛЬ шаблоны ТП (файлы *detail.vtp* и *assembly.vtp*) и изменяем в них параметры автонумерации.

2.11.2 Проектирование ТП с использованием дерева КТЭ

Как указывалось выше, дерево КТЭ отображает состав и иерархию элементарных поверхностей конструкторско-технологических элементов и групп КТЭ детали. Формирование дерева КТЭ осуществляется с помощью специальной библиотеки в которой конструктивные элементы связаны с типовыми технологическими планами их обработки.

Перед проектированием ТП с использованием дерева КТЭ следует

- проанализировать форму детали с позиций ее разделения на типовые конструкторско технологические элементы и типовые группы КТЭ
- оценить иерархию конструкторско технологических элементов и групп исходя из оптимальной последовательности состояний в которые переходит заготовка в процессе изготовления детали

Проектирование ТП с использованием дерева КТЭ в ВЕРТИКАЛЬ состоит из четырех основных этапов:

- формирование дерева КТЭ и планов обработки КТЭ;
- формирование операций в дереве ТП;
- распределение переходов из дерева КТЭ вкладка **План обработки** по операциям дерева ТП;
- окончательное редактирование текста ТП уточнение оснастки вспомогательных материалов расчет режимов обработки и пр. и оформление ТП подключение необходимых графических документов.

Формирование дерева КТЭ

Операции, выполняемые в процессе формирования дерева КТЭ аналогичны операциям наполнения дерева ТП. Например чтобы добавить в дерево какой либо конструкторско-технологический элемент

необходимо выполнить следующие действия:

1. В дереве КТЭ указываем элемент которому будет подчинен добавляемый КТЭ.
2. Щелчком правой кнопки мыши открываем контекстное меню и выберите пункт **Добавить КТЭ** (рисунок 21).

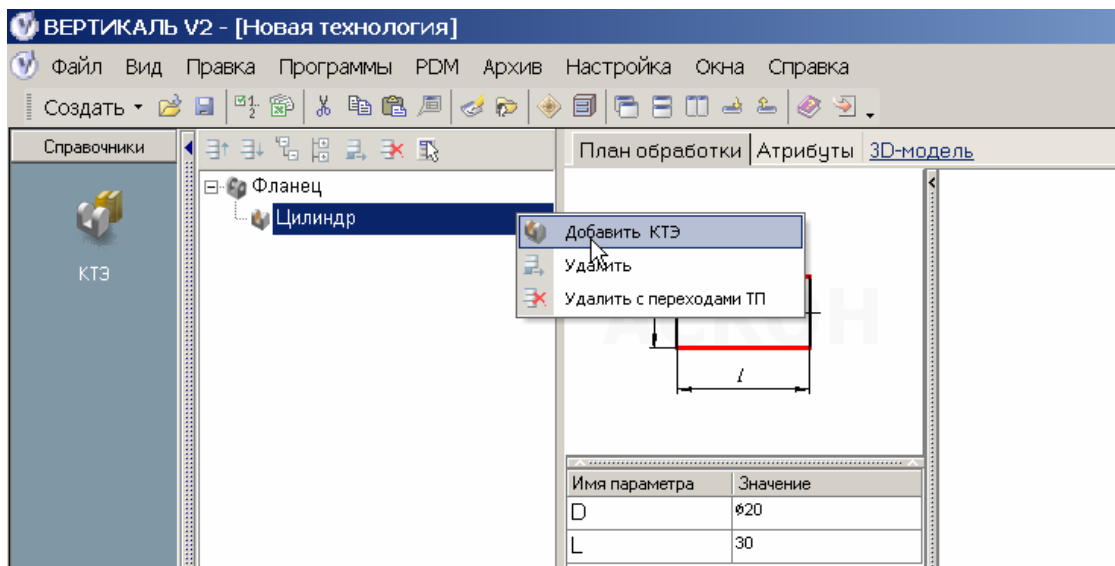


Рисунок 21 – Добавление КТЭ

3. В библиотеке КТЭ (рисунок 22) указываем требуемый КТЭ и нажмите кнопку **Применить**. Порядок работы с библиотекой такой же, как и с другими базами, данных **Универсального технологического справочника**.

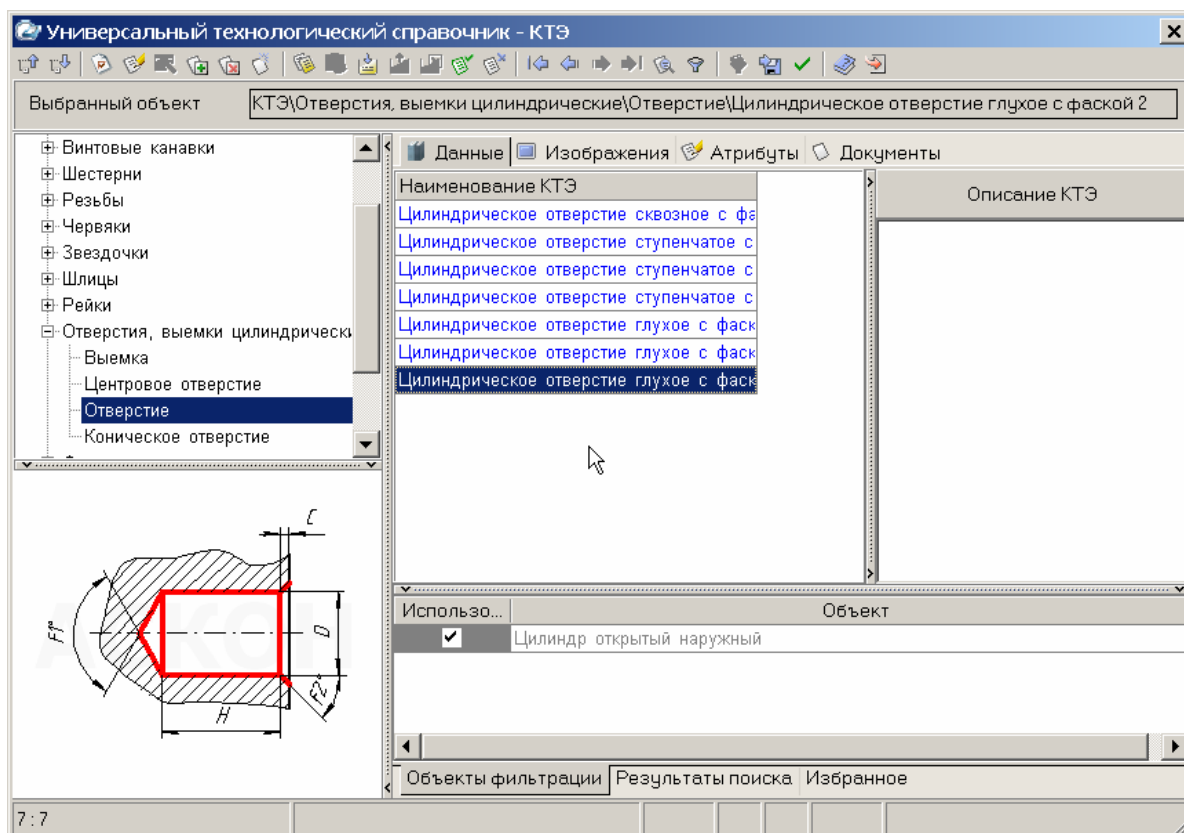


Рисунок 22 – Выбор КТЭ в библиотеке

4. Заполняем таблицу параметров КТЭ размещенную на вкладке **План обработки** под изображением КТЭ (рисунок 23). Ввод параметров возможен как непосредственно в сетке таблицы, так и в окне **Редактирование размера**.

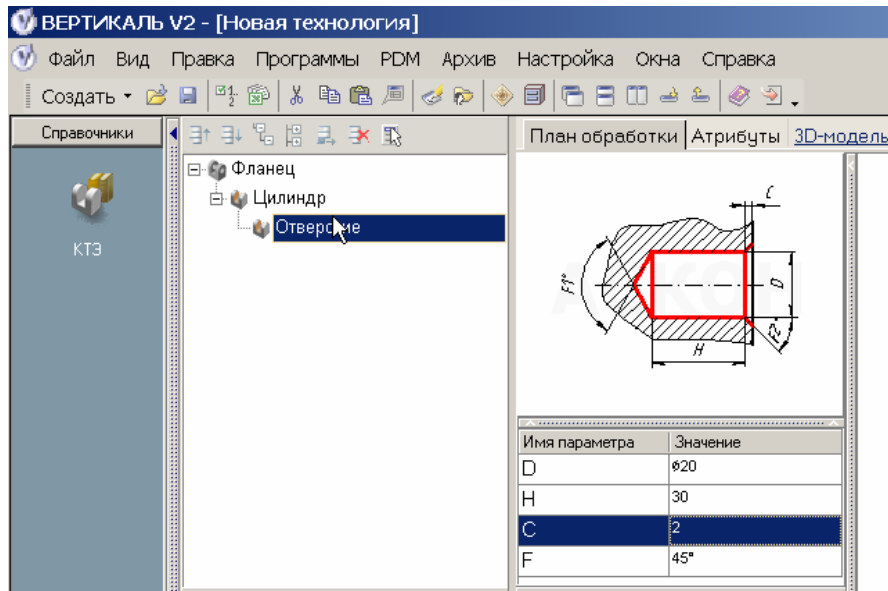


Рисунок 23 – Ввод параметров КТЭ

5. Нажимаем кнопку **Получить план обработки**, расположенную под таблицей параметров. На основе значений введенных параметров система сформирует подходящие планы обработки конструкторско-технологического элемента и отобразит их в окне **Планы обработки** (рисунок 24).

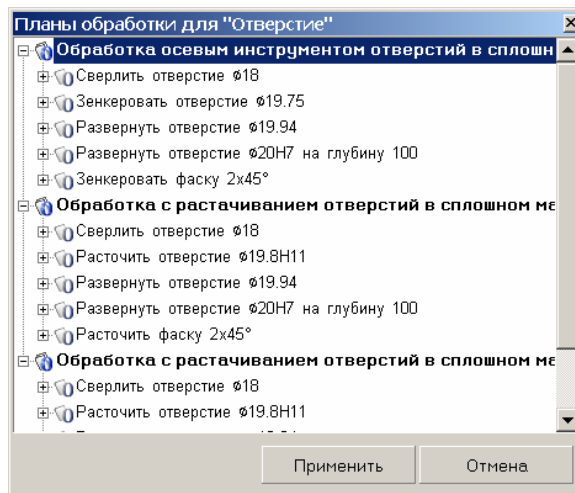


Рисунок 24 – Окно планов обработки для указанного КТЭ

6. Выбираем наиболее оптимальный план обработки КТЭ в окне **Планы обработки**, устанавливаем курсор на заголовке выбранного плана и нажимаем кнопку **Применить**. Содержимое выбранного плана (переходы оснастка и пр.) скопируется на правую часть вкладки **План обработки** (рисунок 25).

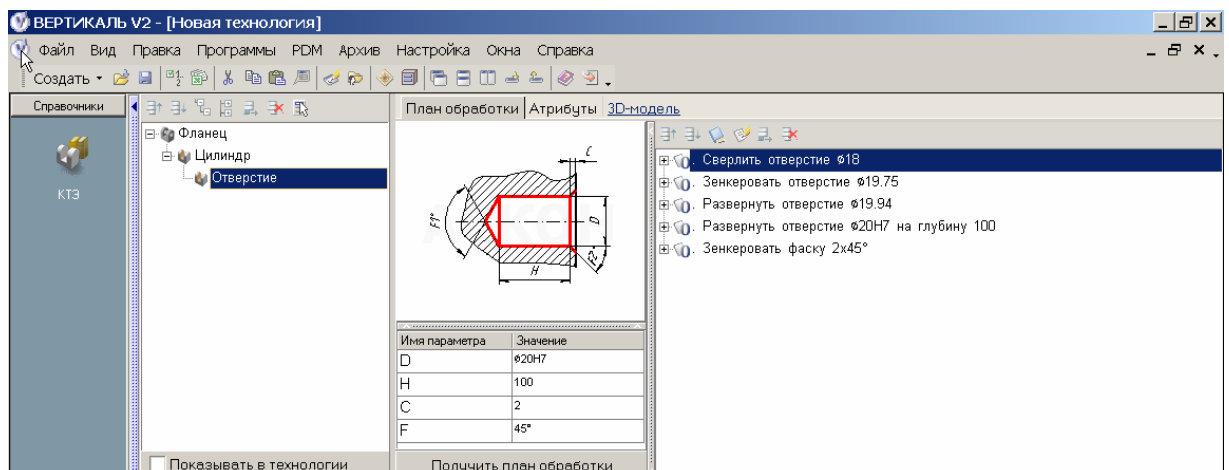


Рисунок 25 – Выбранный план обработки КТЭ

7. При необходимости можно отредактировать сгенерированный план обработки. Процедуры редактирования плана обработки идентичны наполнению других компонентов дерева ВЕРТИКАЛЬ. Например, чтобы к переходу механообработки добавить режущий инструмент устанавливаем курсор на нужный переход с помощью контекстного меню выполните команду **Добавить оснастку–Режущий инструмент** и выбираем необходимый РИ из справочника.

Отредактировать текст перехода можно двумя способами:

- выбором из справочника переходов – нажимаем кнопку **Справочник** на инструментальной панели вкладки;
- вводом текста перехода с клавиатуры – нажимаем кнопку **Редактировать переход** на инструментальной панели вкладки. В этом случае редактирование перехода осуществляется в отдельном окне идентичном вкладке **Текст перехода** дерева ТП. Для выхода из режима редактирования нажимаем кнопку **Закреть** в правом нижнем углу окна.

После того как построено дерево КТЭ и сформированы планы обработки всех конструкторско-технологических элементов и групп КТЭ, необходимо наполнить соответствующими операциями дерево ТП. Процедура добавления операций в дерево ТП рассмотрена выше.

На третьем этапе проектирования техпроцесса проводится распределение переходов из дерева КТЭ по операциям дерева ТП. Стандартная процедура, выполняемая в процессе распределения переходов, подробно рассмотрена в разделе 2.10.1.

На заключительном этапе формирования ТП следует уточнить оснастку материалы рассчитать при необходимости режимы обработки и трудозатраты подключить файлы графики (модель, чертежи, эскизы).

Следует отметить, что в практике изложенный метод проектирования обычно применяется не для всего техпроцесса, а для формирования некоторых его частей ориентированных на обработку отдельных конструкторско-технологических элементов (отверстий, шпоночных пазов, лысок и т. д.). Кроме того, дерево КТЭ широко применяется при формировании ТП на основе обобщенных техпроцессов и техпроцессов-аналогов.

2.11.3 Проектирование технологических процессов на основе техпроцессов-аналогов

В данном случае проектирование техпроцесса осуществляется на основе данных, заимствованных из ранее сформированных технологических процессов. Выбор оптимального способа проектирования ТП зависит от количества используемых техпроцессов-аналогов и от распределения требуемой информации по файлам техпроцессов:

- проектирование ТП на основе одного техпроцесса-аналога;
- проектирование ТП на основе нескольких техпроцессов-аналогов.

Если проектируемый технологический процесс имеет один техпроцесс-аналог, то формирование ТП рекомендуется организовать следующим образом:

1. Загружаем техпроцесс-аналог в ВЕРТИКАЛЬ.
2. Вносим в техпроцесс-аналог изменения, соответствующие новому (проектируемому) ТП — добавляем или удаляем требуемые операции, переходы и т.д.
3. Выполняем команду **Файл — Сохранить как** и сохраняем измененный ТП под новым именем файла в локальный архив.

В случае, когда проектируемый ТП необходимо сохранить на сервере, то в указанный алгоритм добавятся следующие операции:

1. Средствами PDM-системы (или модуля интеграции с PDM-системой) создаем новый техпроцесс и Выполняем операцию «Взять ТП на изменение» (check-in).
2. Загружаем техпроцесс-аналог из любого архива. Если ТП-аналог загружается из серверного архива, то необходимо выполнить операцию «Открыть ТП для просмотра».
3. После внесения требуемых изменений в техпроцесс-аналог выполняем команду **Файл — Сохранить на сервере** и указываем ТП, взятый на изменение (см. п. 1 алгоритма).


Если проектируемый ТП имеет несколько техпроцессов-аналогов, то для создания ТП рекомендуется воспользоваться специальным приложением «Дерево технологий»:

1. Загружаем техпроцессы-аналоги в ВЕРТИКАЛЬ.
2. Создаем новый техпроцесс.
3. Командой **Программы — Дерево технологий** загружаем приложение «Дерево технологий».
4. В одном окне приложения (например, левом окне) выбираем проектируемый ТП.
5. В другом окне выбираем один из загруженных ТП-аналогов.
6. В дереве техпроцесса-аналога выделяем элементы (операции, переходы, оснастка и др.) подлежащие копированию в проектируемый ТП. Если требуется скопировать сразу несколько элементов, то при выделении элементов удерживайте клавишу <Ctrl>. Если выделяемые элементы расположены в дереве один под другим (группой), то для их выделения достаточно указать первый (верхний) и последний (нижний) элементы группы, удерживая при этом клавишу <Shift>.
7. Копируем выделенные элементы в проектируемый ТП. Для этого устанавливаем курсор мыши на выделенных элементах, нажимаем левую кнопку мыши и, не отпуская кнопки, перемещаем курсор в дерево проектируемого ТП. Если требуется переместить (а не скопировать) выделенные элементы, то в процессе копирования следует нажать и удерживать клавишу <Ctrl>.
8. При необходимости редактируем положение скопированных элементов внутри проектируемого ТП. Для этого воспользуйтесь функцией перемещения «drag&drop» или кнопками инструментальной панели.
9. Повторяем п. 4 – 6 алгоритма для копирования данных из других техпроцессов-аналогов.
10. Закрываем приложение «Дерево технологий».
11. При необходимости вносим дополнительные изменения в проектируемый ТП (добавляем недостающие операции, переходы, оснастку и т.д.).
12. Подключаем 3D-модель к ТП. Настраиваем связи между элементами 3D-модели и дерева КТЭ.
13. Подключаем чертежи и эскизы к ТП.
14. Сохраняем спроектированный ТП в локальном или серверном архиве.

2.11.4 Проектирование ТП с помощью библиотеки пользователя

База данных «Библиотека пользователя» служит личным технологическим архивом пользователя, куда он может помещать наиболее часто используемые при проектировании ТП операции, переходы, оснастку, конструктивно-технологические элементы и т.д.


Пользователь имеет возможность самостоятельно проектировать структуру библиотеки. Наполнение библиотеки пользователя и вставка данных из библиотеки в техпроцесс производится операциями копирования и перемещения.

Библиотека пользователя отображается в окне ВЕРТИКАЛЬ специальным компонентом. Чтобы открыть библиотеку, нажмите кнопку  (**Библиотека пользователя**) на инструментальной панели системы.

Процедуры наполнения библиотеки пользователя

Если библиотека пользователя содержит большое количество разнообразных данных, то для удобства поиска нужных данных рекомендуется структурировать библиотеку — создать специальные папки для хранения данных различных групп. С этих позиций структура библиотеки пользователя аналогична структуре файловой системы компьютера: файлы различных программ, файлы документов, резервные копии и т.д. хранятся в специальных папках (каталогах). Папки могут «вкладываться» друг в друга, формируя иерархическую базу данных.

Чтобы создать папку, подчиненную «корню» библиотеки пользователя, необходимо выполнить следующие действия:

1. Нажимаем кнопку  (**Создать папку**) на инструментальной панели библиотеки.
2. В окне **Текущая папка** вводим имя новой папки и нажимаем клавишу <Enter> (рисунок 26).

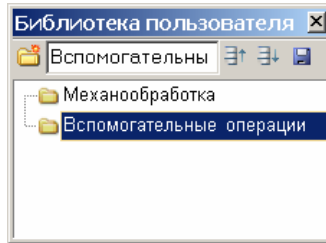




Рисунок 26 – Добавление папки в Библиотеку пользователя

Чтобы создать папку, вложенную в другую папку библиотеки, необходимо выполнить следующие действия:

1. Устанавливаем курсор мыши на папке, в которую будет вложена новая (создаваемая) папка.
2. Щелчком правой кнопки мыши открываем контекстное меню и выбираем пункт **Добавить папку**.
3. В окне **Текущая папка** вводим имя новой папки и нажимаем клавишу **<Enter>**.

Можно редактировать относительное расположение папок и их содержимого. Для этого следует воспользоваться функцией «drag&drop», кнопками  (**Переместить выше**) и  (**Переместить ниже**) на инструментальной панели библиотеки, либо соответствующими командами контекстного меню.

Наполнение библиотеки пользователя данными из техпроцесса проводится в следующем порядке

1. В окне техпроцесса выделяем элементы, копируемые (перемещаемые) в библиотеку пользователя. При выделении группы элементов следует нажать и удерживать клавишу **<Ctrl>** (или клавишу **<Shift>** — в зависимости от взаимного расположения элементов группы).
2. Устанавливаем курсор мыши на выделенных элементах, нажимаем левую кнопку мыши и, не отпуская кнопки, перемещаем курсор на место вставки элементов в библиотеку пользователя. Если выделенные элементы требуется скопировать (а не переместить) в библиотеку пользователя, то в процессе копирования следует нажать и удерживать клавишу **<Ctrl>**.
3. Отпускаем кнопку мыши. В автоматически открывшемся контекстном меню выбираем:
 - пункт **Добавить подчиненным** — если перемещаемые элементы должны подчиняться элементу, указанному в библиотеке пользователя;
 - пункт **Вставить выше** — если перемещаемые элементы должны находиться на одном уровне с элементом, указанным в библиотеке пользователя.

Удаление данных из библиотеки осуществляется с помощью контекстного меню:

1. Выделяем элементы (или группу элементов), которые требуется удалить.
2. Щелчком правой кнопки мыши открываем контекстное меню и выбираем пункт **Удалить**.

Чтобы удалить все данные из библиотеки пользователя (очистить библиотеку), открываем контекстное меню и выбираем пункт **Удалить все**. Следует помнить, что выполненные операции **Удалить** и **Удалить все** не могут быть отменены (удаленные данные автоматически не восстанавливаются).

Копирование данных из библиотеки пользователя в текст технологического процесса

Перемещение и копирование данных из библиотеки пользователя в техпроцесс проводится в порядке, аналогичном наполнению библиотеки:

1. Открываем библиотеку пользователя.
2. В окне библиотеки выделяем элементы, копируемые (перемещаемые) в техпроцесс. Напомним, что при выделении группы элементов следует нажать и удерживать клавишу **<Ctrl>** (или клавишу **<Shift>** — в зависимости от взаимного расположения элементов группы).
3. Устанавливаем курсор мыши на выделенных элементах, нажимаем левую кнопку мыши и, не отпуская кнопки, перемещаем курсор на место вставки элементов в техпроцесс (функция «drag&drop»). Если выделенные элементы требуется скопировать (а не переместить) в техпроцесс, то при копировании следует нажать и удерживать клавишу **<Ctrl>**.

Правила перемещения элементов между библиотекой пользователя и техпроцессом

Перемещение и копирование данных в библиотеке пользователя и техпроцессе подчиняются следующим правилам:

- нельзя выделить группу разнородных элементов. Например, нельзя выделить одновременно операцию и основной переход, принадлежащий другой операции;
- нельзя копировать элементы ТП с нарушением их иерархии;
- элементы копируются вместе с подчиненными уровнями;
- при копировании фрагментов дерева вставка происходит выше элемента, на котором установлен курсор с изображением значка перетаскивания;
- для добавления элемента (группы элементов) дерева в конец раздела устанавливаем курсор на головной элемент этого раздела.

2.11.5 Проектирование ТП с использованием библиотеки шаблонов

Использование шаблонов в процессе проектирования

При проектировании техпроцессов технолог может воспользоваться шаблонами техпроцессов на различные типовые детали хранящимися в специальной библиотеке. При этом данные могут быть применены как шаблон всего техпроцесса или как фрагмент ТП.

Копирование данных из шаблона в открытый техпроцесс проводится следующим образом:

1. Устанавливаем курсор на наименование детали в дереве ТП
2. На панели **Программы** нажимаем кнопку **Добавить фрагмент ТП** (рисунок 27).

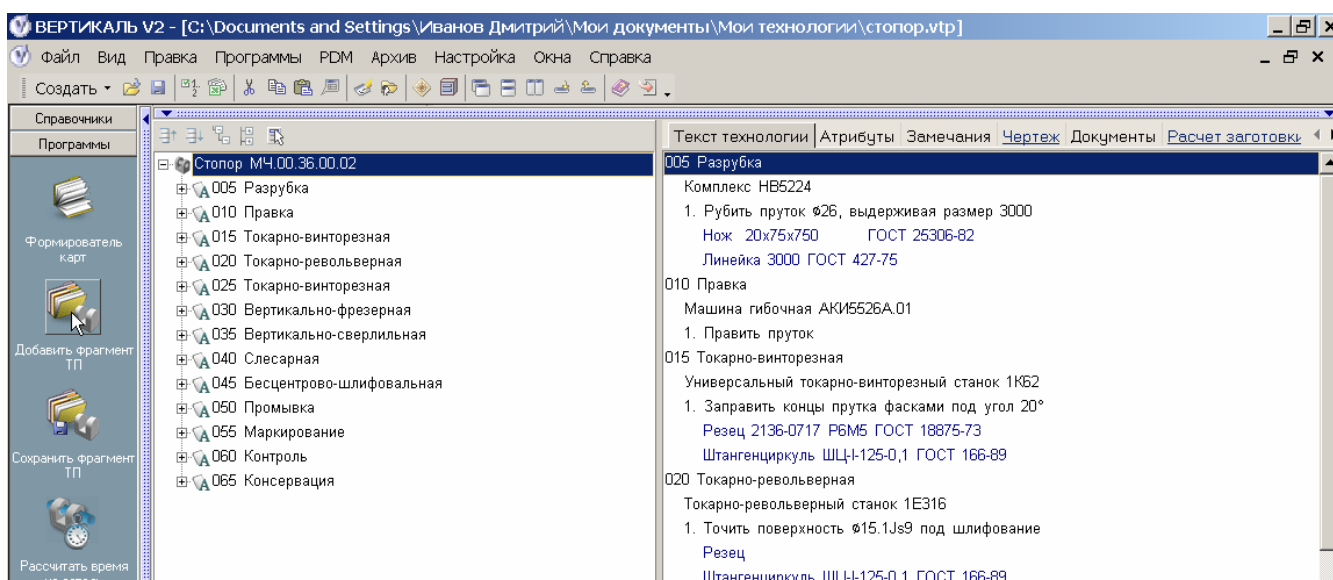


Рисунок 27 – Вставка фрагмента в техпроцесс из библиотеки шаблонов

3. В открывшемся окне Универсального технологического справочника выбираем нужный шаблон и нажимаем кнопку **Применить** на инструментальной панели справочника.

В результате выбранный шаблон фрагмент скопируется в конец открытого техпроцесса.

Указанный подход к проектированию ТП особенно удобен при его совместном использовании с библиотекой КТЭ. В таком случае оптимальная последовательность проектирования будет следующей

1. Сформировать дерево КТЭ и сгенерировать планы обработки конструкторских элементов
2. В библиотеке шаблонов найти и загрузить в ВЕРТИКАЛЬ шаблон, содержащий типовой перечень операций на деталь подобную проектируемой.
3. Разместить содержимое планов обработки по операциям из шаблона, соответствующие процедуры рассмотрены выше.

Наполнение библиотеки шаблонов

Чтобы сохранить открытый техпроцесс в библиотеку шаблонов необходимо выполнить следующие действия:

1. Устанавливаем курсор на наименование детали в дереве ТП.
2. На панели **Программы** нажимаем кнопку **Сохранить фрагмент ТП** (рисунок 28).

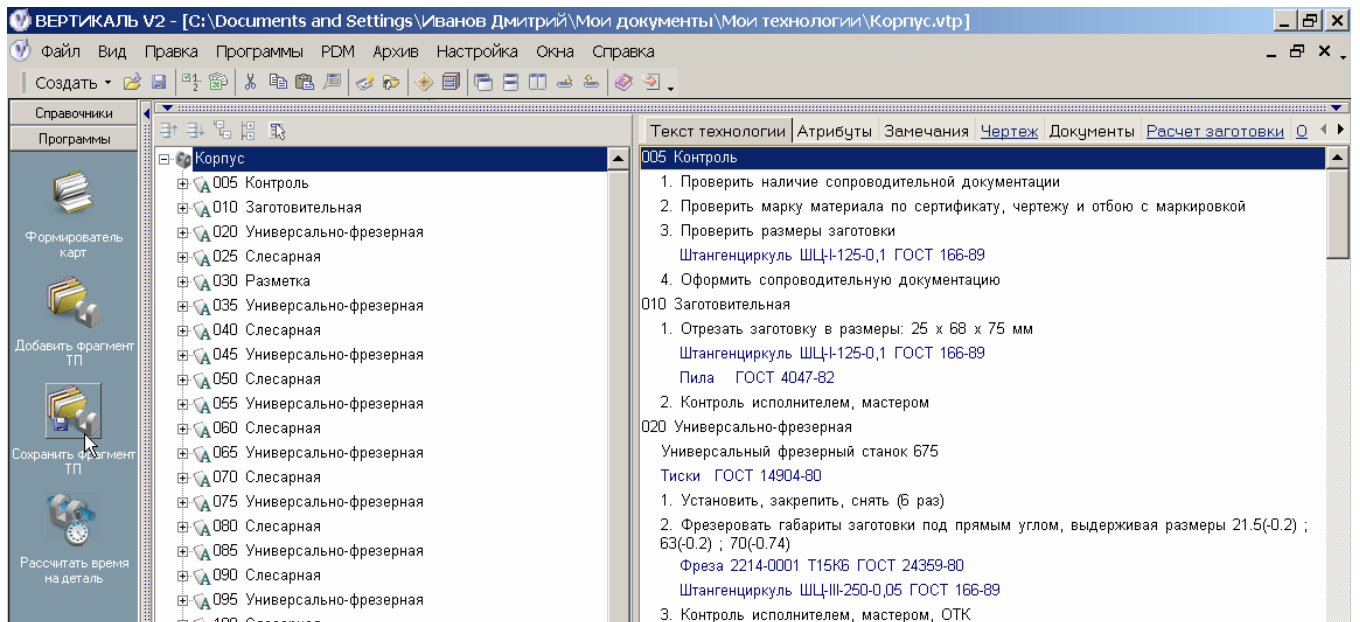


Рисунок 28 – Сохранение ТП в библиотеке шаблонов

3. В открытом окне Универсального технологического справочника выбираем нужный подраздел (например «Детали тела вращения» – «Вал») и нажатием кнопку **Добавить запись** на инструментальной панели создаем новую запись в справочнике.
4. Вводим наименование шаблона в поле **Шаблон ТП**.
5. Нажимаем кнопку **Применить** на инструментальной панели справочника.

В результате разработанный шаблон будет добавлен в библиотеку, о чем появится соответствующее уведомление

2.11.6 Проектирование ТП с использованием фрагментов техпроцессов из карт трудового нормирования

В САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ реализован новый метод автоматизации работы технолога – формирование фрагментов ТП на основе данных укрупненного расчета трудоемкости. Карты укрупненных нормативов времени (УНВ) содержат достаточное количество априорной информации о нормируемой операции, основные и вспомогательные переходы данные о применяемой типовой оснастке, приспособлениях и т. д. Вся эта информация может быть подключена к электронным нормировочным картам Универсальной системы трудового нормирования по УНВ в виде фрагментов техпроцесса.

Если выполнена предварительная оценка трудоемкости с помощью этого приложения то технолог имеет оперативный доступ к тем фрагментам ТП которые содержатся в выбранных картах нормирования. В этом случае разработка ТП в основном сводится к простому копированию данных из соответствующих фрагментов в текст технологии (рисунок 29).

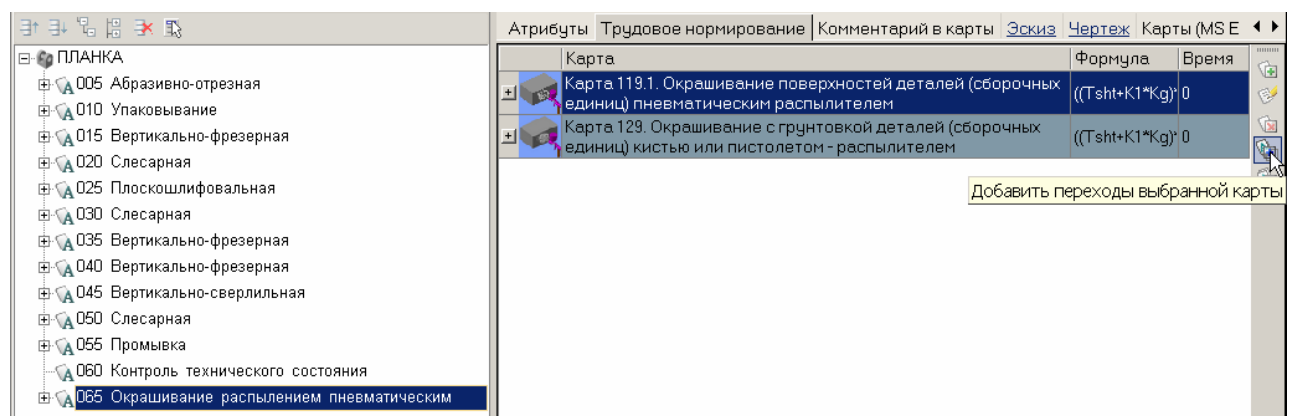


Рисунок 29 – Копирование фрагмента ТП из карты трудового нормирования в текст операции

1. В дереве ТП выбираем пронормированную операцию.
 2. Переходим на вкладку **Трудовое нормирование**.
 3. Выбираем карту, из которой нужно скопировать переходы в ТП.
 4. Нажимаем кнопку **Добавить переходы выбранной карты** на инструментальной панели вкладки.
- В результате все переходы подключенные к выбранной карте скопируются в операцию техпроцесса.

Если операция пронормирована с помощью нескольких карт, то нажатием кнопки **Добавить переходы всех карт** можно автоматически скопировать фрагменты из всех нормировочных карт в соответствующую операцию. Последовательность размещения переходов в операции будет соответствовать последовательности карт на вкладке **Трудовое нормирование**.

Если по каким либо причинам переход не может быть вставлен в текст операции, например переход термообработки в операцию штамповки то информация о сбое в процедуре вставки будет выведена в специальное окно **Отчет**.

При необходимости технолог может просмотреть подключенный к карте фрагмент ТП и вручную выбрать нужные данные (рисунок 30):

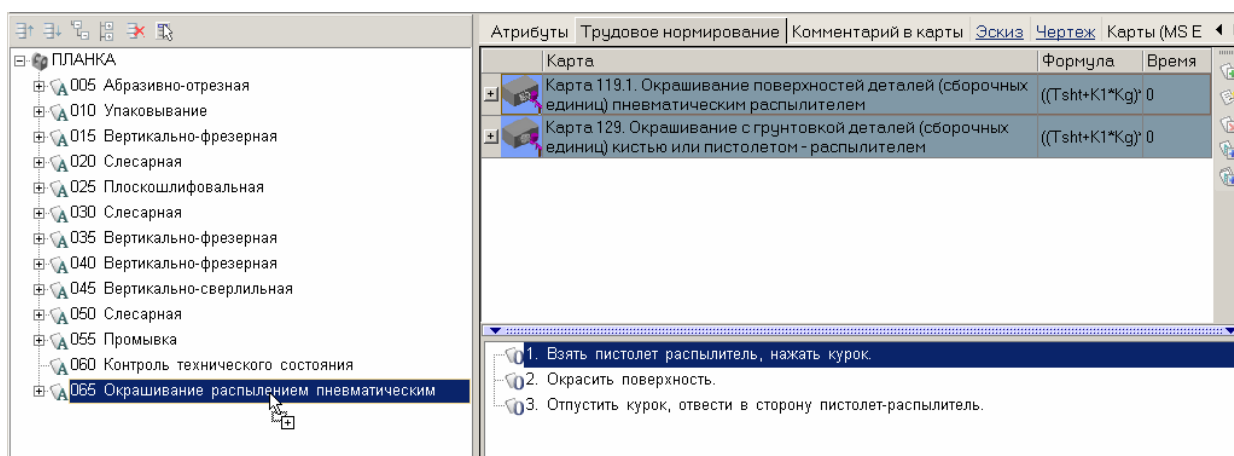


Рисунок 30 – Копирование выбранных данных из фрагмента в текст операции

1. На вкладке **Трудовое нормирование** устанавливаем курсор на нужной операции ТП.
2. Окно с фрагментом ТП по умолчанию находится в свернутом положении. Для доступа к окну щелкаем мышью на сплиттере внизу вкладки.
3. Выделяем элементы, подлежащие копированию в техпроцесс. Нажмите левую кнопку мыши и не отпуская кнопки перетащите выделенные элементы в операцию.

2.12 Пример проектирования ТП для детали «Стакан»

Для более наглядного представления о ходе проектирования технологического процесса, о том какие действия на каких этапах его создания необходимо выполнять, проследим процесс проектирования ТП в системе ВЕРТИКАЛЬ на примере детали «Стакан».

2.12.1 Запускаем систему ВЕРТИКАЛЬ и выбираем создание ТП на деталь, путем нажатия одноименной кнопки на панели инструментов (рисунок 31).

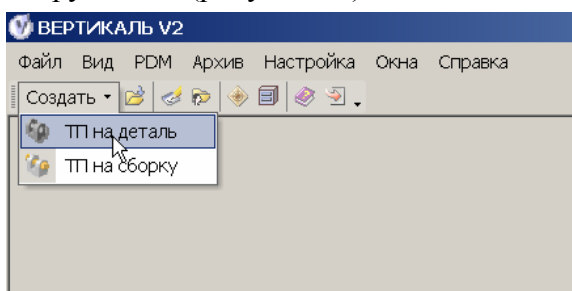


Рисунок 31 – Выбор вида ТП

Далее открывается основное окно ВЕРТИКАЛЬ с названием детали по умолчанию «Новая деталь» (рисунок 32).

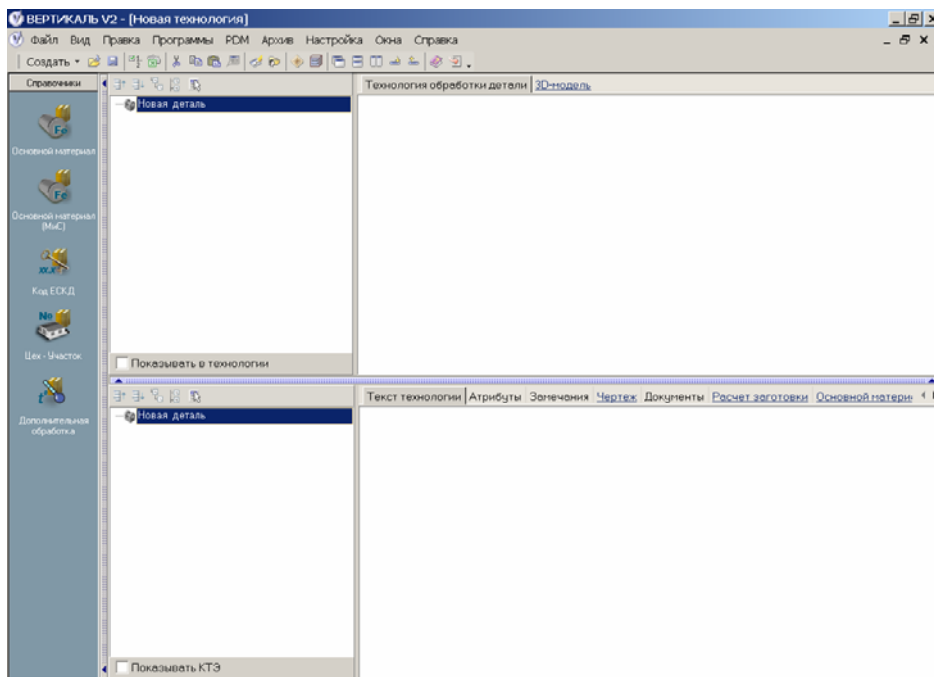



Рисунок 32 – Начало работы

2.12.2 Для более наглядного представления о детали и последующего импорта данных производим подключение к технологии файлов 3D-модели и чертежа детали. Для подключения 3D-модели в дереве КТЭ переходим на вкладку 3D-модель и нажимаем кнопку на инструментальной панели  «Загрузить модель с диска» (рисунок 33).

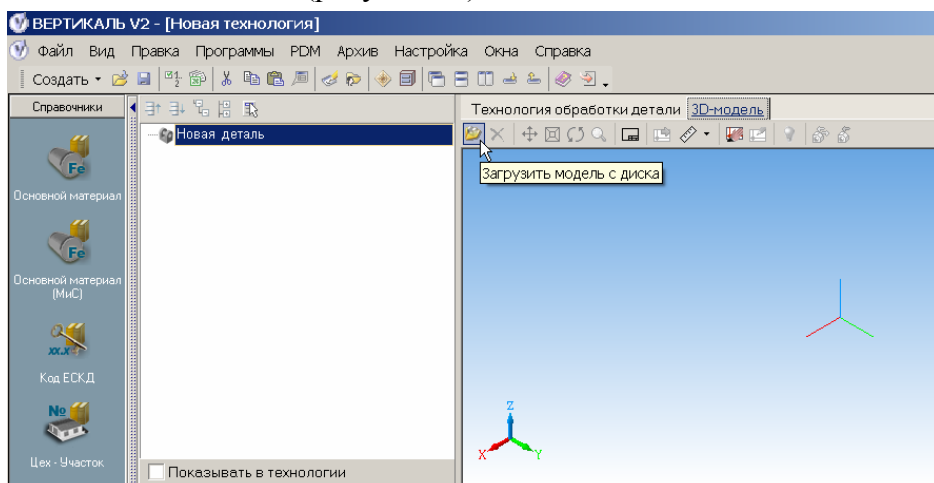


Рисунок 33 – Выбор загрузки модели

Далее в открывшемся проводнике выбираем нужный файл 3D-модели и нажимаем кнопку «Открыть». После этого в окне появляется 3D-модель нашей детали (рисунок 34).

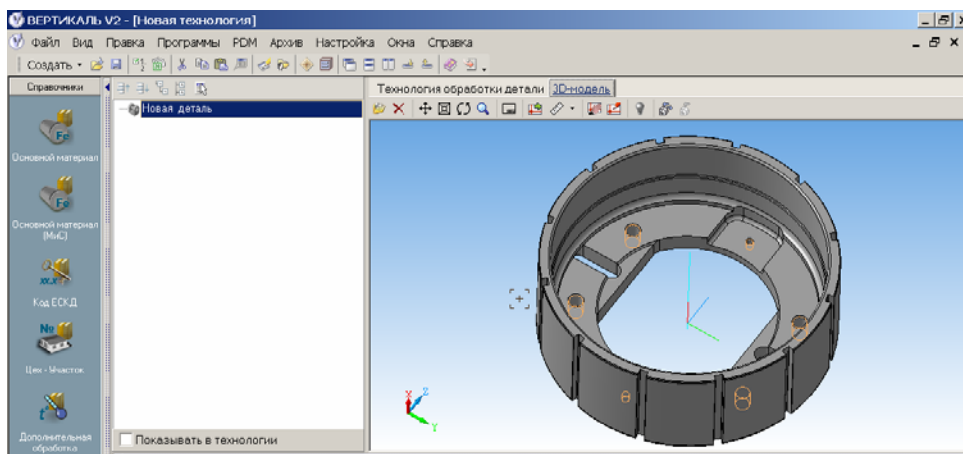


Рисунок 34 – Подключенная к техпроцессу 3D-модель

Для подключения файла чертежа в дереве ТП переходим на вкладку «Чертеж» и на инструментальной панели нажимаем кнопку «Открыть чертеж» (рисунок 35).

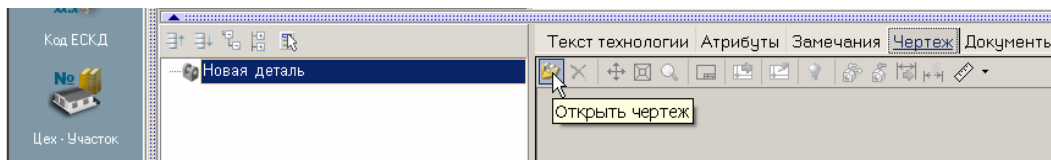


Рисунок 35 – Выбор загрузки чертежа

После этого в открывшемся проводнике выбираем нужный файл и нажимаем кнопку «Открыть». После этого в окне появляется чертеж нашей детали (рисунок 36).

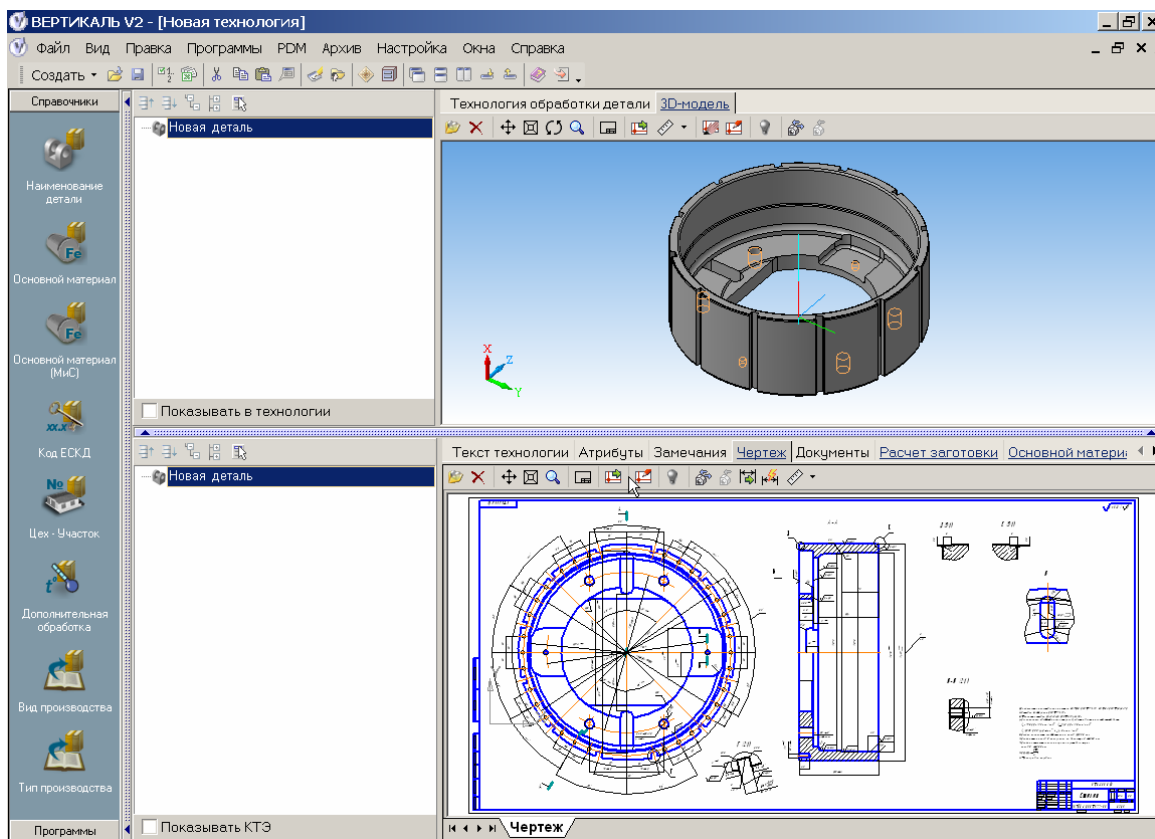


Рисунок 37 – Подключенные к техпроцессу 3D-модель и чертеж детали

2.12.3 Вся информация о детали, на которую проектируется технологический процесс, отображается на вкладке дерева ТП «Атрибуты». Поэтому следующим шагом проектирования будет заполнение полей данной вкладки. Для автоматического заполнения некоторых полей можно передать основные данные из присоединенного чертежа детали. Для этого на вкладке «Чертеж» нажимаем кнопку «Получить данные с чертежа» (рисунок 38).

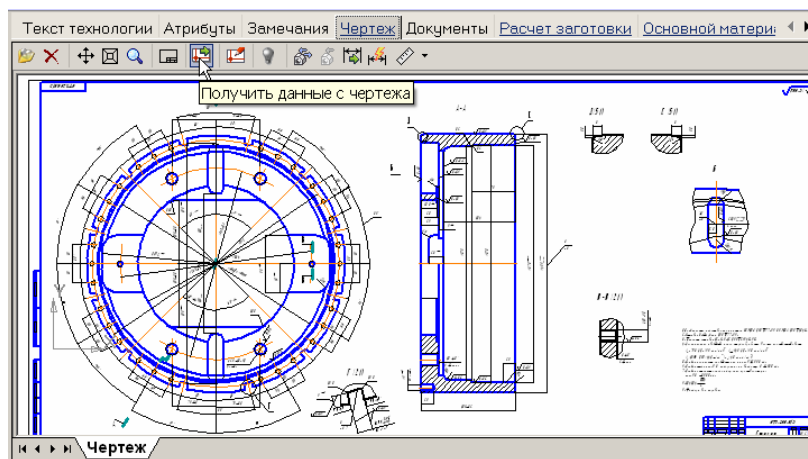


Рисунок 38 – Выбор экспорта данных с чертежа

Далее в открывшемся окне устанавливаем галочки напротив необходимых передаваемых данных и нажимаем ОК (рисунок 39).

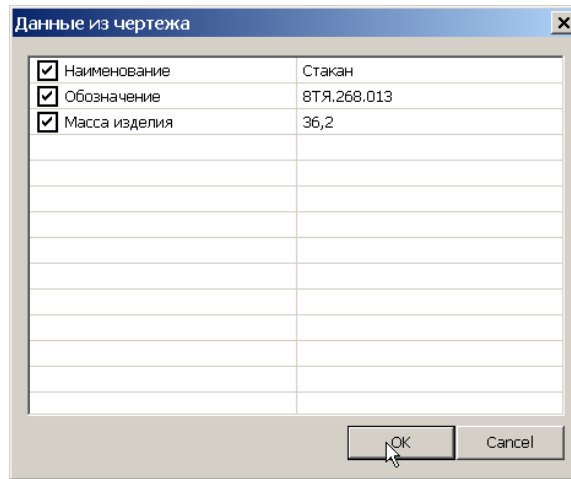


Рисунок 39 – Выбор передаваемых данных

После этого во вкладке «Атрибуты» дерева ТП появляются соответствующие данные, и автоматически меняется название детали (рисунок 40).

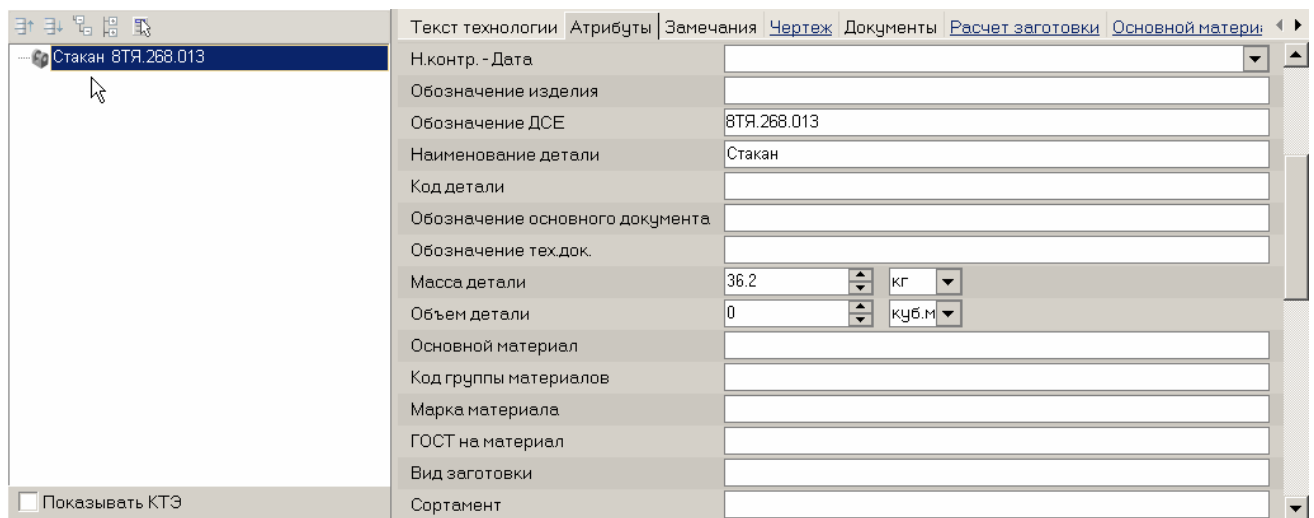


Рисунок 40 – Импортированные из чертежа данные

Далее производим заполнение остальных необходимых полей вкладки «Атрибуты». Так для указания основного материала нажимаем одноименную кнопку на панели вызова справочников (рисунок 41).

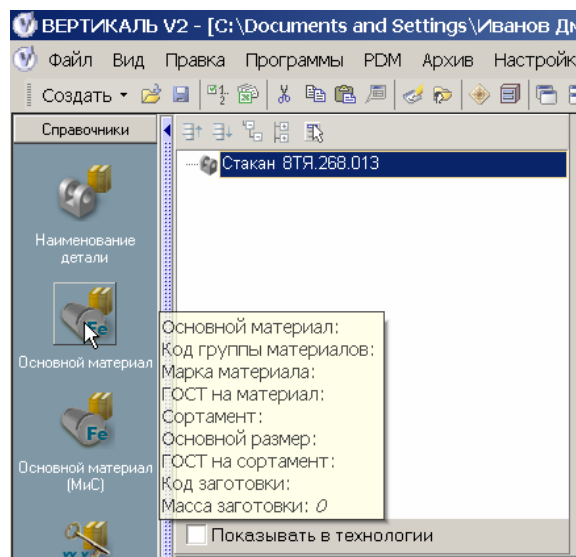


Рисунок 41 – Вызов справочника Основной материал

В открывшемся окне выбираем нужный материал и нажимаем кнопку «Применить» (рисунок 42).

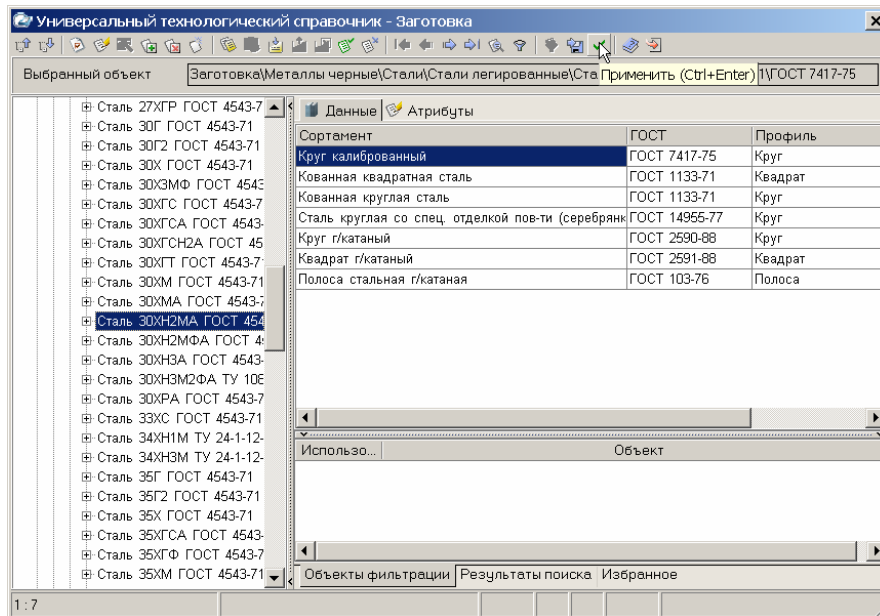


Рисунок 42 – Выбор нужного материала

После этого данные о материале будут переданы в соответствующие поля вкладки «Атрибуты». Если требуется, аналогичным образом заполняем остальные поля этой вкладки, но заполнение всех полей не является обязательным.

2.12.4 Первый этап проектирования технологического процесса будем выполнять формированием дерева ТП. Вторым элементом после самой детали в иерархии дерева ТП является операция, поэтому для начала добавим в проектируемый технологический процесс первую операцию. Для этого, установив курсор мыши на наименование детали в дереве ТП, вызываем контекстное меню и выбираем из него соответствующую команду (рисунок 43).

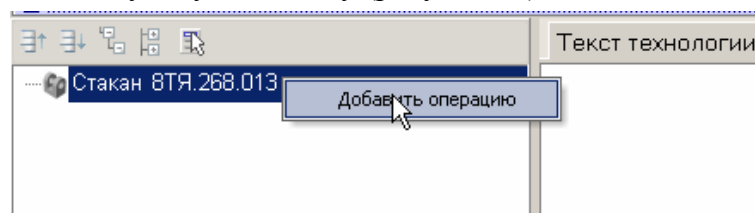


Рисунок 43 – Добавление операции

Далее в открывшемся окне выбираем нужную операцию из списка существующих или создаем новую путем нажатия кнопки «Добавить запись». Далее нажимаем кнопку «Применить» (рисунок 44).

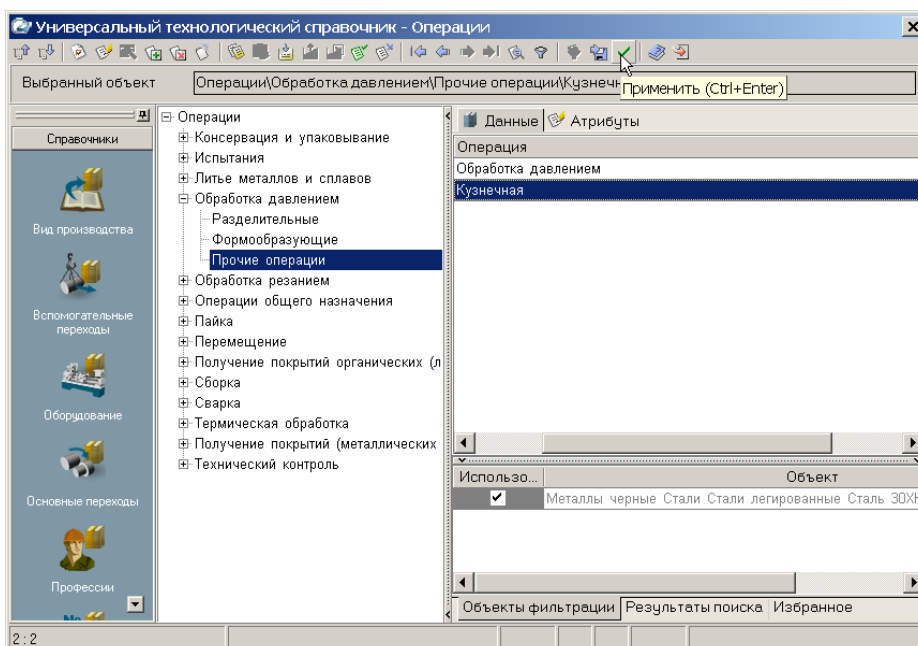


Рисунок 44 – Выбор добавляемой операции

После выполнения данных действий выбранная операция появляется в дереве ТП (рисунок 45).

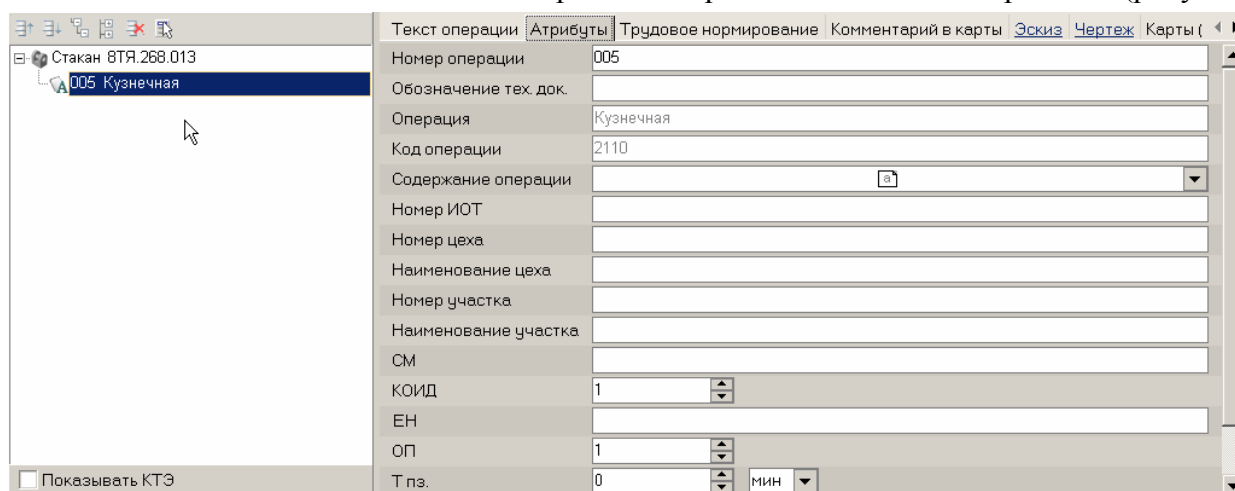


Рисунок 45 – Добавленная операция

2.12.5 Аналогично операции производится и добавление перехода. Для этого устанавливаем курсор на название операции, вызываем контекстное меню и выбираем из него пункт Добавить – Основной переход (рисунок 46).

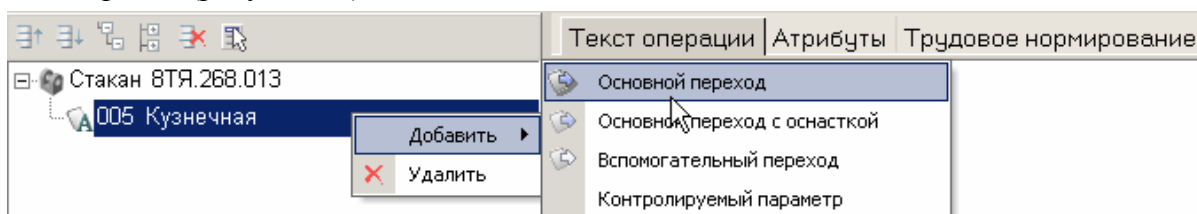


Рисунок 47 – Выбор добавления перехода

Далее в открывшемся окне универсального технологического справочника выбираем необходимый переход из существующих, либо вводим текст перехода самостоятельно. В нашем случае выбора перехода не требуется, поэтому закрываем данное окно, переходим на вкладку «Текст перехода» и вводим его вручную (рисунок 48).

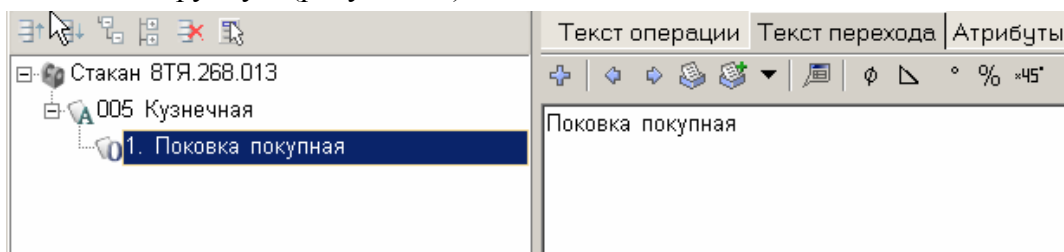


Рисунок 48 – Ввод текста перехода

Аналогичным образом добавляются все остальные операции и переходы.

2.12.6 Для добавления оборудования к операции необходимо выделить операцию в дереве ТП, вызвать контекстное меню и выбрать пункт Добавить – Станок (рисунок 49).

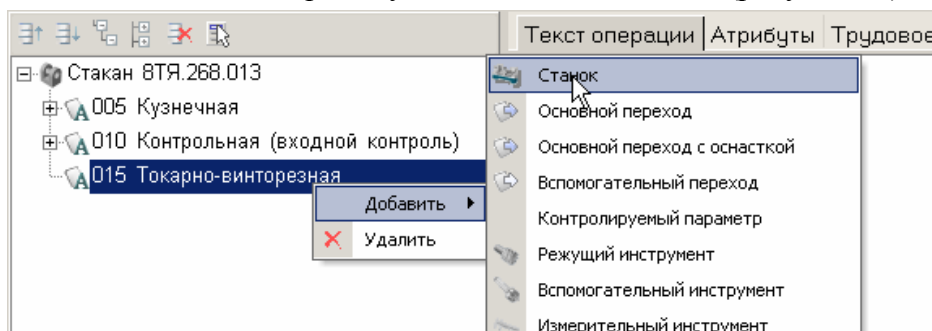


Рисунок 49 – Выбор добавления оборудования

Далее в открывшемся окне универсального технологического справочника выбираем необходимый станок (рисунок 50).

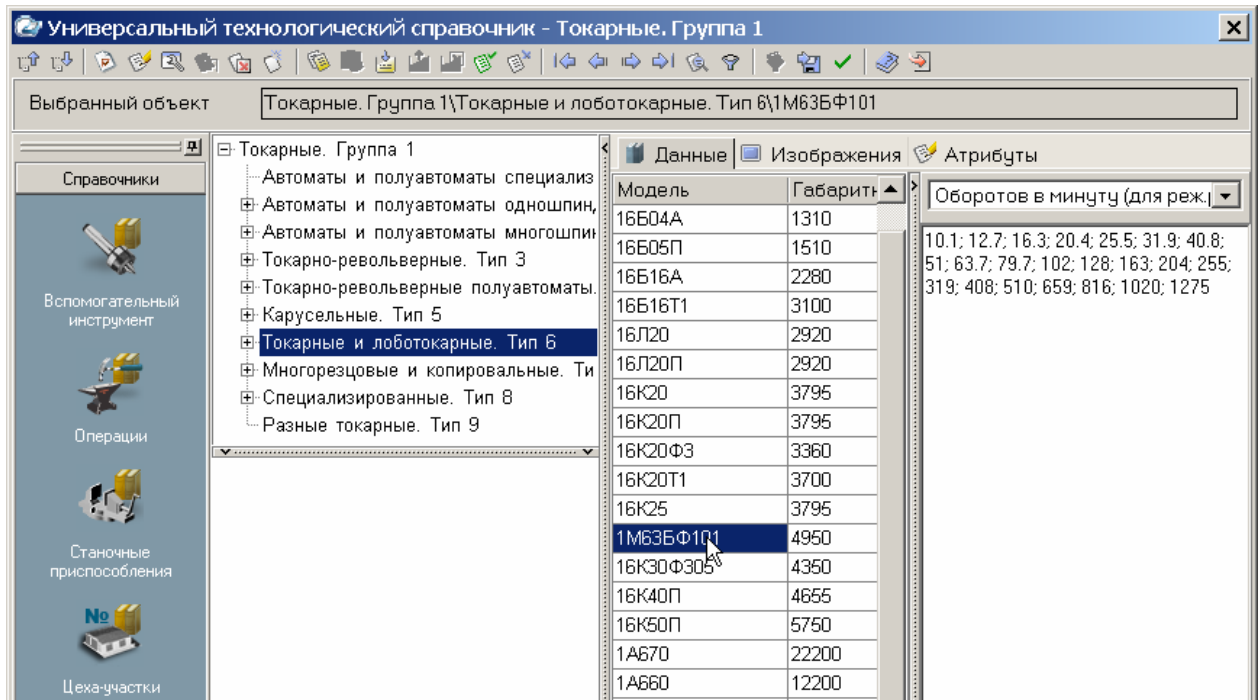


Рисунок 50 – Выбор станка

После нажатия кнопки «Применить» выбранный станок будет отображен в дереве ТП (рисунок 51).

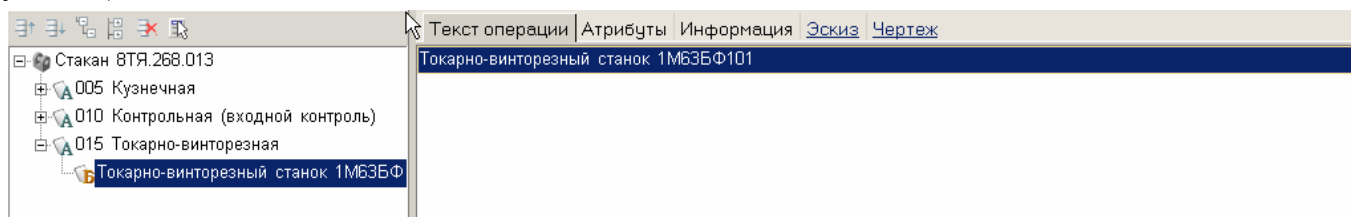


Рисунок 51 – Отображение выбранного оборудования в дереве ТП

2.12.7 Вставка данных о технологической оснастке, вспомогательных материалах, средствах защиты и др. производится аналогично формированию операций и переходов. Так, например если нам необходимо для основного перехода указать режущий инструмент, то указываем нужный переход, вызываем контекстное меню и выбираем пункт Добавить – Режущий инструмент (рисунок 52).

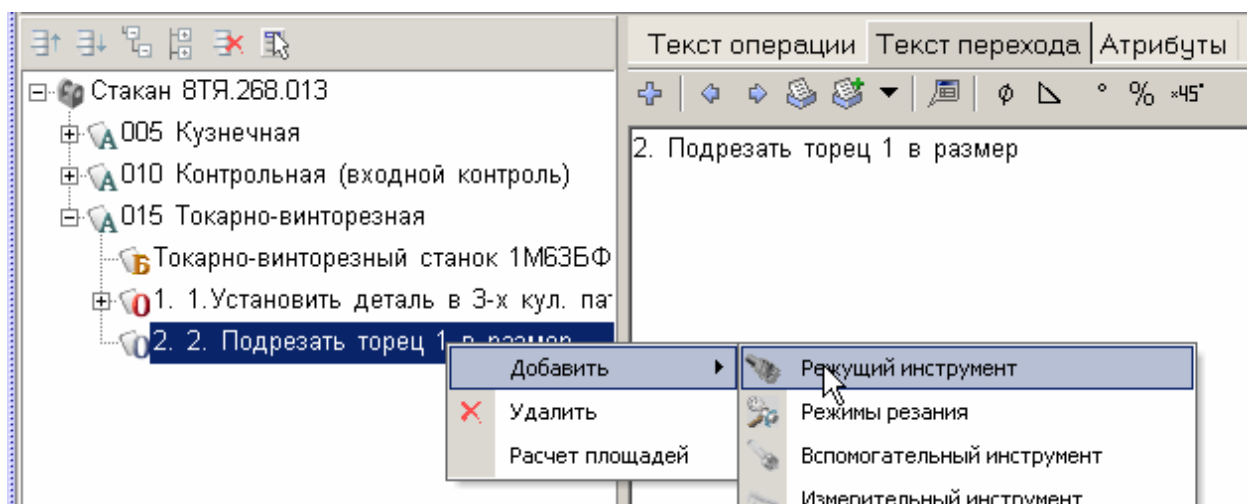


Рисунок 52 – Выбор добавления режущего инструмента

Далее в окне справочника выбираем нужный инструмент. В процессе выбора можно пользоваться автоподбором и различными режимами поиска, а также изображениями (слайдами) инструмента (рисунок 53).

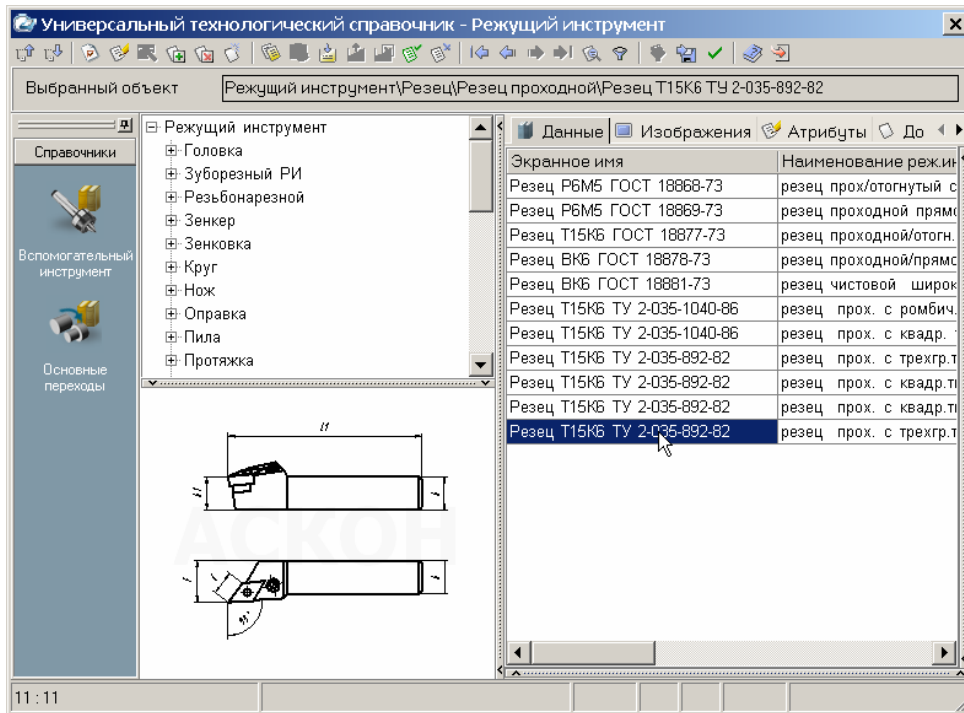


Рисунок 53 – Выбор инструмента

После нажатия кнопки «Применить», в окне дерева ТП появляется полное обозначение выбранного инструмента и его эскиз во вкладке «Информация» (рисунок 54).

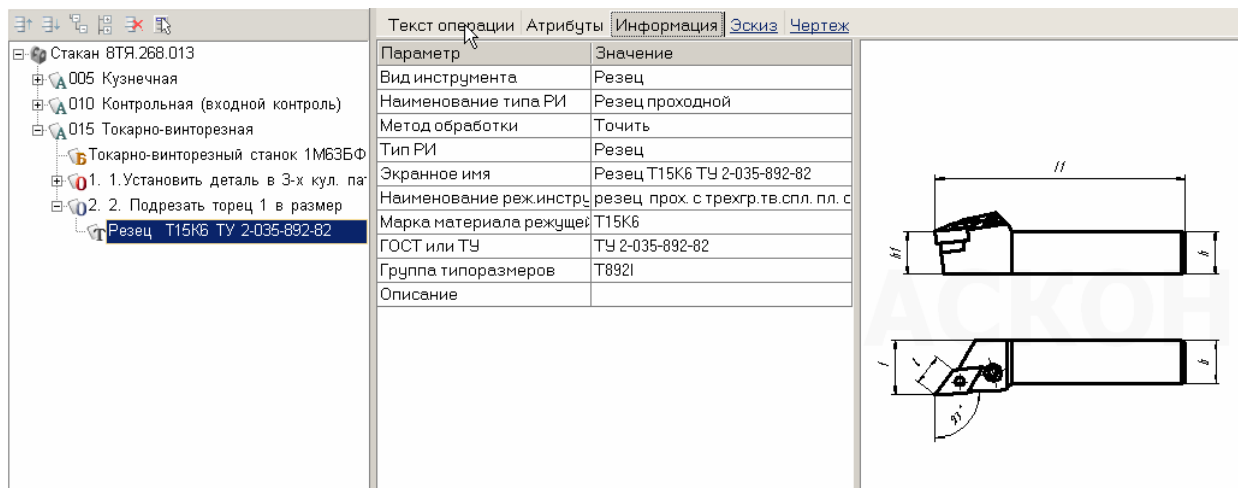


Рисунок 54 – Добавленный инструмент

Аналогичным образом производится добавление в ТП других видов оснастки (вспомогательный, измерительный инструмент, приспособления и т. д.).

2.12.8 Далее проиллюстрируем вставку различных размеров и шероховатостей в текст перехода. Так, например, если необходимо вставить размер, то для этого устанавливаем курсор в нужное место перехода, вызываем контекстное меню и выбираем пункт Добавить – Размер (рисунок 55).

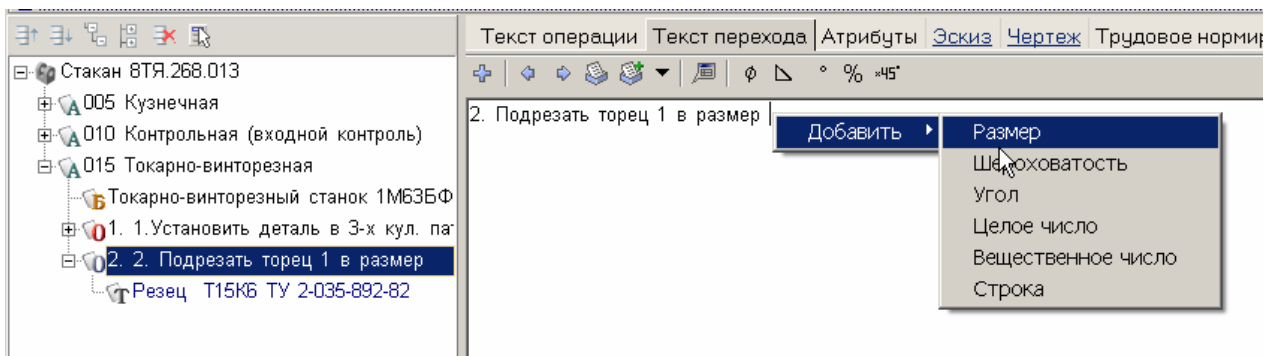


Рисунок 55 – Выбор добавления размера в текст перехода

Далее в открывшемся окне вводим все необходимые параметры размера (само значение, текст до и после, квалитет, предельные отклонения и др.) и нажимаем кнопку ОК (рисунок 56).

Рисунок 56 – Ввод параметров размера

После этого в нижней части вкладки появится запись, содержащая параметры размера, а значение размера, вставленное в текст перехода, выделится, синим цветом (рисунок 57).

Вкл.	Парам. =	Имя параметра	Значение	Комментарий
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L	152(±0.2)	

Рисунок 58 – Вставка размера

Аналогичным образом осуществляется вставка в текст перехода угловых размеров и шероховатостей.

2.12.9 При наличии подключенных к техпроцессу 3D-модели и чертежа вставку вышеописанных параметров можно осуществлять в автоматическом режиме. Так, например, для вставки в переход размера с чертежа детали необходимо выделить данный переход в дереве, перейти на вкладку «Чертеж» и нажать кнопку «Импортировать параметр» (рисунок 59).

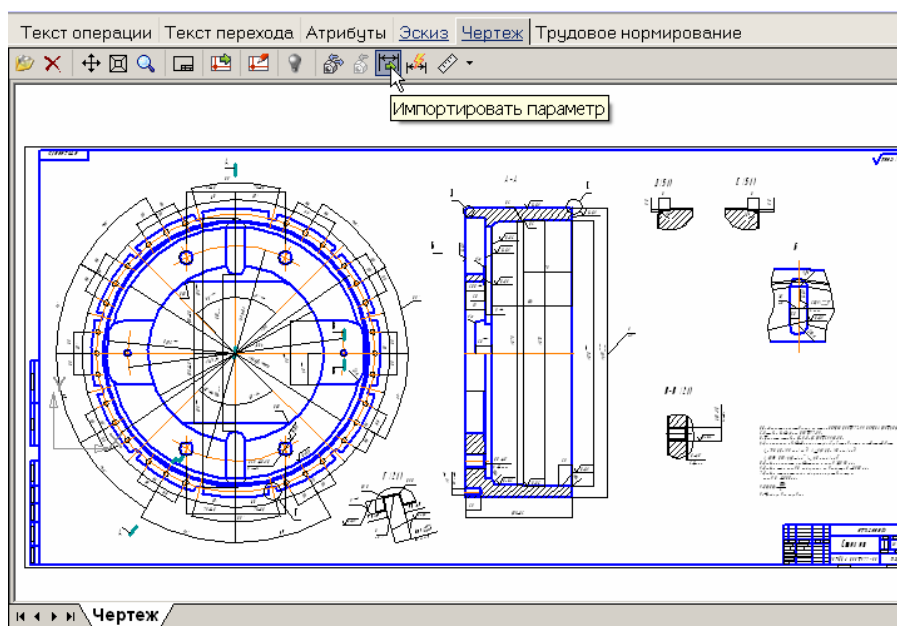


Рисунок 59 – Импорт параметра из чертежа

Далее выделяем необходимый размер на чертеже, после чего его значение отобразится в окне «Импорт CAD-параметра». В этом окне необходимо перейти на вкладку «Переход механообработки», указать место в тексте перехода, куда нужно вставить размер и нажать кнопку «Создать», а затем ОК (рисунок 60).

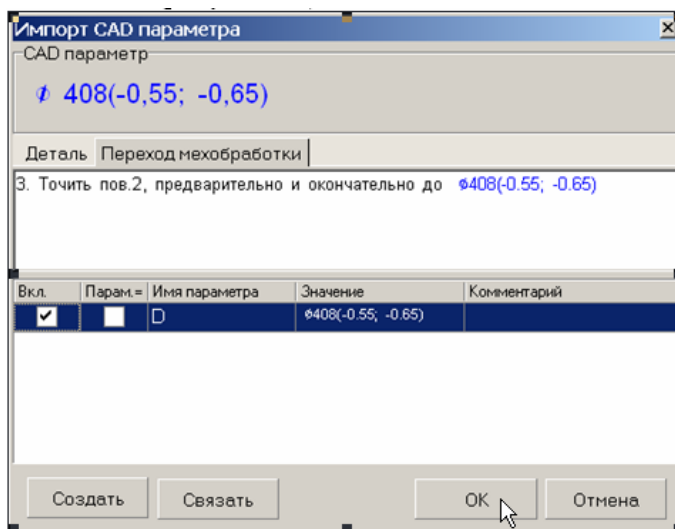


Рисунок 60 – Вставка размера в переход

Связанный параметр подсвечивается на чертеже красным цветом, а при его выделении выделяется серым цветом соответствующий переход и наоборот. Аналогичным образом можно вставлять в текст перехода другие размеры и шероховатости.

2.12.10 Таким образом, используя приемы работы, описанные выше последовательно формируем дерево ТП для всего техпроцесса (рисунок 61).

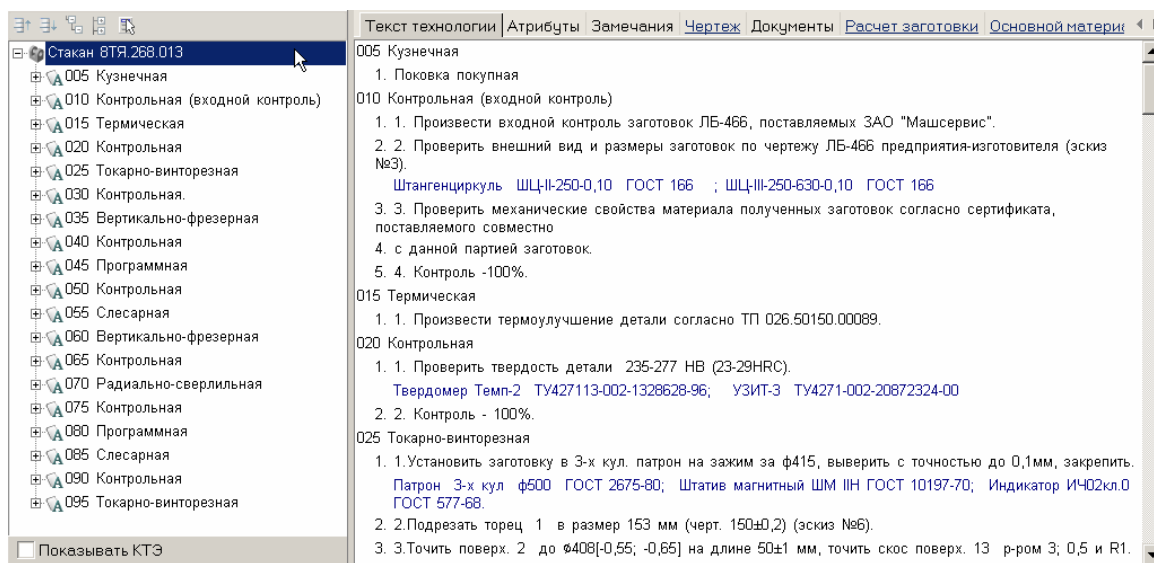


Рисунок 61 – Полностью готовое дерево ТП

2.12.11 После создания операций, для более наглядного представления о выполняемых на конкретной операции размерах, качестве поверхностей, пространственных отклонениях, базировании детали и др. к каждой операции ТП может быть подключен готовый или создан новый технологический эскиз. Так, для подключения эскиза необходимо выбрать операцию в дереве ТП, перейти на вкладку «Эскиз» и нажать кнопку «Открыть эскиз» (рисунок 62).

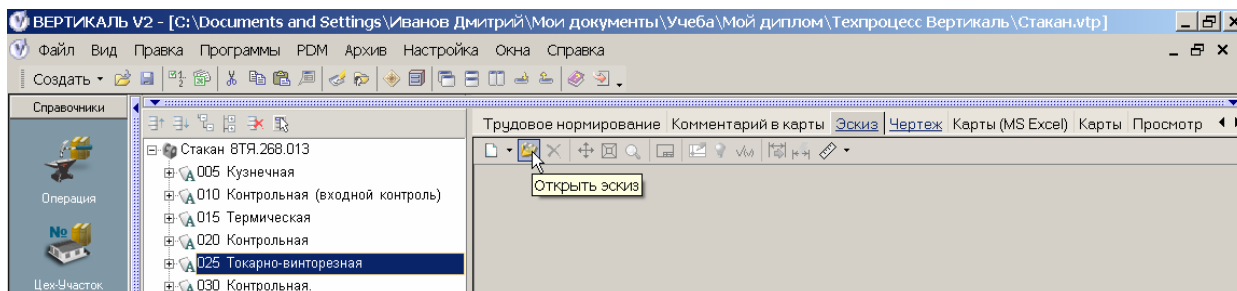


Рисунок 62 – Подключение эскиза

Затем в открывшемся проводнике нужно выбрать необходимый файл эскиза и нажать кнопку «Открыть». После этого в окне появится указанный эскиз. Если же файлы эскизов не созданы заранее, а выполняются в процессе проектирования ТП, то система предлагает различные способы создания нового эскиза. Так, для создания эскиза нужно на вкладке дерева ТП «Эскиз» нажать кнопку «Создать эскиз» (рисунок 63).

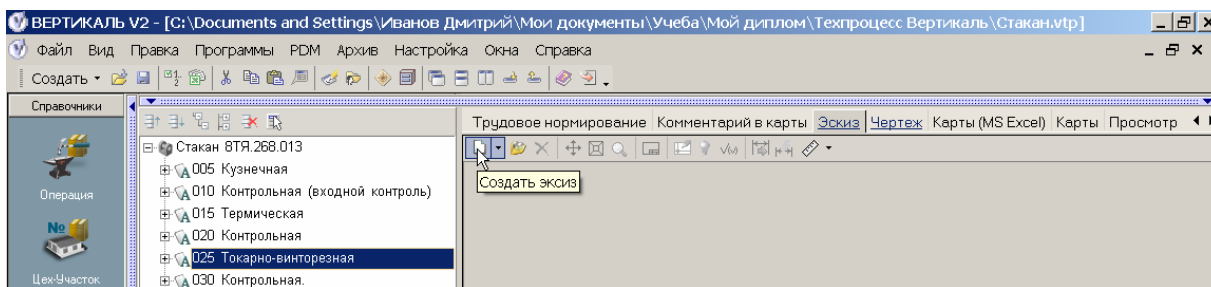


Рисунок 63 – Выбор создания эскиза

Далее в открывшемся окне нужно выбрать способ создания нового эскиза: «Из шаблона», «Из чертежа», «Из эскиза», «Из 3D-модели». При выборе «Из шаблона» пользователю предлагается список файлов чертежей стандартных деталей, которые необходимо отредактировать для создания эскиза (рисунок 64).

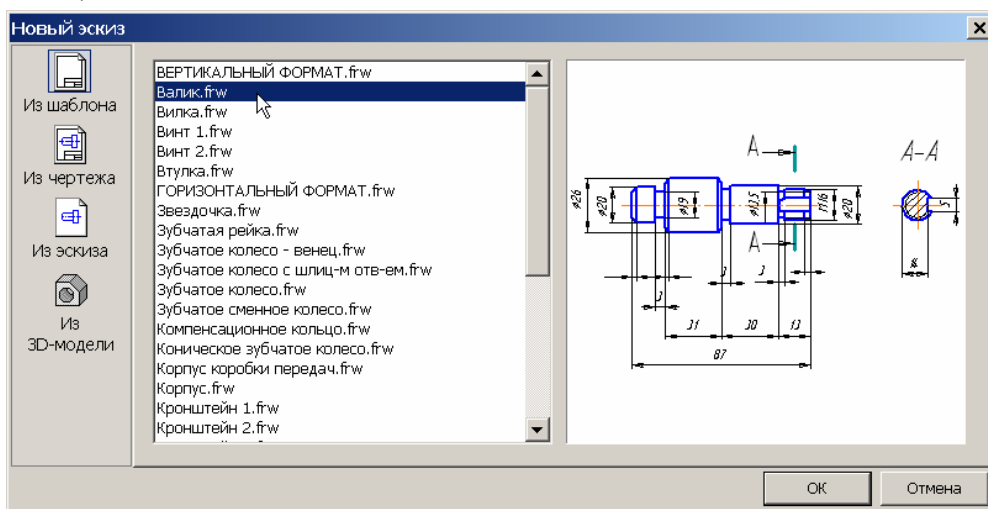


Рисунок 64 – Создание эскиза из шаблона

При способе создания «Из чертежа» редактировать предлагается чертеж детали, подключенный к техпроцессу (рисунок 65).

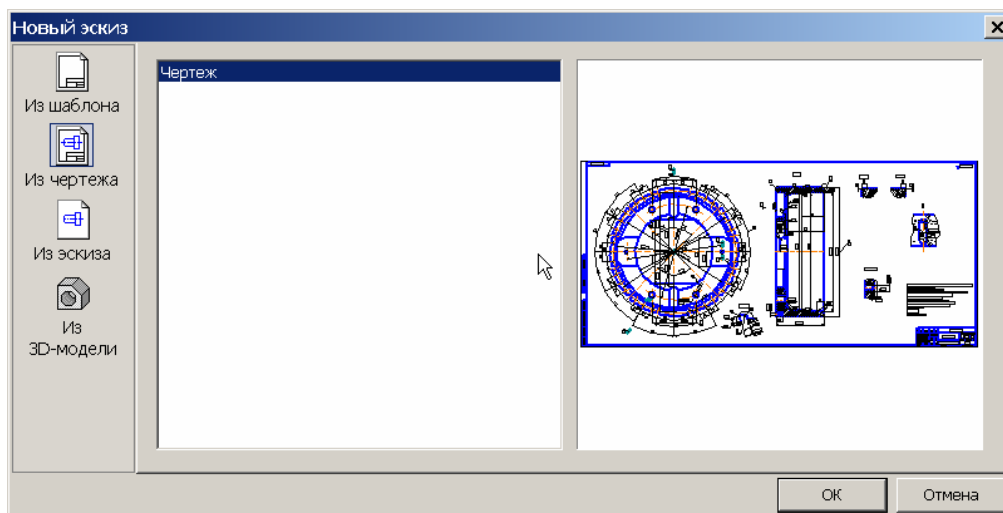


Рисунок 65 – Создание эскиза из чертежа

Способ создания «Из эскиза» подразумевает использование эскизов, подключенных к другим операциям, а при выборе «Из 3D-модели» эскиз будет создаваться из вида полученного проецированием с 3D-модели (рисунок 66).

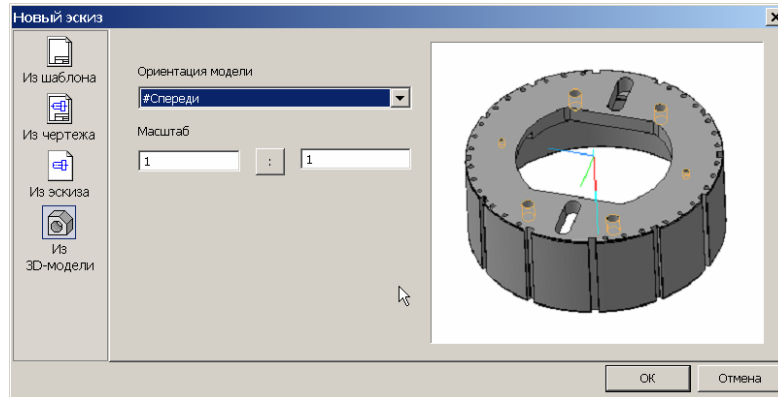


Рисунок 66 – Создание эскиза из 3D-модели

В нашем случае наиболее рациональным будет способ создания эскиза «Из чертежа». После выбора данного метода и нажатия ОК в окне эскиза появляется чертеж детали (рисунок 67).

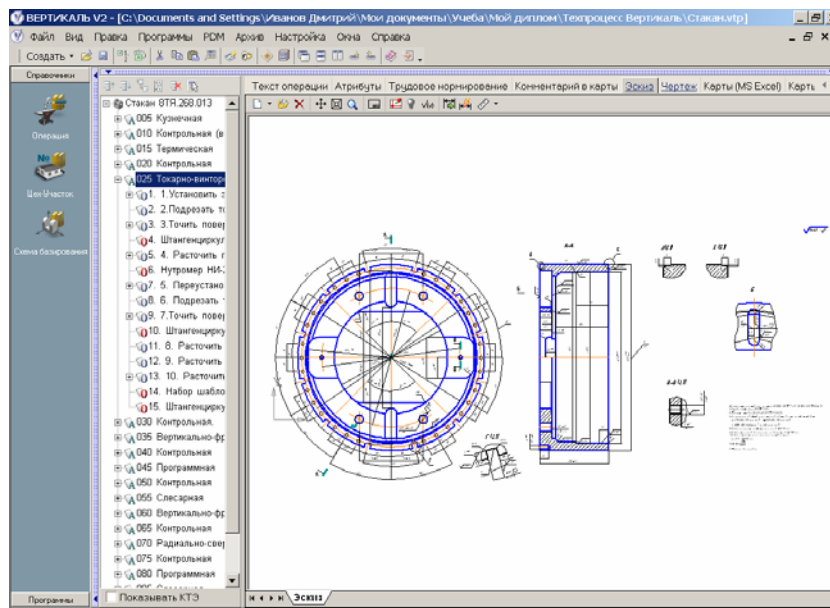


Рисунок 67 – Чертеж детали для получения эскиза

Далее на инструментальной панели нажимаем кнопку «Редактировать» и изменяем, чертеж детали, удаляя все лишнее, оставляя размеры, выполняемые на данной операции, добавляя обозна-

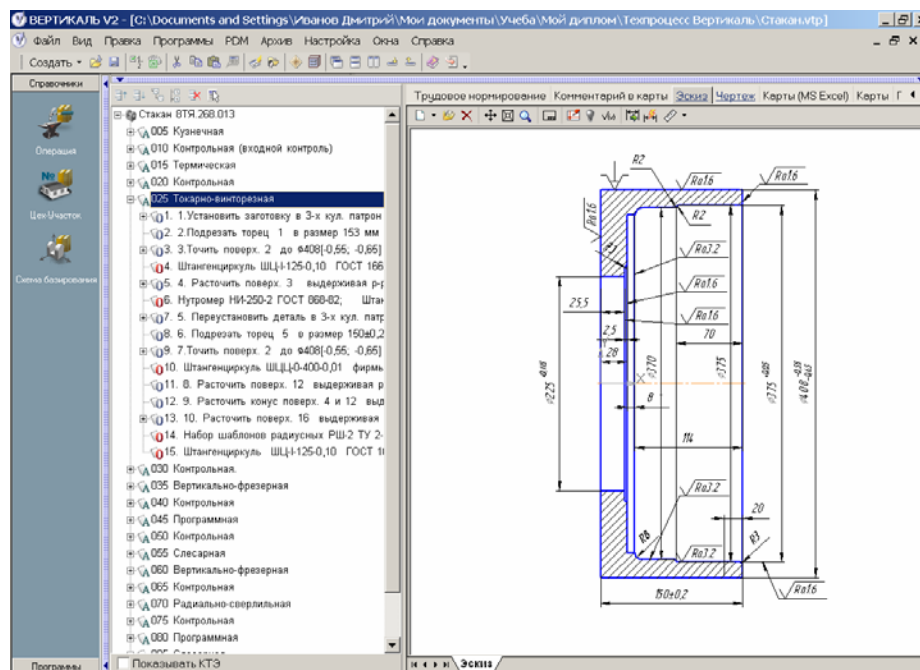


Рисунок 68 – Созданный операционный эскиз

чения базирования, и получаем, таким образом операционный эскиз (рисунок 68).

Аналогичным образом создаем операционные эскизы ко всем остальным операциям.

2.12.12 Для более удобного последующего редактирования технологического процесса можно настроить связь между размерами на операционном эскизе и в тексте переходов операции. Для этого выделяем нужный переход в дереве ТП, на инструментальной панели вкладки «Эскиз» нажимаем кнопку «Импортировать параметр» (рисунок 69).

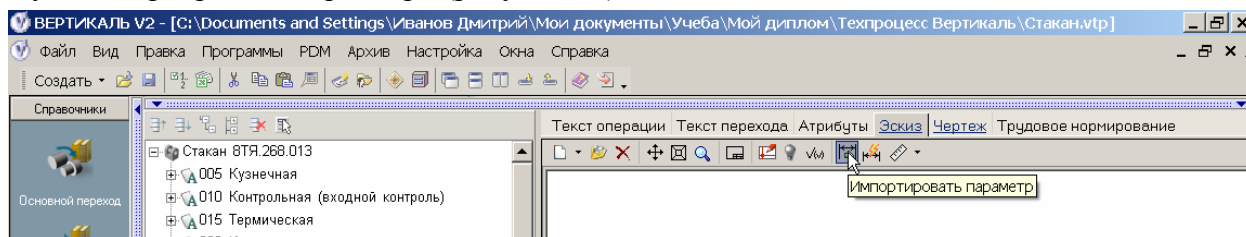


Рисунок 69 – Импортирование параметра из эскиза в переход

Далее в эскизе выделяем нужный размер, после чего открывается окно «Импорт CAD параметра» (рисунок 70).

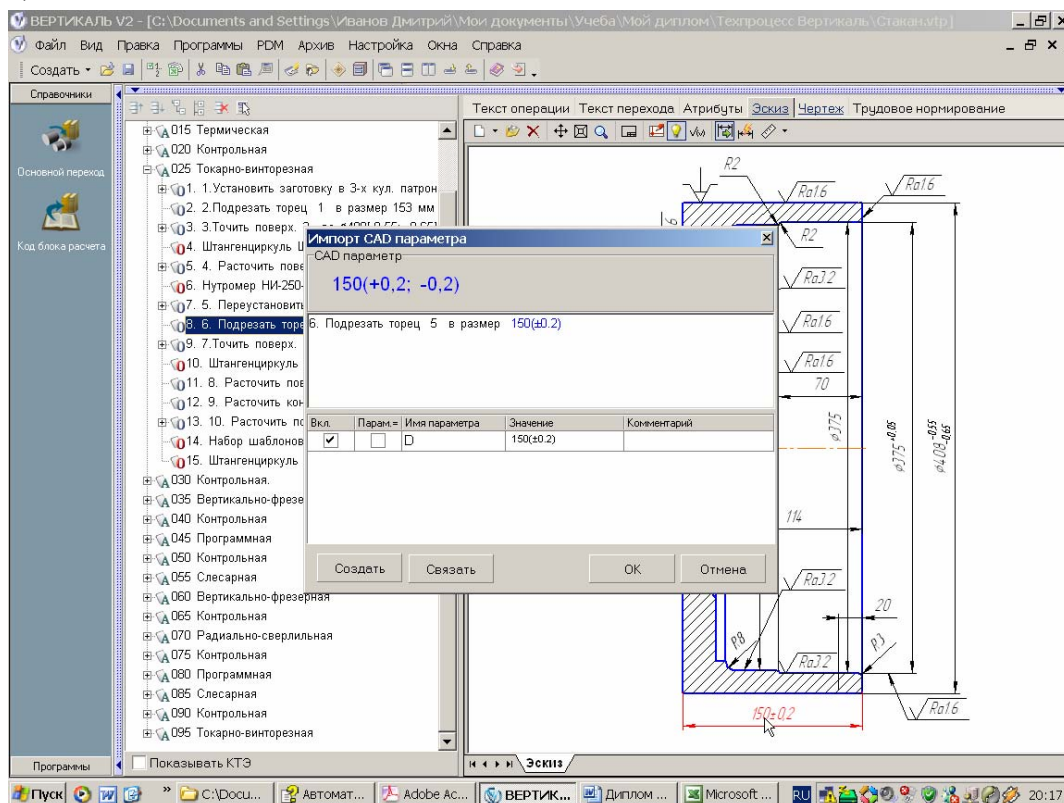


Рисунок 70 – Выбор импортируемого размера в эскизе

Далее в этом окне выделяем размер в переходе и нажимаем кнопку «Связать» (рисунок 71).

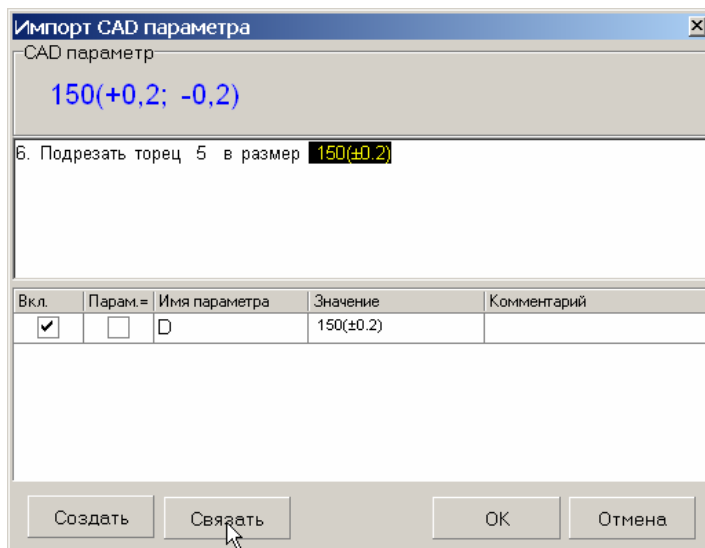


Рисунок 71 – Выбор связываемого размера в переходе

После этого происходит связывание размеров в эскизе и переходе и при выделении перехода размер в эскизе подсвечивается красным цветом. Аналогичным образом происходит связывание остальных размеров в эскизах и переходах. В дальнейшем, после выполнения данной операции, если возникает такая необходимость, то очень удобно и наглядно производить редактирование размеров в ТП. Для этого нет необходимости искать нужные размеры в тексте перехода, а достаточно отредактировать их в эскизе операции и нажать кнопку «Обновить параметры» на инструментальной панели вкладки «Эскиз», после чего произойдет автоматическое их обновление в переходах.

2.12.13 Следующим этапом проектирования ТП в ВЕРТИКАЛЬ может быть заполнение дерева КТЭ. Операции, выполняемые при формировании дерева КТЭ аналогичны операциям заполнения древа ТП. Так для добавления нового КТЭ необходимо выделить элемент дерева, которому будет подчинен КТЭ, вызвать контекстное меню и выбрать пункт «Добавить КТЭ» или «Добавить сочетание КТЭ» (рисунок 72).

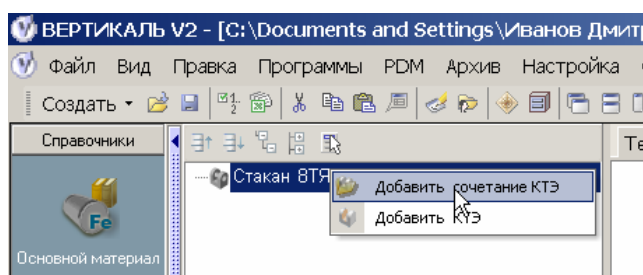


Рисунок 72 – Добавление нового сочетания КТЭ

Далее в открывшемся окне выбираем нужное сочетание КТЭ и нажимаем кнопку «Применить» (рисунок 73).

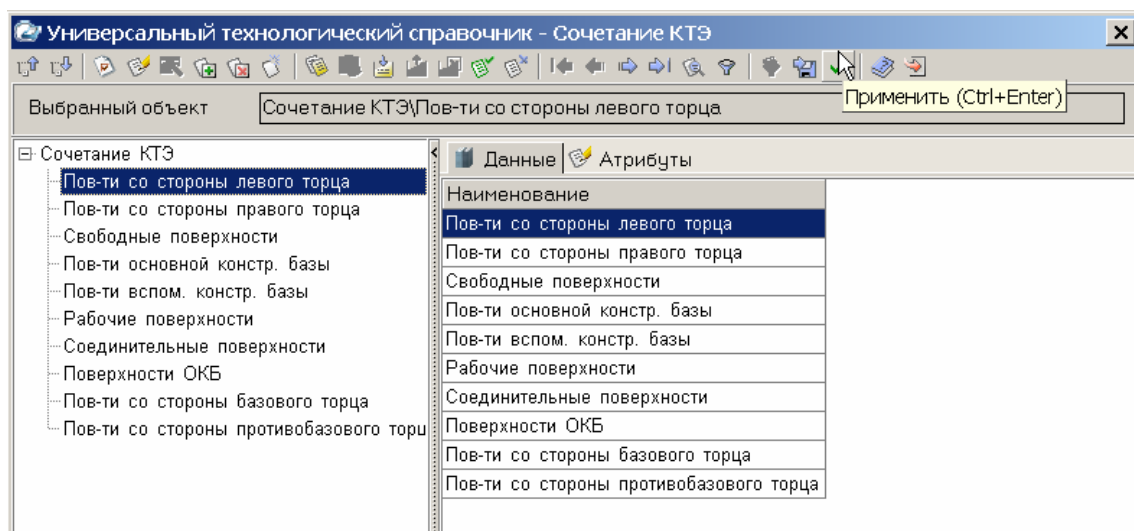


Рисунок 73 – Выбор сочетания КТЭ

Аналогичным образом добавляем второе сочетание КТЭ (рисунок 74).

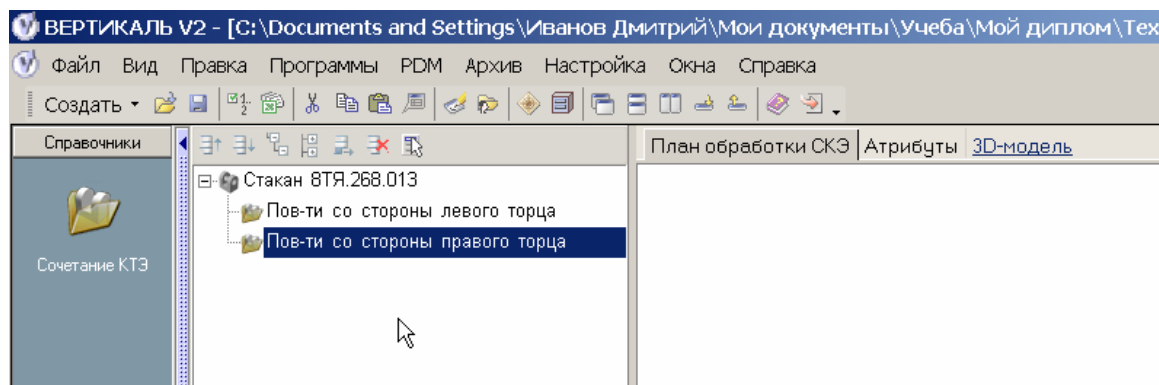


Рисунок 74 – Добавление сочетаний КТЭ

2.12.14 Далее выполняем наполнение сочетаний КТЭ непосредственно самими КТЭ. Для этого выделяем сочетание КТЭ, из контекстного меню выбираем пункт «Добавить КТЭ», далее в от-

крывшемся справочнике указываем нужный КТЭ и нажимаем «Применить» (рисунок 75).

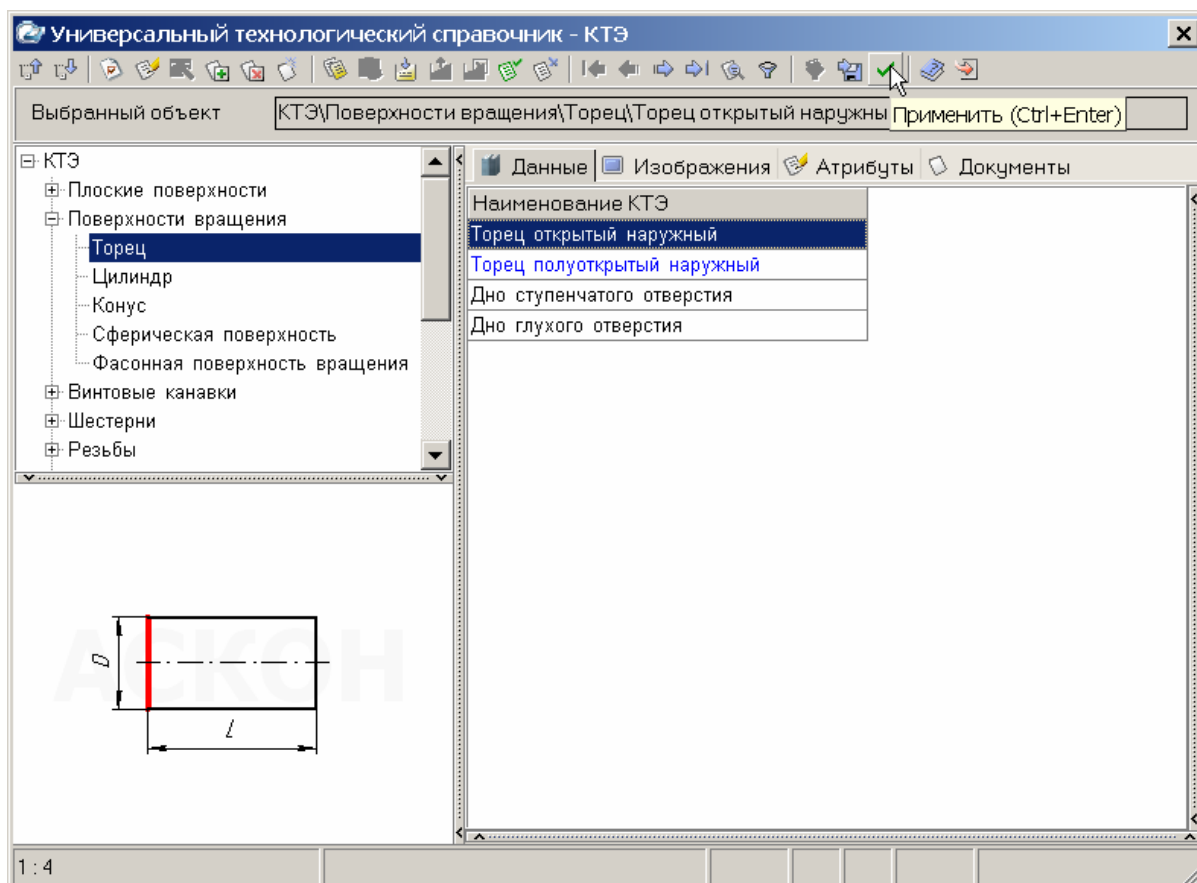


Рисунок 75 – Выбор КТЭ

После этого во вкладке «План обработки» дерева КТЭ вводим параметры КТЭ (размеры обработки) (рисунок 76).

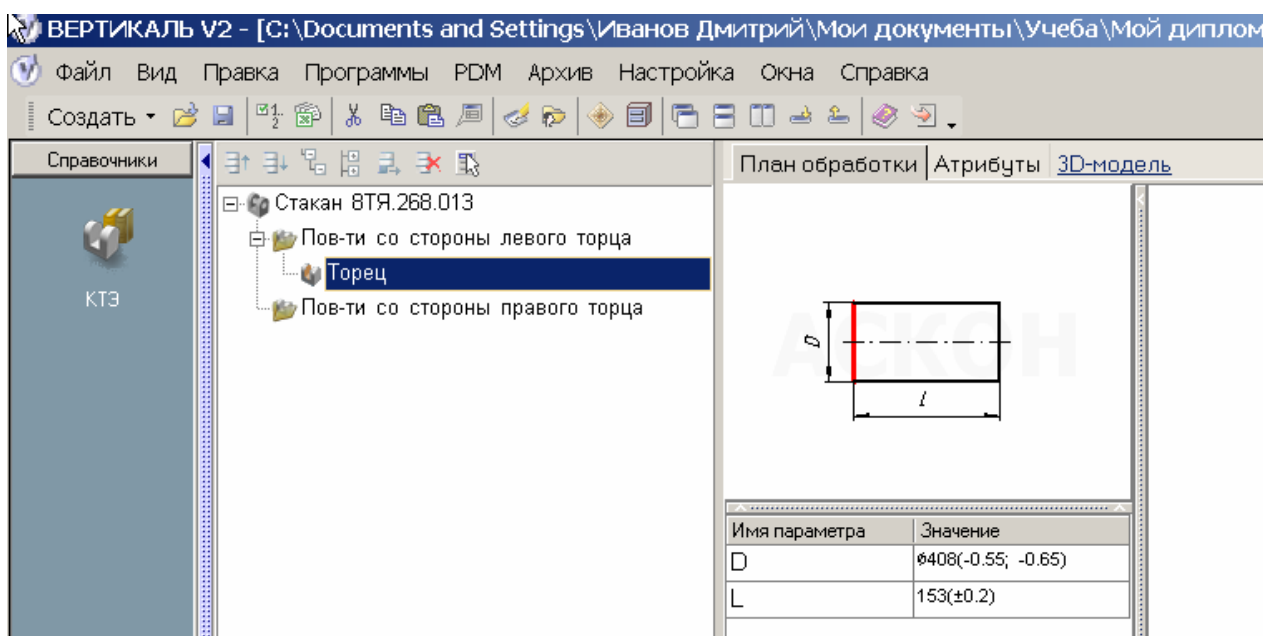


Рисунок 76 – Ввод параметров КТЭ

Аналогичным образом, в соответствии с конфигурацией детали формируем все дерево КТЭ.
 2.12.15 Теперь, для создания полноценного технологического процесса в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ необходимо выполнить настройку связей между элементами дерева ТП и КТЭ. Для этого в дереве КТЭ выбираем элемент, с которым будем связывать основной переход из дерева ТП. В дереве ТП указываем левой кнопкой мыши основной переход. Далее не отпуская кнопку мыши, перетаскиваем основной переход из дерева ТП на вкладку «План обработки» дерева КТЭ (рисунок 77).

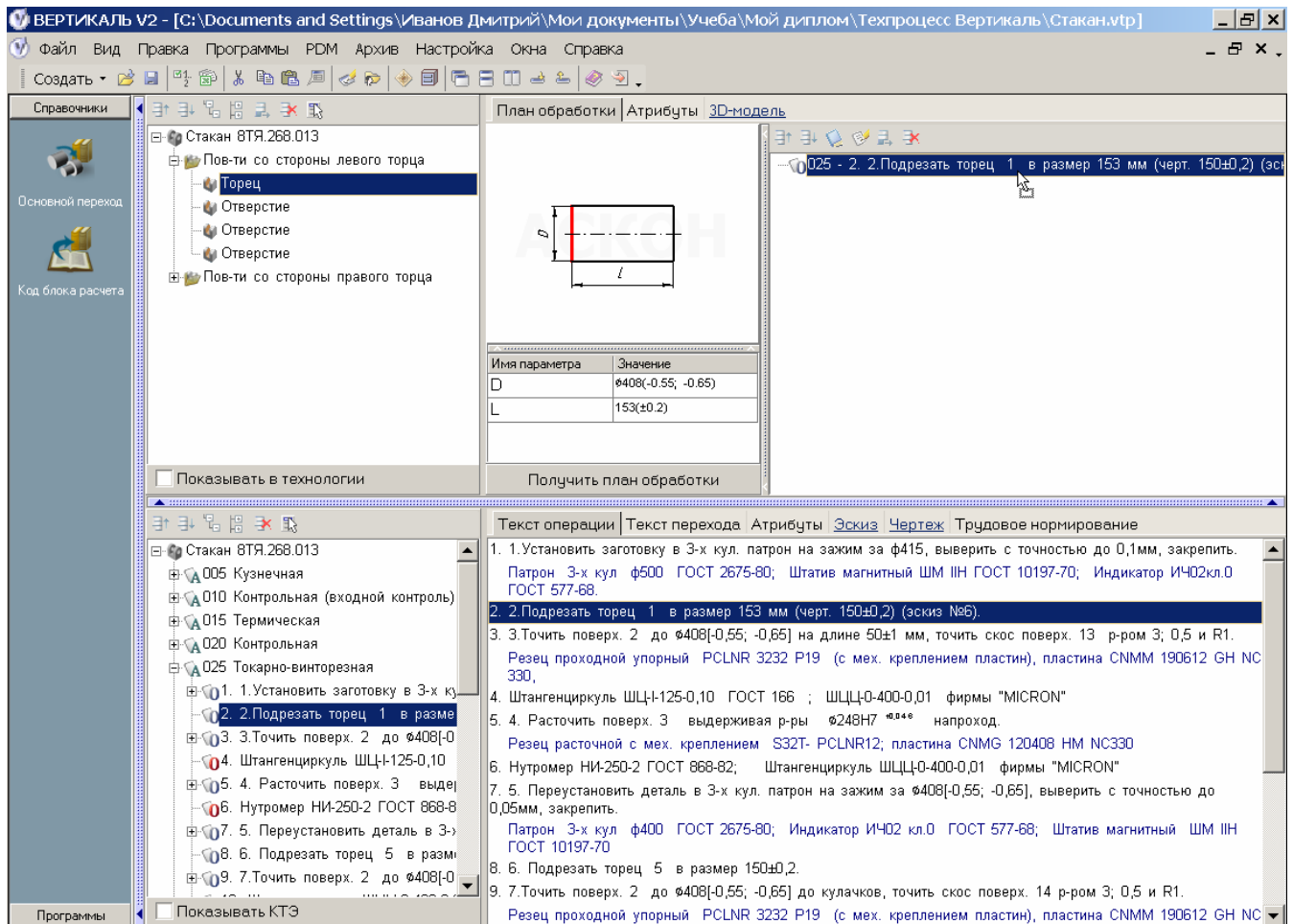


Рисунок 77 – Связывание элементов дерева ТП и КТЭ

После выполнения данного действия элементы деревьев ТП и КТЭ связаны, то есть при изменении параметров одного автоматически меняются параметры другого. Аналогичным образом связываем остальные элементы деревьев.

2.12.16 Для более наглядного представления о том какой элемент ТП обеспечивает обработку какой поверхности, то есть как бы проецирования техпроцесса на геометрию детали произведем настройку связей между элементами дерева КТЭ и 3D-модели. Для этого включаем режим отображения связей КТЭ и 3D-модели, нажав на кнопку «Включить/выключить режим подсветки» (рисунок 78).

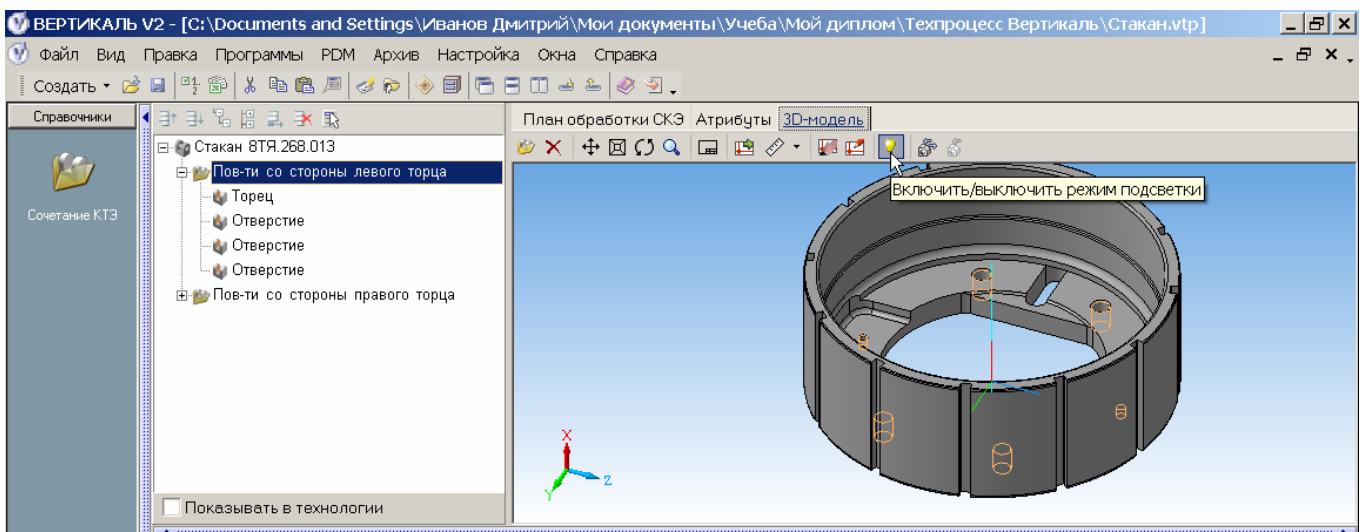


Рисунок 78 – Включение режима отображения связей

Далее включаем режим редактирования связей нажатием на кнопку «Включить/выключить режим связывания» (рисунок 79).

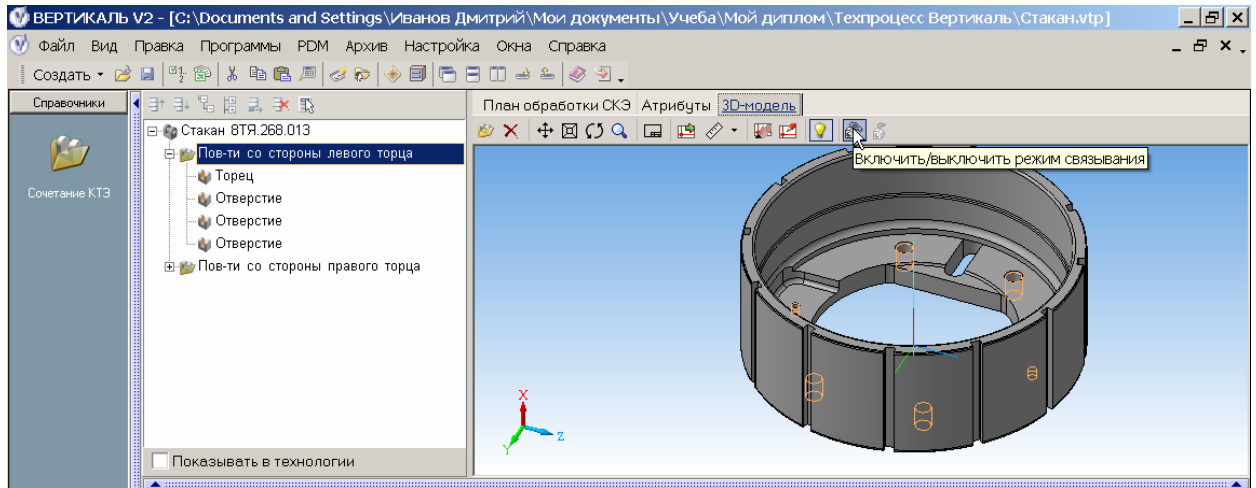


Рисунок 79 – Включение режима редактирования всязей

Далее указываем грань 3D-модели, которую необходимо связать с КТЭ (рисунок 80).

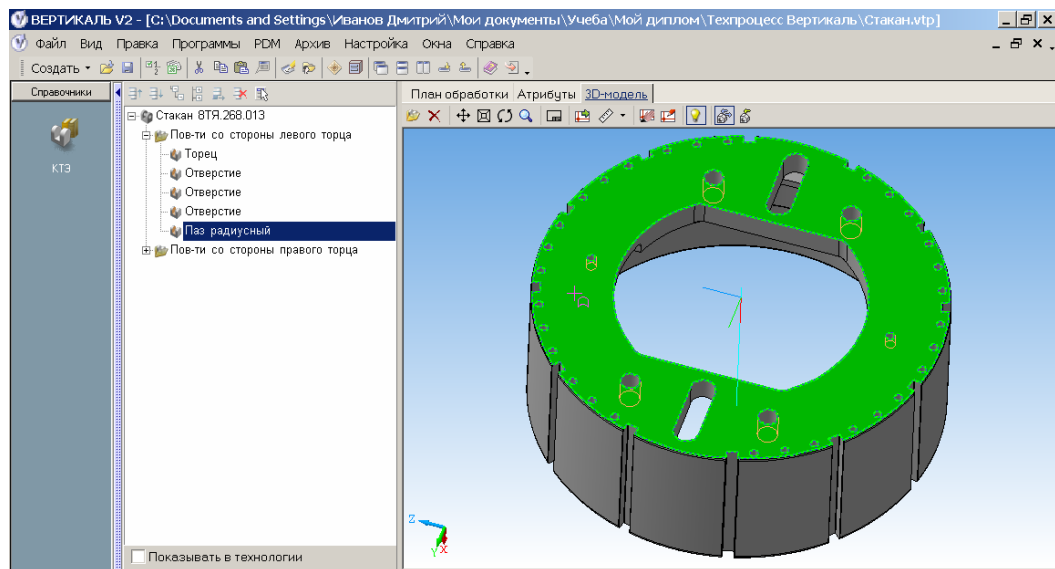


Рисунок 80 – Указание связываемой грани

Затем в дереве КТЭ выделяем элемент, с которым нужно связать грань (рисунок 81).

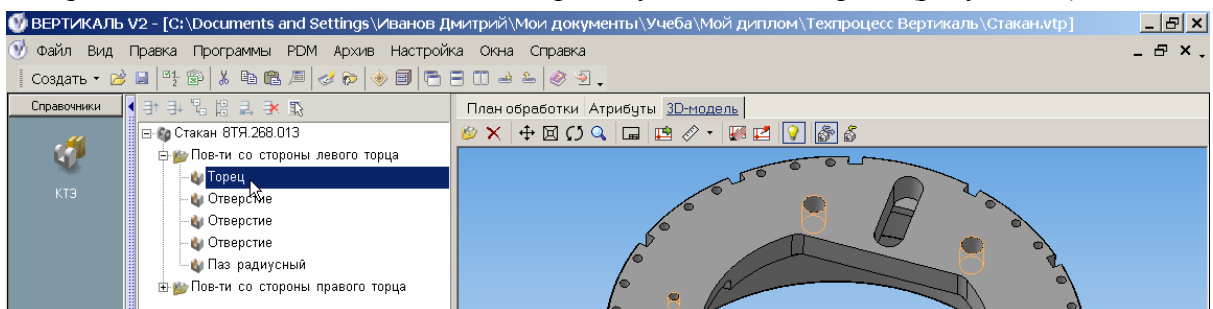


Рисунок 81 – Выделение КТЭ для связывания

Далее фиксируем связь нажатием кнопки «Связать с текущим элементом дерева КТЭ» (рисунок 82).

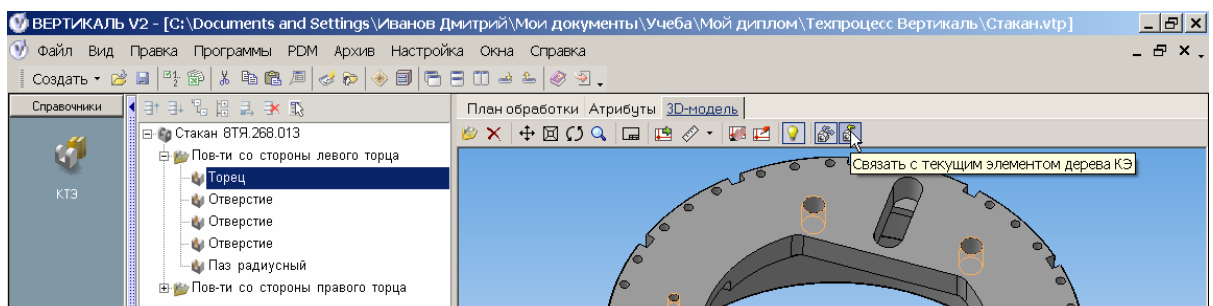


Рисунок 82 – Фиксация связи

После выполнения всех вышеописанных действий происходит установление связи между КТЭ и 3D-моделью и при выделении КТЭ в дереве соответствующая грань или совокупность граней 3D-модели подсвечиваются красным цветом (рисунок 83).

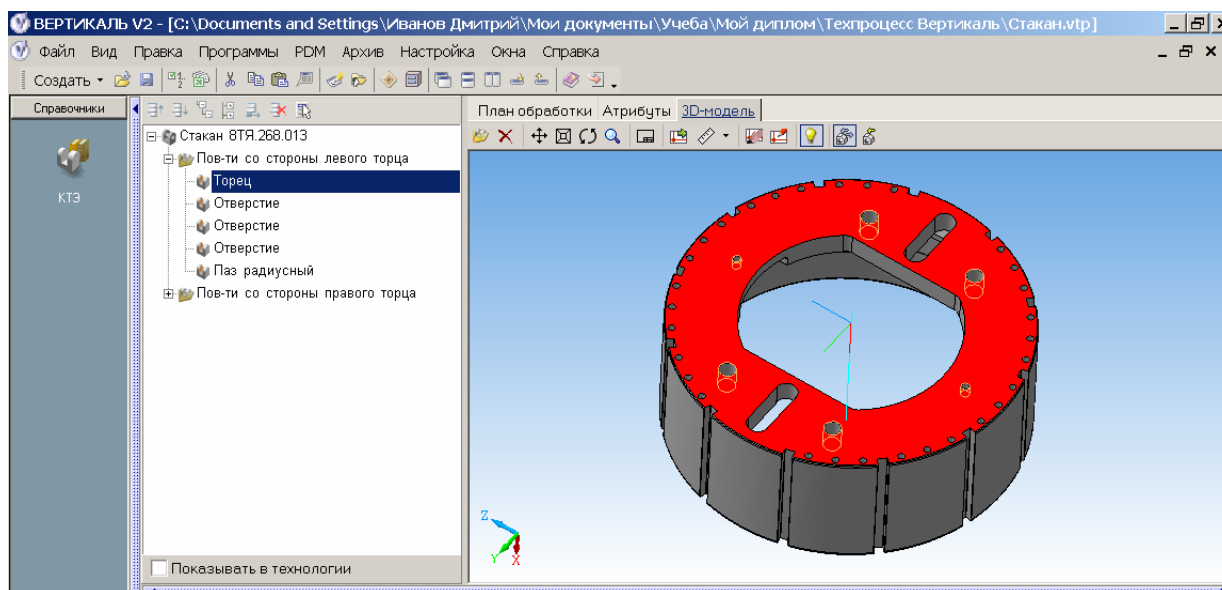


Рисунок 83 – Соответствие между КТЭ и элементом 3D-модели

Аналогичные операции связывания прорабатываем со всеми элементами 3D-модели и КТЭ.

2.12.17 Таким образом, в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ спроектировали и оформили технологический процесс механической обработки детали «Стакан» с использованием основных возможностей данной системы. Для формирования технологической документации нужно нажать кнопку «Формирователь карт» на панели «Программы» (рисунок 84).

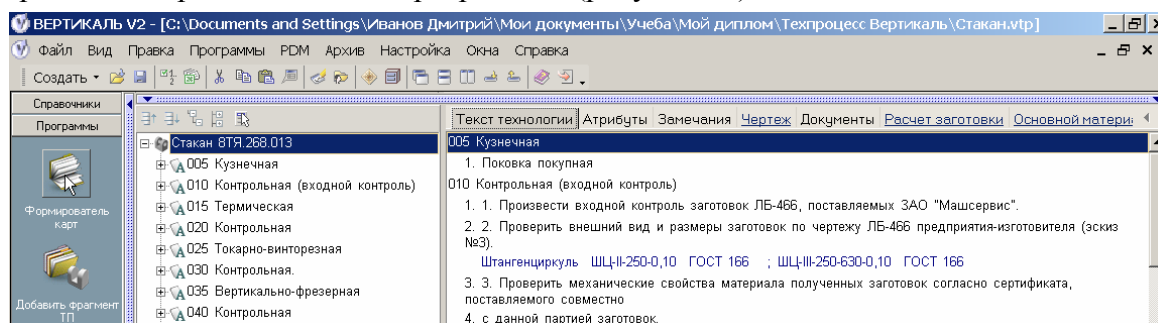


Рисунок 84 – Выбор формирования технологической документации

Далее открывается окно «Мастер формирования технологической документации», в котором выбираем нужный вид технологического документа, производим необходимые настройки и нажимаем кнопку «Далее» (рисунок 85).

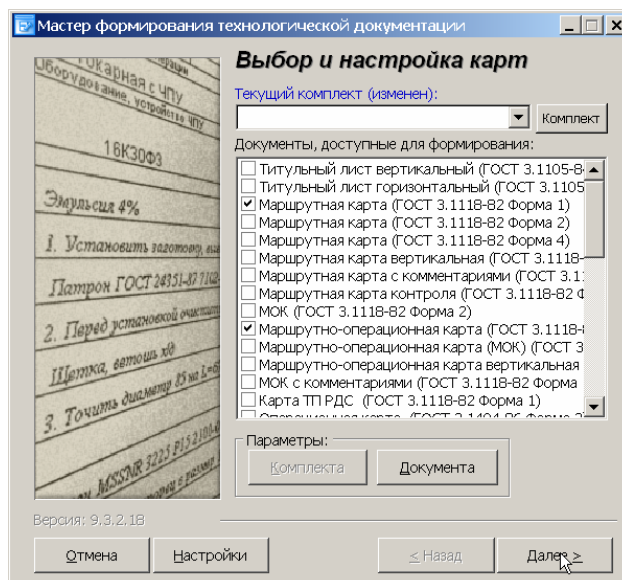


Рисунок 85 – Выбор формируемых технологических документов

Далее в открывшемся окне нажимаем кнопку «Готово», после чего начинается процесс формирования технологической документации в приложении Microsoft Excel. Примеры маршрутной, маршрутно-операционной и операционной карт с эскизами представлены на рисунке 86.

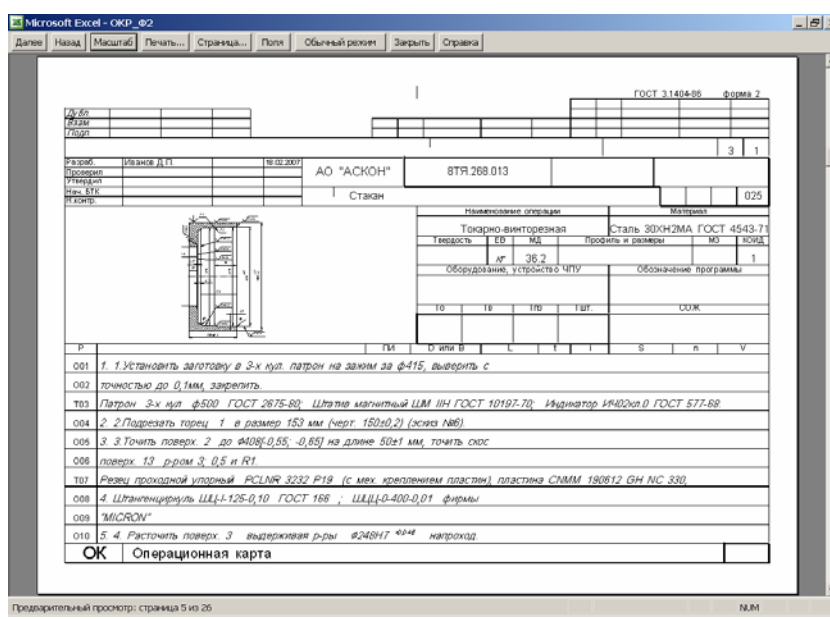
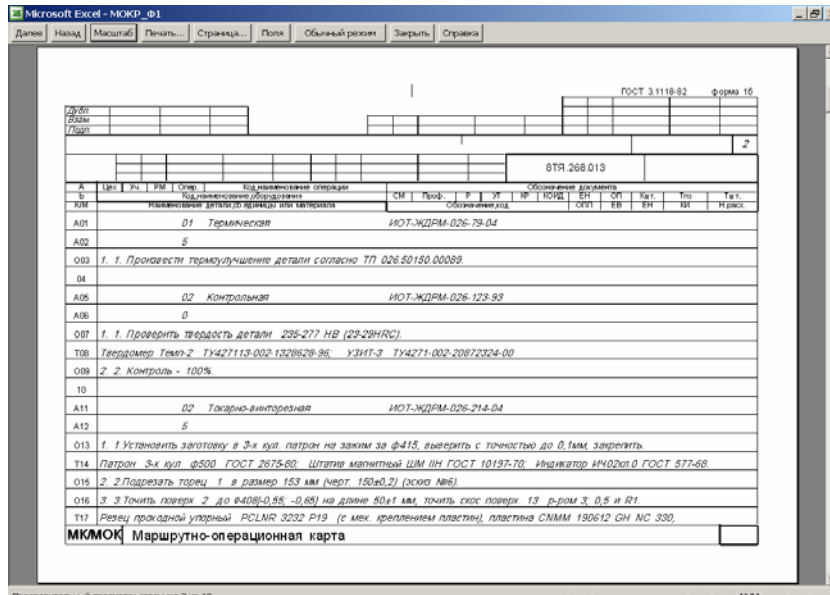
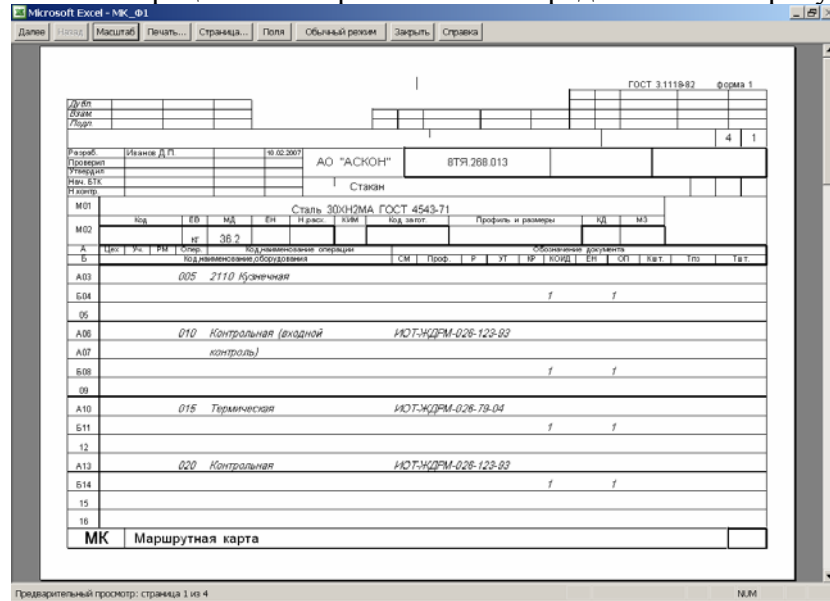


Рисунок 86 – Примеры технологических документов