Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Кафедра Конструирования и производства радиоэлектронных средств

Дисциплина: «САПР технологических процессов производства электронных средств»

ТЕМА 4: «Современные САПР технологических процессов производства электронных средств»

Лекция №7. «Система автоматизированного проектирования ТП Вертикаль»

(2 часа)

Доцент кафедры, к.п.н.,

Мордовин В.Н.

2018 г.

СПб ГУТ)))

Учебные вопросы

1. **Основные возможности и функциональные характеристики программного комплекса «Вертикаль».**

1.1. Основные функциональные характеристики и режимы работы САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

1.2. Процессы и характеристики системы.

2. Взаимосвязь САПР ВЕРТИКАЛЬ с другими системами и приложениями.

3. Основные компоненты САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

4. Основы работы в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

Литература

1. Вертикаль-Технология, Том 1. Руководство пользователя. АСКОН. 2009.

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

3. Азбука ВЕРТИКАЛЬ. Система автоматизированного проектирования технологических процессов. http://kompas.ru/source/info_materials/vertical_2014/azbuka_vertical_2014.pdf.

ВВЕДЕНИЕ

Одними из первых отечественных САПР ТП являются «Компас-АВТО-ПРОЕКТ» фирмы «Аскон» и «ТехноПРО» фирмы «Топ Системы». Однако оба этих продукта обладали рядом существенных недостатков, вследствие чего были отвергнуты отечественным машиностроением.

На смену им пришли программные продукты «Вертикаль» *(Аскон), который в настоящее время является одним из лидеров* (а по сути — лидером) отечественных САПР ТП/CAM продуктов, Спрут-ТП, T-FLEX ЧПУ, T-FLEX NC Tracer и некоторые другие.

На рынке фирма позиционируется, как разработчик систем комплексной автоматизации технической подготовки производства, включающей автоматизацию проектно-конструкторских работ (*системы КОМПАС-График, КОМПАС-3D, «Электронный Справочник конструктора»*) и технологического проектирования (*система ВЕРТИКАЛЬ*). Технический документооборот и управление информацией об изделиях автоматизируются использованием системы *ЛОЦМАН:PLM.*

ВВЕДЕНИЕ

Система автоматизации технологической подготовки производства ***ВЕРТИКАЛЬ – это программный комплекс автоматизации ТПП, предназначенный для решения следующих задач:***

– проектирования ТП;

– расчета количества материалов для производства изделия;

– расчета режимов обработки;

– расчета затрат труда;

– формирования комплекта технологической документации.

ЛОЦМАН: PLM – это система управления инженерными данными и жизненным циклом изделия. Она является центральным компонентом единого информационного пространства.

Более подробно о системе ЛОЦМАН: PLM будет рассказано на следующей лекции.

1. Основные возможности и функциональные характеристики программного комплекса «Вертикаль»

САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ позволяет:

- проектировать технологические процессы в автоматизированном режиме;
- рассчитывать материальные и трудовые затраты производства;
- формировать все необходимые комплекты технологической документации, используемые на предприятии;
- организовать и развивать технологические базы данных предприятия;
- передавать данные в различные системы планирования и управления (классов PDM/MRP/ERP), а также организовывать совместную работу с модулями и приложениями, разработанными на предприятии.

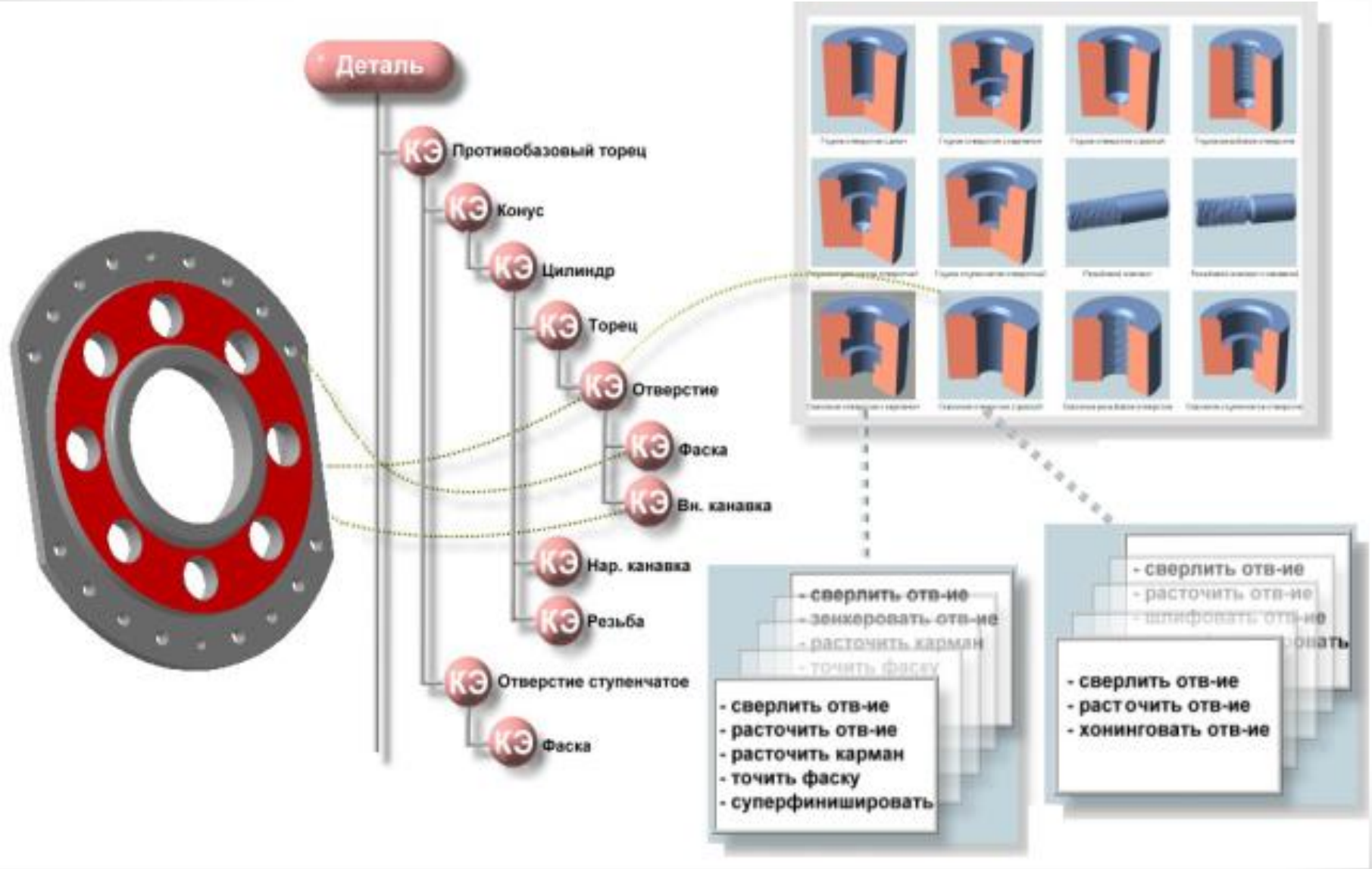
1.1. Основные функциональные характеристики и режимы работы САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ

В системе выделены следующие *виды процессов*. ***Комплексный ТП*** (с использованием баз данных для различных производств: механообработка, штамповка, сварка, резка, гальваника, покрытия, термообработка, литье металлов, сборка), ***ТП на сборочные единицы***. Учитываются особенности структуры ТП и данных для каждого вида производства. Реализована возможность *добавления новых* видов ТП и *переделов* средствами администрирования.

В САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ реализованы следующие основные методы проектирования ТП:

- проектирование на основе техпроцесса-аналога;
- проектирование с использованием библиотеки часто повторяемых технологических решений;
- проектирование с применением библиотеки конструкторско-технологических элементов (КТЭ) (рис.1.);
- автоматическое формирование фрагментов ТП на основе типовых планов обработки КТЭ;
- заимствование технологических решений из ранее разработанных технологий;
- диалоговый режим проектирования с использованием баз данных системы.

Рис. 1. Связь Библиотеки КТЭ с типовыми планами обработки. (обеспечивает объектную модель технологии, содержащую конструкторские и технологические данные).



Режимы формирования текстов переходов:

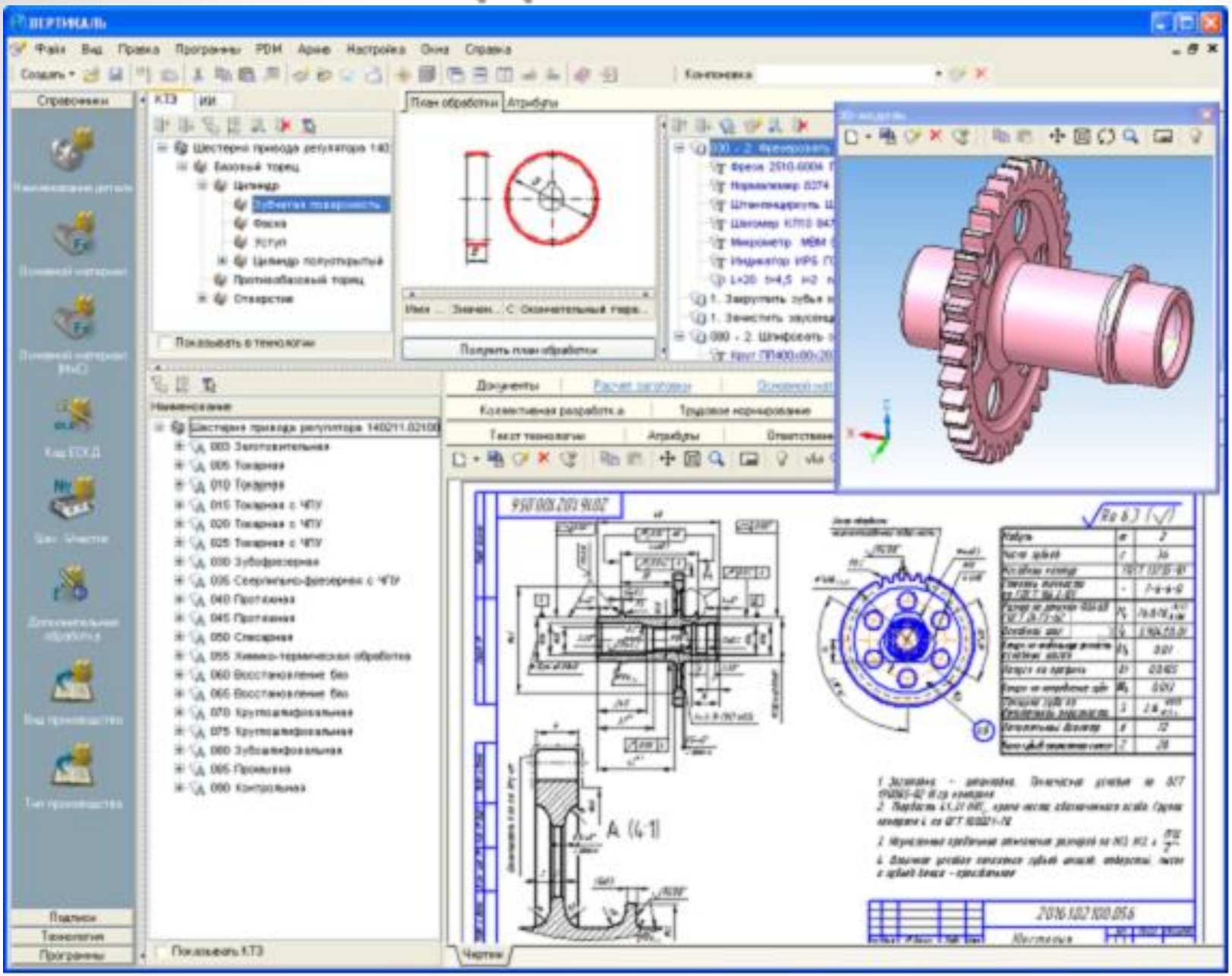
- *ручное написание текста* с использованием динамического словаря и переменных модели ТП (с применением спецзнаков и спецсимволов);
- *автоматическое формирование* текстов переходов *по алгоритмам выбранного плана обработки;*
- *автоматическое формирование* текстов переходов *по нормируемой операции* ТП;
- *формирование стандартизованных переходов* (по ЕСТД или СТП) с помощью справочников;
- *копирование* готовых переходов из библиотеки пользователя или из других ТП.

Автоматизация выбора средств технологического оснащения:

- *автоматический подбор инструмента* и оснастки по параметрам, заданным для выбранного типового плана обработки КТЭ;
- *выбор из справочников* с учетом возможных связей инструмента с оборудованием и других заданных ограничений на выборку.

Данная система обеспечивает автоматический перенос данных из чертежа, трехмерной модели, а также данных о детали (сборке), данных по материалу и заготовке. Схема взаимодействия показана на рис 2.

Рис. 2. Интерфейс САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.



Режимы работы с конструкторской документацией/ эскизами:

- *интеграция* с КОМПАС 3D: работа с 3D моделью и чертежом КОМПАС непосредственно в окне ВЕРТИКАЛИ (применение технологии ActiveX), автоматический перенос данных из чертежа (и 3D модели) в текст ТП;
- *работа с графическими файлами* любых CAD систем;
- *работа с растровыми* изображениями;
- *подключение графических моделей к элементам ТП* и подключение произвольного количества эскизов к каждому элементу «Операция»;
- *обеспечение визуальной настраиваемой связи графических данных* (конструкторской информации) со структурными элементами ТП (технологической информацией): просмотр и редактирование планов обработки поверхностей КТЭ в привязке к элементам 3D модели. *Навигация в тексте ТП по 3D модели* и (или) по чертежу.

1.2. Процессы и характеристики системы

Процессы выпуска технологической документации

Электронные формы технологических карт (файлы формата Microsoft Excel) и распределение информации по картам соответствуют ГОСТам.

Создание новых и редактирование имеющихся форм бланков технологической документации *обеспечивается средствами администрирования без привлечения программистов* (за исключением сложных требований СТП к распределению информации). Эскизы могут размещаться на картах различного формата с *автоматическим масштабированием* по размеру поля, выделенного в карте для эскиза. При *формировании комплекта карт* производится *сквозная нумерация страниц* с выводом их общего количества на титульном листе.

Характеристики базы данных

- Поддерживает работу с СУБД: FireBird, MS SQL Server, Oracle.
- Администрирование БД обеспечивается как средствами СУБД, так и специальной подсистемой (поставляется в дистрибутиве ВЕРТИКАЛИ). Базы данных представлены как единый источник информации для группы приложений.
- Средствами администрирования можно модифицировать структуру массивов, создавать и подключать новые БД. Объектно-ориентированный подход к работе с данными дает возможность быстро настроить собственную (оригинальную) БД предприятия на работу в системе ВЕРТИКАЛЬ без процедур ручного переноса данных.
- БД (для различных видов производств) наполнены данными, соответствующими ГОСТам и ОСТам, табличные данные сопровождаются графическими изображениями.

2. Взаимосвязь САПР ВЕРТИКАЛЬ с другими системами и приложениями

ВЕРТИКАЛЬ ***получает конструкторскую информацию*** об изделиях (трехмерные модели, чертежи) из системы трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D. Кроме того, в КОМПАС-3D разрабатываются операционные эскизы и другие графические документы.

Модуль ЛОЦМАН-Технолог обеспечивает связь САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ с ЛОЦМАН:PLM, системой управления данными об изделии. Таким образом организуется централизованное хранение технологических процессов. С помощью модуля формирования отчетов (входящего в состав системы ЛОЦМАН:PLM) можно получить сводные отчеты и ведомости. В отсутствие этих компонентов разработанные технологические процессы хранятся локально, например на рабочем месте технолога или в структурированном электронном архиве системы ВЕРТИКАЛЬ.

•При разработке техпроцесса технологу постоянно требуется различная справочная информация — данные о материалах, оборудовании, инструменте и т.п. Ее предоставляют **«Универсальный технологический справочник» (УТС)** и **«Корпоративный справочник ”Материалы и сортаменты”»**.

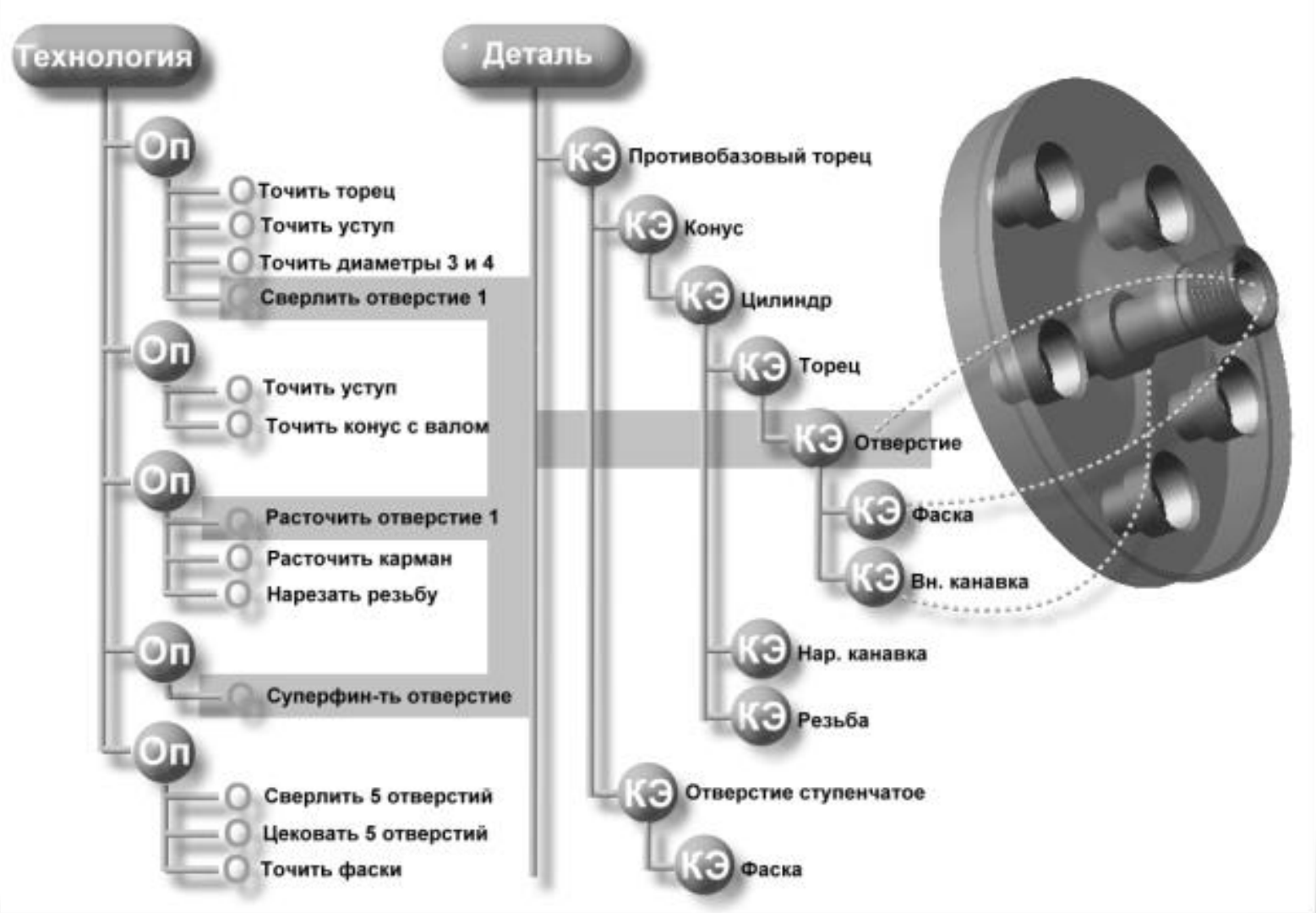
«Универсальный технологический справочник» можно использовать во всех системах, входящих в комплекс; он предоставляет единую технологическую справочную информацию для всех служб предприятия.

Разнообразные ***прикладные модули*** позволяют производить расчет трудовых и материальных затрат. Все приложения получают технологические данные из системы ВЕРТИКАЛЬ, а справочные данные — из «Универсального технологического справочника» и корпоративных справочников.

- 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.

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.*

- *За счет объектной модели технологических данных в системе реализована возможность отображать дерево конструктивных элементов и технического процесса, а также выполнять навигацию по 3D-модели.*



- САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ позволяет устанавливать связь *конструкторских элементов* модели с *конструкторско-технологическими элементами* (КТЭ).
- Если от выбранной точки в технологическом процессе (от перехода) подняться вверх по модели, то можно определить, в каком состоянии находиться каждый конструктивный элемент, и, следовательно, сгенерировать текущий облик 3D-модели детали и передать его в CAM-систему для разработки управляющей программы.
- Возможность *организации коллективной работы* позволяет комплексно решать задачи автоматизации технологической подготовке производства на основе современных информационных технологий. Для удобства работы в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ предусмотрены механизмы конфигурирования и управления доступом к технологической информации.

3. Основные компоненты САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ

САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ включает следующие основные компоненты:

- ВЕРТИКАЛЬ-Технология;
- универсальный технологический справочник;
- справочник «Материалы и сортаменты»;
- система трудового нормирования по укрупнённым нормативам времени;
- система расчета режимов резания;
- система трудового нормирования;
- АРМ нормирования материалов.

ВЕРТИКАЛЬ — система автоматизированного проектирования технологических процессов, решающая большинство задач автоматизации процессов ТПП.

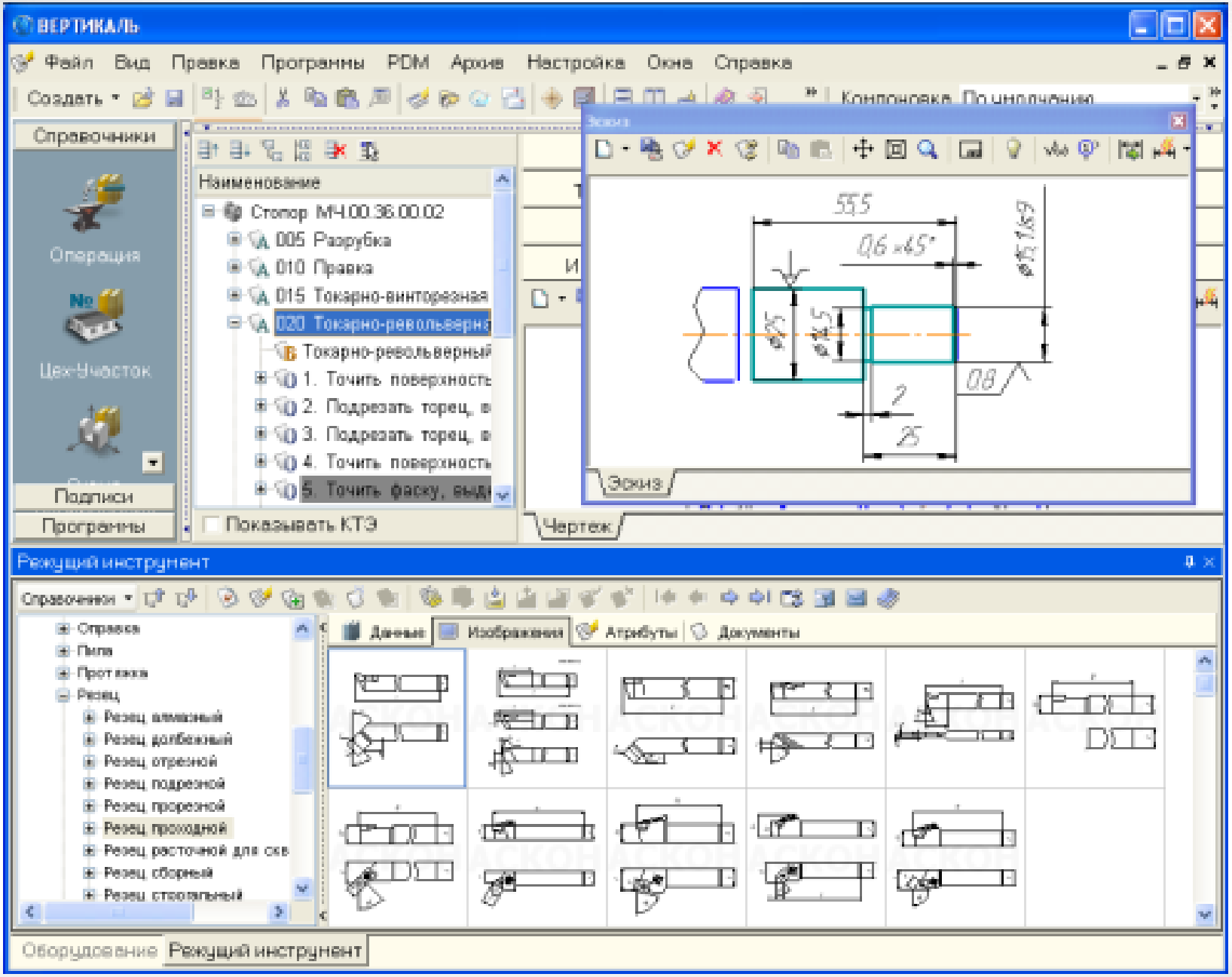
САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ позволяет:

- проектировать технологические процессы в нескольких автоматизированных режимах;
- рассчитывать материальные и трудовые затраты на производство;
- формировать все необходимые комплекты технологической документации, используемые на предприятии.

Универсальный технологический справочник

- При работе в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ основным источником технологической информации является специальное приложение — Универсальный технологический справочник.
- Универсальный технологический справочник содержит данные по режущему, вспомогательному и измерительному инструменту, операциям и станочным приспособлениям, оборудованию и т.п. (рис. 5).
- Универсальный технологический справочник позволяет организовать и развивать базы данных предприятия, предоставляет всю технологическую справочную информацию. Интеграция ВЕРТИКАЛЬ с ЛОЦМАН:PLM решает задачи создания единой электронной среды для совместной разработки изделия, подготовки производства.

Универсальный технологический справочник



Корпоративный справочник Материалы и Сортаменты

(Библиотека Материалы и Сортаменты при локальной установке систем) предоставляет информацию о химическом составе, физико-механических свойствах материала из которого изготовлена деталь, помогает сформировать обозначение материала в соответствии с нормативно-технической документацией.

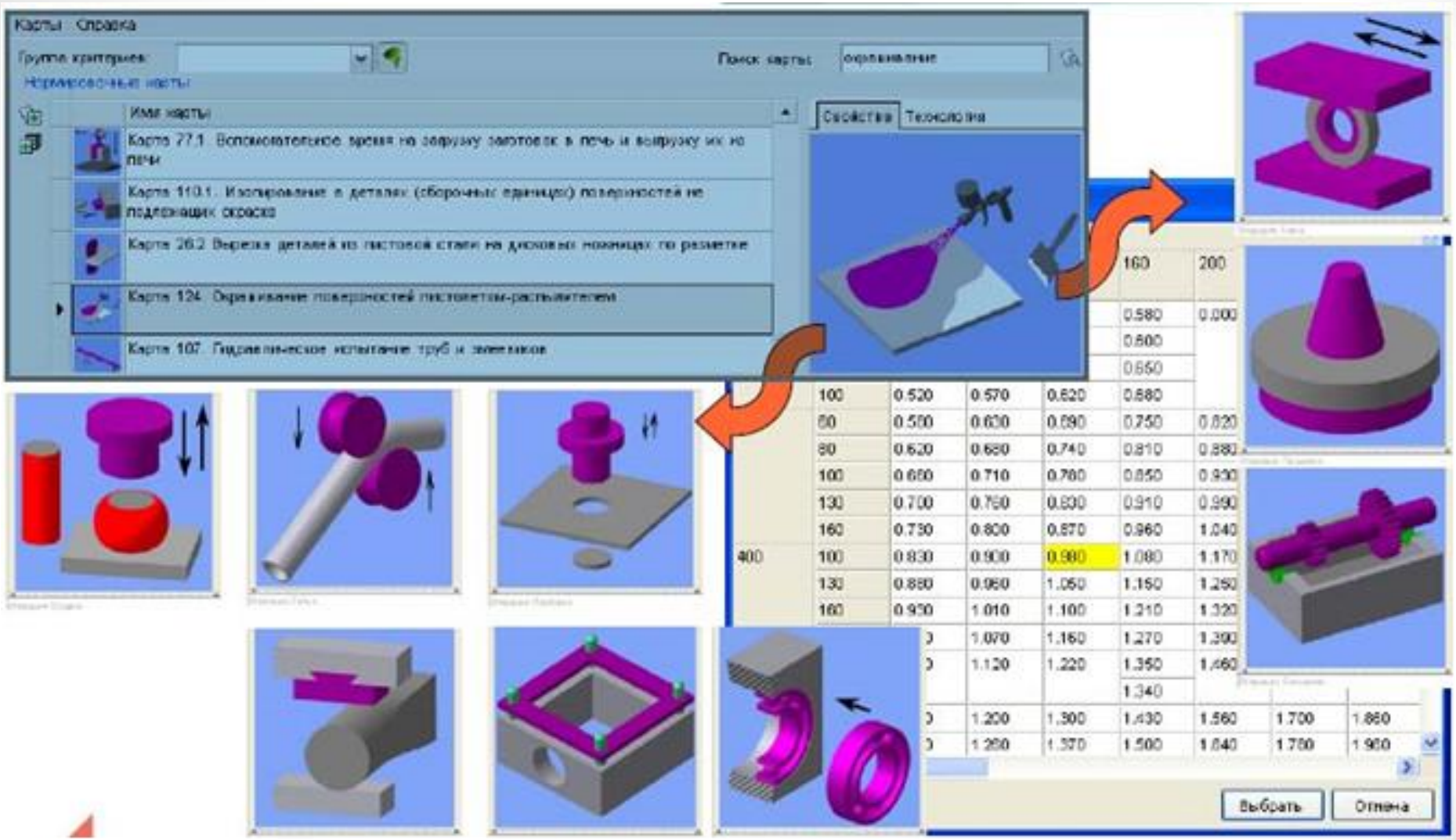
Справочник можно использовать как для *выбора основного материала детали*, так и *для назначения вспомогательных материалов при проектировании* техпроцесса.

Система трудового нормирования

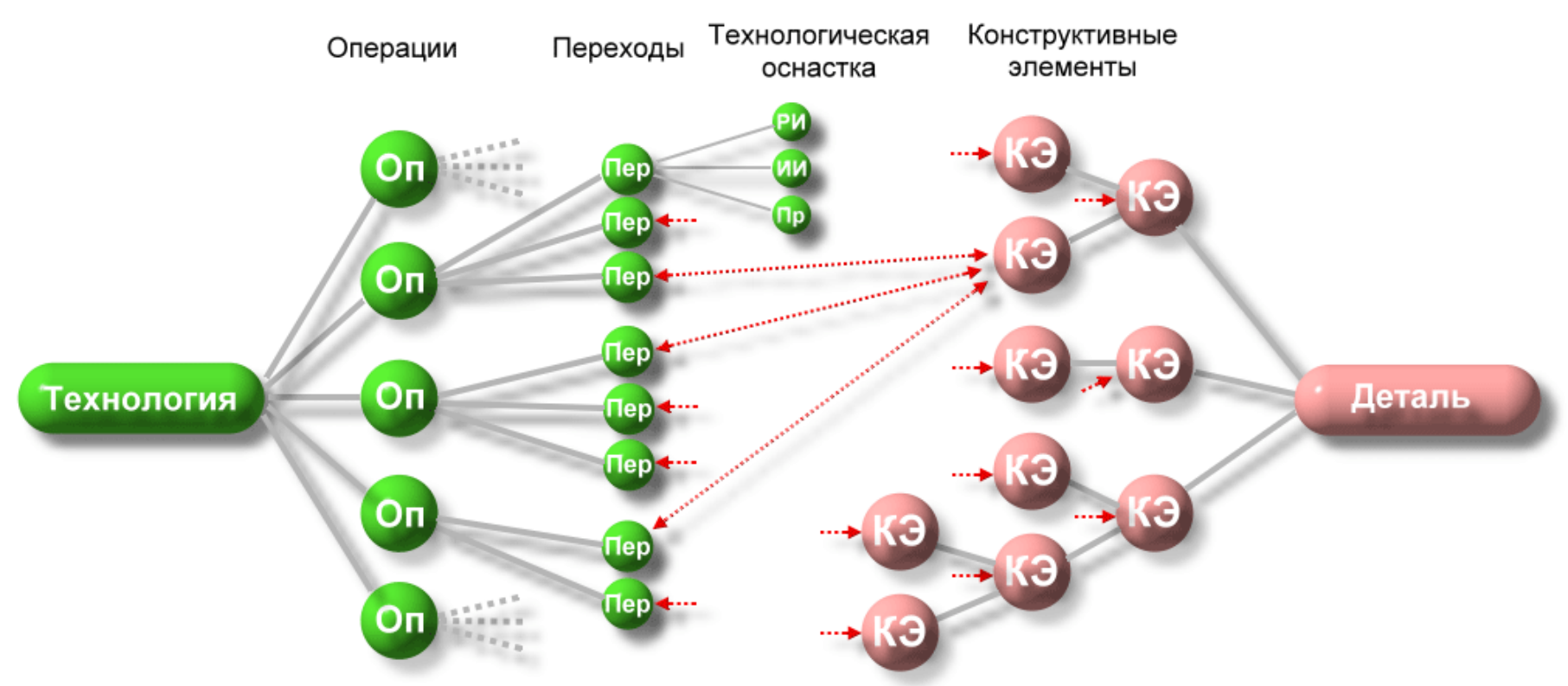
по укрупненным нормативам времени (УНВ) помогает выполнить автоматизированный расчет неполного штучного времени на операции (рис. 6).

В основу системы *заложены общемашиностроительные нормативы времени — вспомогатель*ного, на обслуживание рабочего места и *подготовительно заключительного для технического нормирования* станочных работ. В системе *реализован расчет временных затрат* на такие *операции* последующих видов производства, как механообработка, штамповка, слесарные работы, слесарно-сборочные работы и нанесение лакокрасочных покрытий. *Результатом расчета* является подготовительно заключительное время, сумма неполного штучного и вспомогательного времени в минутах.

Система трудового нормирования по укрупненным нормативам времени (УНВ)

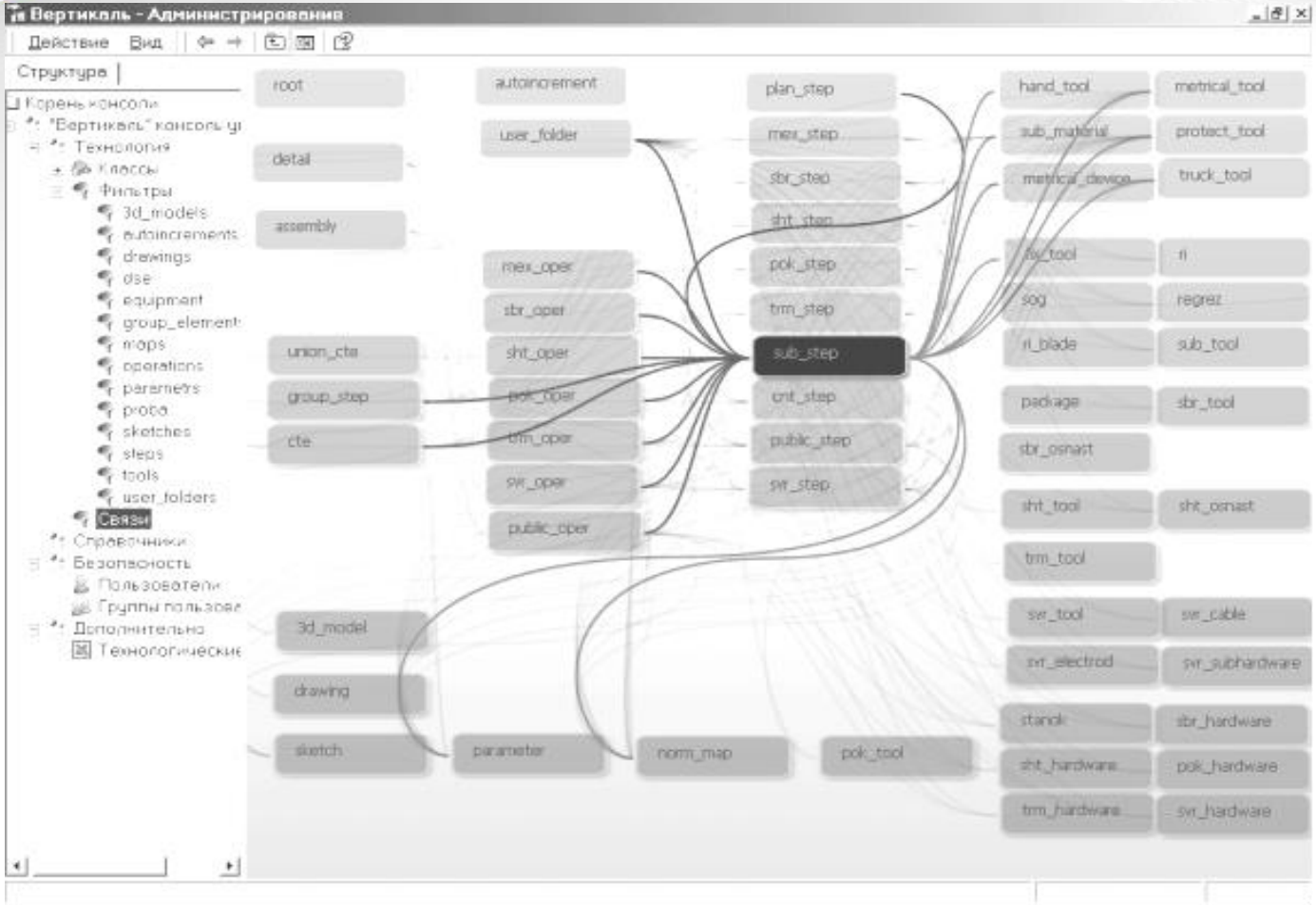


Объектная модель технологии



«**Технологическая**» часть модели содержит сведения об операциях, переходах, оснастке. «**Конструкторская**» - отображает состав и структуру обрабатываемых поверхностей детали. Объекты «переходы» и «конструктивные элементы» имеют двусторонние связи, что позволяет определять как список переходов по каждой поверхности, так и состав поверхностей, обрабатываемых на отдельных технологических операциях.

Конфигуратор объектной модели технологии



Объектная модель, в отличие от табличной, реляционной, - содержит в себе информацию не только о физической структуре данных, но и логику взаимосвязей своих компонентов, т.е. метаданные. Настройкой состава и структуры объектов, а также их атрибутов, свойств и методов занимается специальное приложение - *конфигуратор модели*, позволяющий пользователю самостоятельно создавать новые типы технологических процессов.

Дерево конструкторско-технологических элементов (КТЭ)

Универсальный технологический справочник - КТЭ

Выбранный объект: КТЭ\Отверстия, выемки цилиндрические\Отверстие\Цилиндрическое отверстие глухое с фаской 2

- Винтовые канавки
- Шестерни
- Резьбы
- Червяки
- Звездочки
- Шлицы
- Рейки
- Отверстия, выемки цилиндрическ
  - Выемка
  - Центровое отверстие
  - Отверстие
  - Коническое отверстие

Данные | Изображения | Атрибуты | Документы

Наименование КТЭ
Цилиндрическое отверстие сквозное с фа
Цилиндрическое отверстие ступенчатое с
Цилиндрическое отверстие ступенчатое с
Цилиндрическое отверстие ступенчатое с
Цилиндрическое отверстие глухое с фаск
Цилиндрическое отверстие глухое с фаск
Цилиндрическое отверстие глухое с фаск

Описание КТЭ

Использо...	Объект
✓	Цилиндр открытый наружный

Объекты фильтрации | Результаты поиска | Избранное

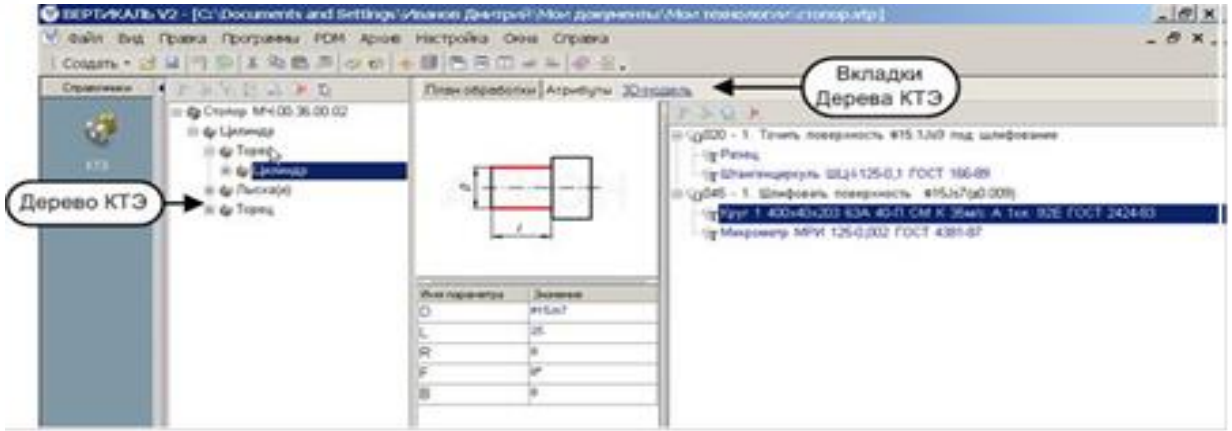
7 : 7

В большинстве случаев КТЭ имеет не один, а несколько возможных планов обработки. Чтобы выбрать оптимальный план, необходимо использовать уточняющие параметры. Что касается конструкции изделия, к ним относятся геометрические параметры, значения шероховатости и квалитета, параметры сопрягаемых поверхностей. С точки зрения технологии — материал детали, оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент.

Набор типовых КЭ с планами их обработки и алгоритмами синтеза этих планов в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ объединены в ***Библиотеку конструкторско-технологических элементов (Библиотеку КТЭ).***

Для написания технологии обработки какого-либо элемента детали нужно выполнить четыре действия:

- *выбрать* необходимый элемент из Библиотеки КТЭ;



- *указать значения параметров* выбранного КТЭ (значения параметров могут указываться с учетом заданного квалитета);
- *нажать кнопку «Получить план обработки».* На основе заданных параметров система автоматически сгенерирует возможные планы обработки КТЭ в виде последовательности переходов с указанием необходимого инструмента;
- *выбрать один из предложенных системой планов* обработки и двойным щелчком мыши скопировать его в техпроцесс.

САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ реализованы:

- тесная интеграция с КОМПАС-3D;
- работа со всеми видами графических документов — 3D-моделями, чертежами и эскизами изделий КОМПАС — непосредственно в окне ВЕРТИКАЛЬ;
- автоматический перенос данных с чертежа (и 3D-модели) в текст ТП;
- визуальная настраиваемая связь графических данных со структурными элементами технологического процесса;
- просмотр и редактирование планов обработки поверхностей КТЭ в привязке к элементам 3D-модели;
- навигация в тексте техпроцесса по 3D-модели и (или) по чертежу;
- работа с различными документами, включая графические, разработанные в любой CAD-системе.

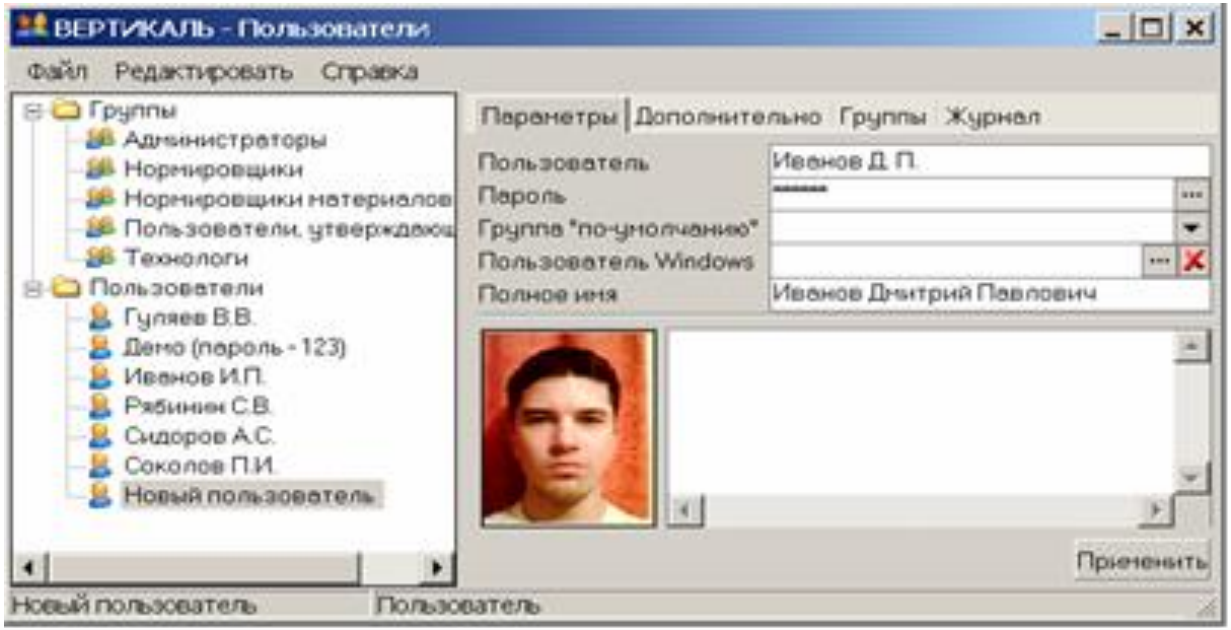
Важная *особенность системы ВЕРТИКАЛЬ* — возможность хранить технологические процессы не только локально (на рабочем месте технолога), но и в среде любой PDM-системы. Это позволяет организовать коллективную работу специалистов, облегчить и ускорить заимствование типовых решений, упорядочить (структурировать) технологическую документацию, что в конечном итоге приводит к многократному увеличению эффективности работы технологических подразделений в целом.

Сформированные документы ***можно сохранить в виде файла с расширением *.vrp,*** при этом документы и комплекты можно экспортировать в формат Adobe Acrobat Reader (*.pdf) и Microsoft Excel (*.xls).

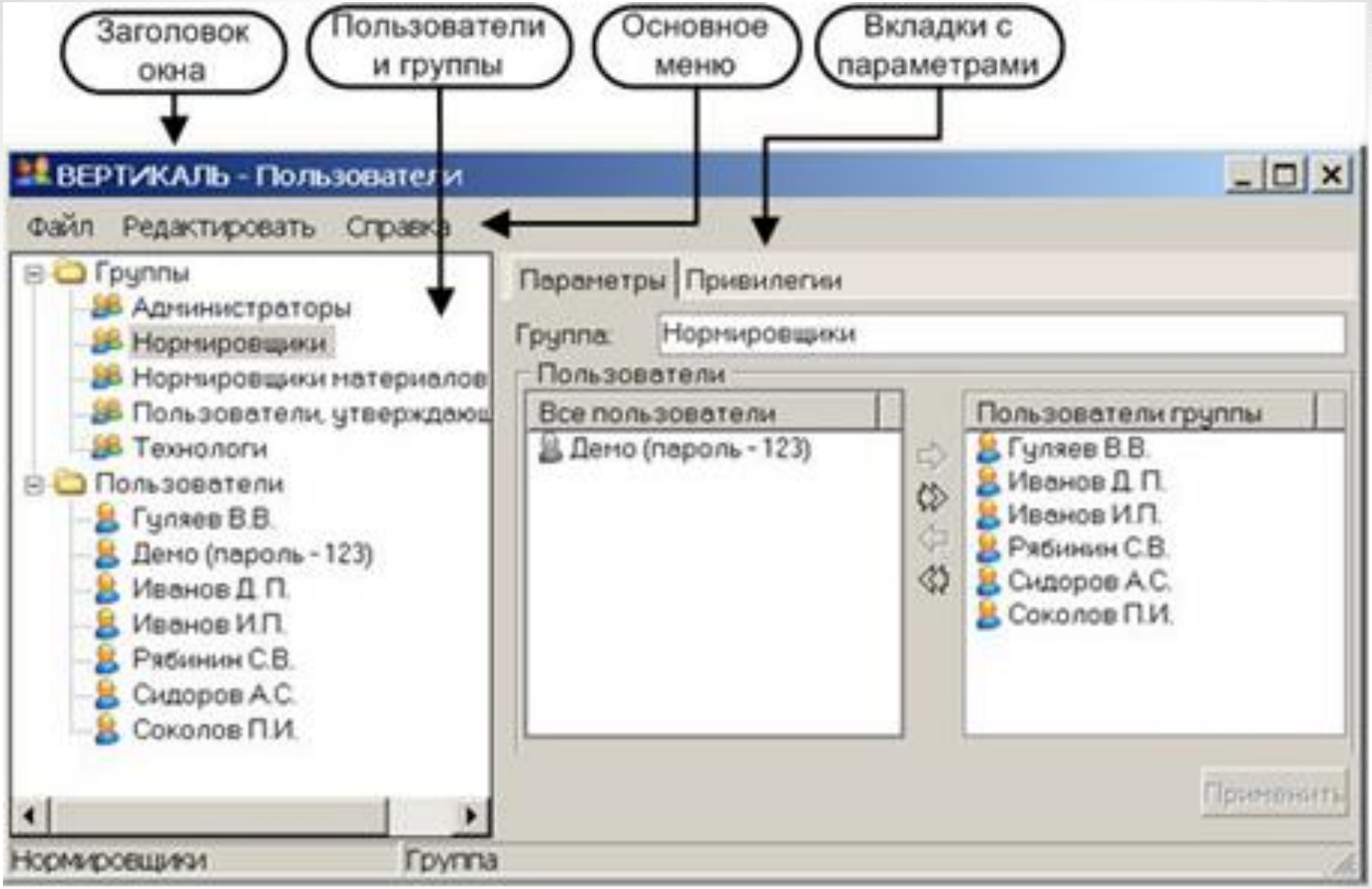
Возможность ***настраивать параметры печати***, включая автоматическое изменение масштаба документов в соответствии с возможностями принтера, обеспечит правильное расположение и отображение данных на листе техкарты.

Средства и методы защиты информации

- Реализована полнофункциональная *система идентификации пользователей с разграничением прав доступа* к различным уровням информации (как к данным, так и к функциям). Автоматически ведется подробный журнал работы и действий пользователей, регистрация времени работы пользователя в системе, а также типов выполняемых им действий.

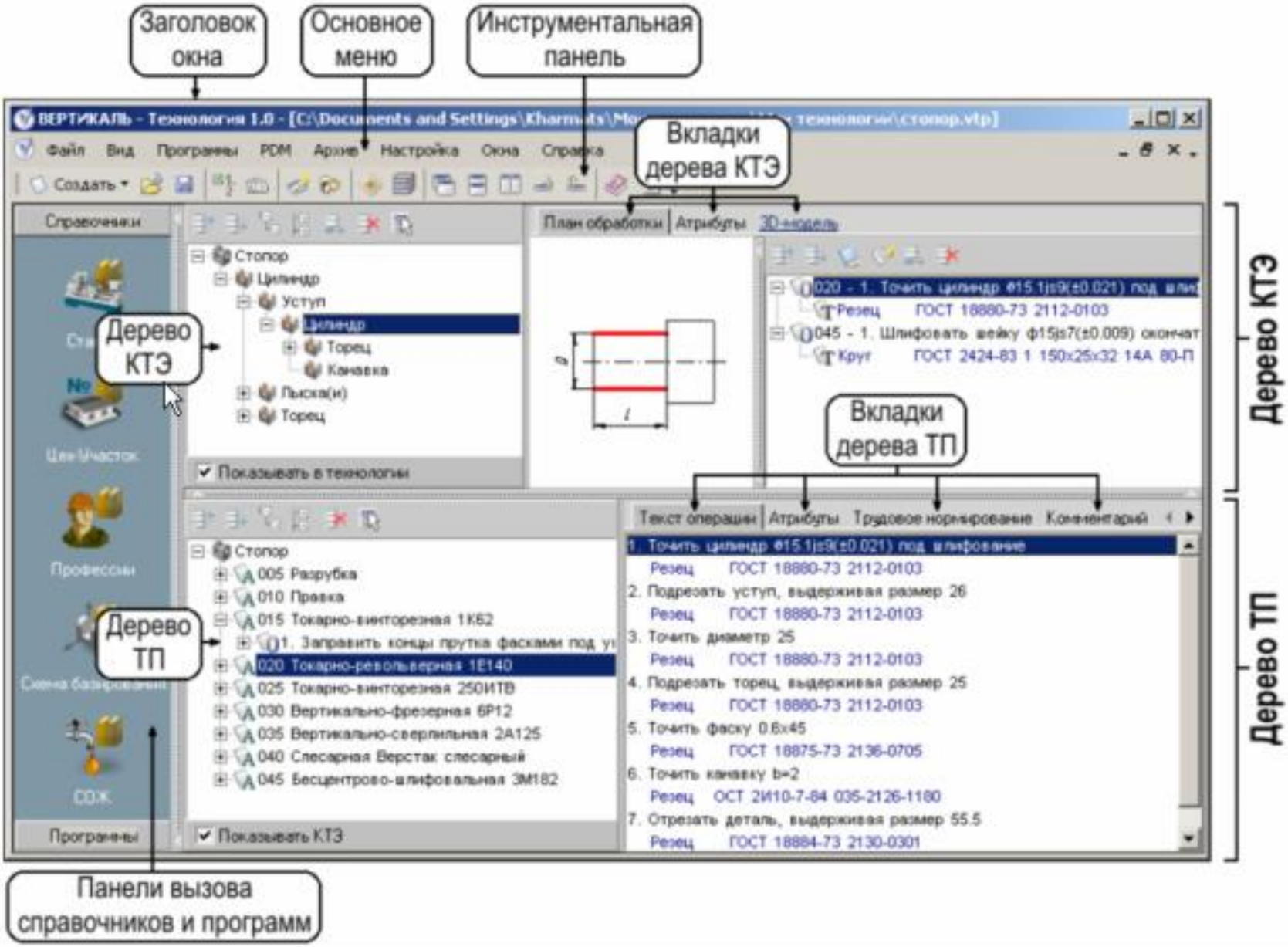


4. Основы работы в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ

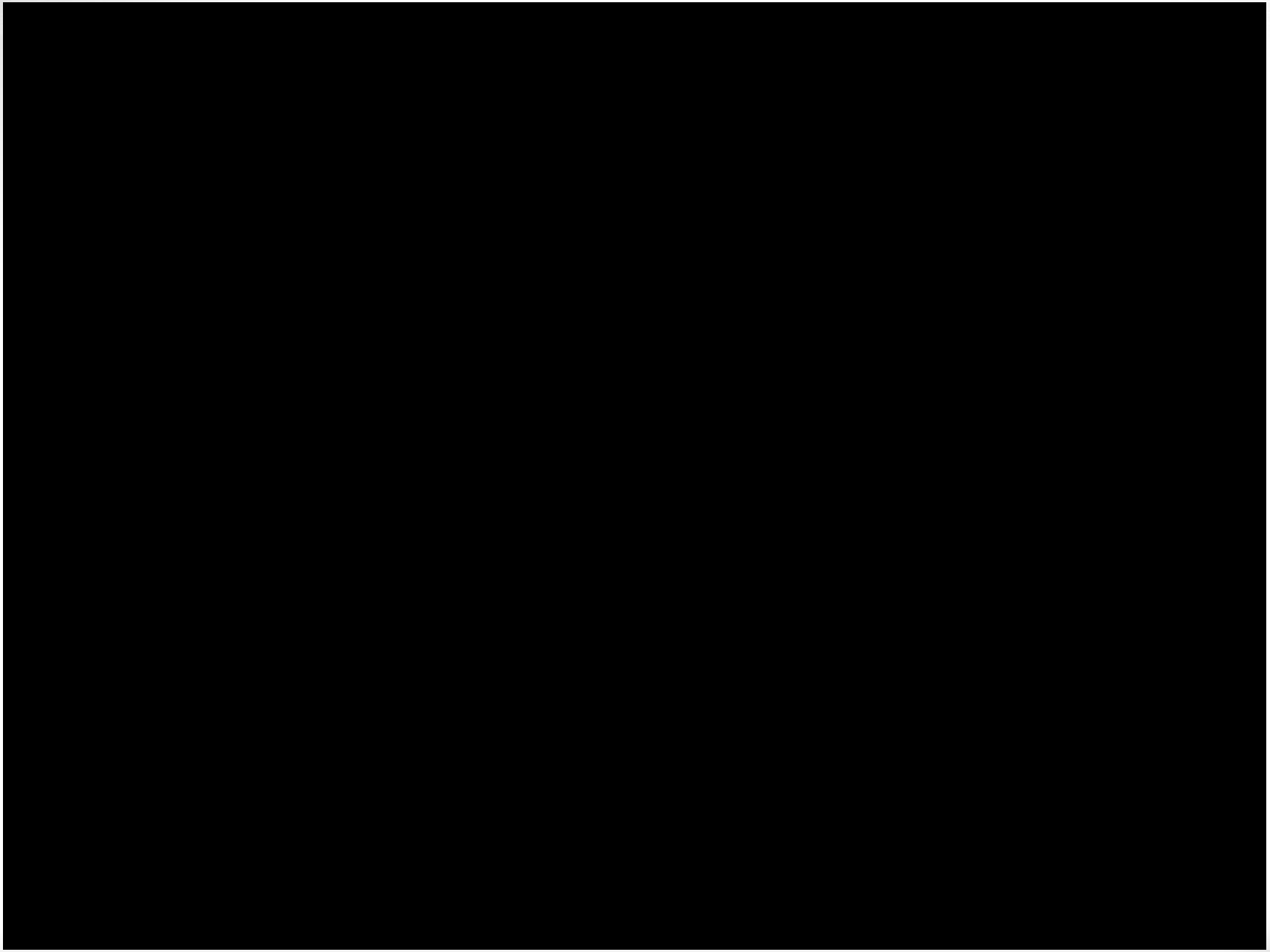


Окно ВЕРТИКАЛЬ-Пользователи

Главное окно ВЕРТИКАЛЬ



Видео «Регистрация пользователя»



Видео «Интерфейс»

Заключение

- С помощью программного продукта «Вертикаль» *осуществляют проектирование технологических процессов* механической обработки и сборки, включая получение трехмерных и двухмерных моделей деталей, выполненных в Компас-3D, *составление маршрута технологического процесса*, *выбор оборудования*, станочных приспособлений, режущего и измерительного *инструмента*, средств индивидуальной защиты (СИЗ), смазывающе-охлаждающих жидкостей (СОЖ), *разработку и прикрепление операционных эскизов*, расчет режимов резания, норм времени, конечное формирования комплекта технологической документации.
- Программный продукт «Вертикаль» обладает хорошим функционалом в области технологических процессов механической обработки и сборки.