

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ САПР ТП

Кутовая О.О. Голубов Н.В., Горобец И.А. (каф. ТМ, ДонНТУ, Донецк, Украина)

Технологические службы предприятий в современных экономических условиях вынуждены оперативно решать задачи подготовки производства. Сроки разработки документации, несколько лет назад считавшиеся приемлемыми, сегодня не устраивают ни руководителей, ни самих технологов. Существенно ускорить подготовку производства, повысить отдачу персонала и привлекательность инженерной деятельности позволяет использование автоматизированных систем технологической подготовки производства, в частности системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП).

Широкий спектр задач, решаемый технологами, предъявляет высокие требования к таким системам. Поэтому система должна быть простой в освоении, удобной в работе, обладать развитыми функциональными возможностями, удобством в работе и гибкостью настройки.

Одной из наиболее распространённых САПР ТП является созданная в 1989 г. САПР КОМПАС-Автопроект, которая состоит из двух взаимосвязанных подсистем: «Автопроект-Спецификации» и «Автопроект-Технологии» (рис. 1).

Подсистема «Автопроект_Спецификации» решает задачи ведения конструкторско_технологических спецификаций изделий, организации хранения разработанных технологий, нормирования расхода материалов, регистрации документов, анализа архивных технологий, автоматической замены в архивах и др.

В подсистеме «Автопроект-Технологии» реализованы функции проектирования технологических процессов механической обработки, штамповки, сборки, термообработки, сварки, покрытий и других видов обработки, систематизации нормативно-справочной информации, проведения технологических расчетов, формирования комплекта технологической документации.

Подсистема *АВТОПРОЕКТ-Спецификации* обеспечивает:

- Ввод и управление информацией о составе изделия;
- Централизованное ведение архива конструкторско-технологической документации;
- Поиск объектов состава изделия и относящейся к ним документации по различным критериям;
- Разграничение прав доступа к технологическим документам;
- Создание многовариантных расцеховочных маршрутов изготовления изделия;
- Материальное нормирование по настраиваемым алгоритмам;
- Автоматическую замену данных в архиве технологических процессов при изменении нормативной документации с автоматическим формированием извещения об изменении;
- Формирование сводных ведомостей (подетально-специфицированных и сводных норм расхода материалов, ведомостей трудоемкости изготовления изделия, загрузки оборудования, ведомости технологических маршрутов).

Для работы с составом изделия предусмотрена возможность импорта конструкторской спецификации из КОМПАС-3D и из других источников.

Подсистема *АВТОПРОЕКТ-Технология* обеспечивает:

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

• Автоматизированное проектирование технологических процессов для различных видов производств (механической обработки, сборки, сварки, термообработки, штамповочного производства, литья, гальванических покрытий и т.д.) или "сквозных" техпроцессов, включающих операции разных производств;

- Расчет режимов резания для механической обработки;
- Расчет режимов сварки;
- Расчет норм времени на выполнение операций (трудовое нормирование);
- Формирование необходимого комплекта технологической документации;
- Перевод технологического процесса на иностранный язык.

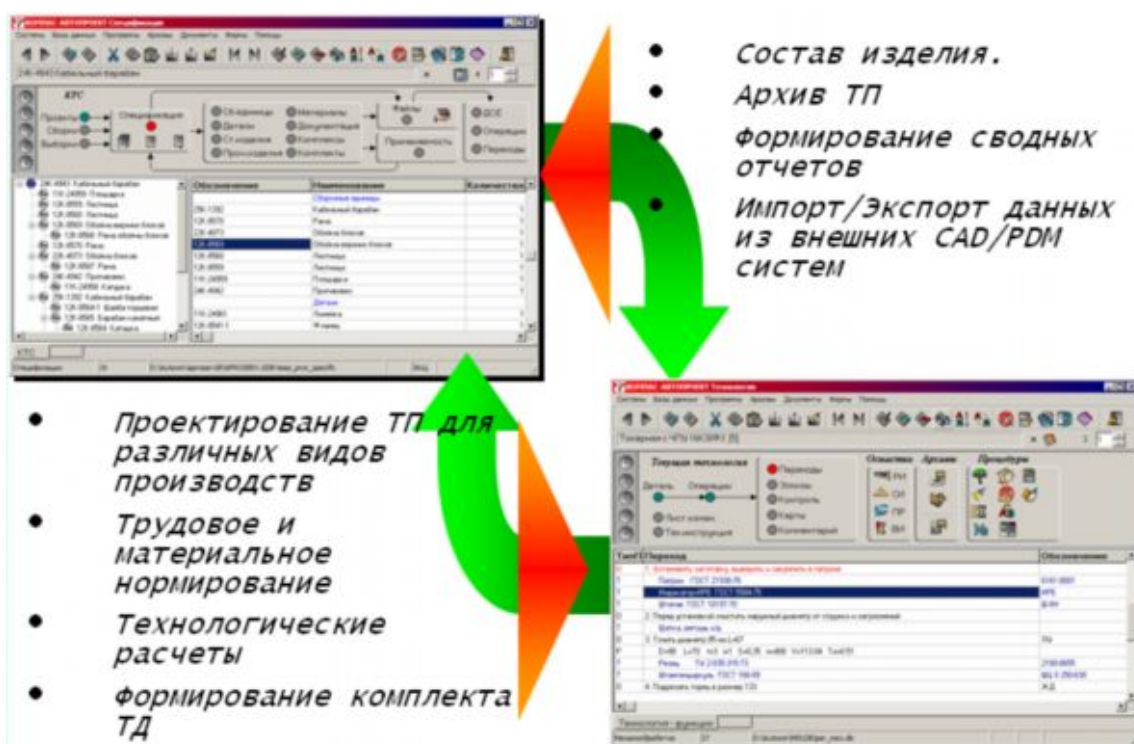


Рис.1. Структура пакета КОМПАС-Автопроект

В КОМПАС-Автопроект база данных конструкторско-технологических спецификаций представляет собой четырехуровневую цепочку данных (изделие - узел - деталь - документы), по которым распределена информация. Система обеспечивает наглядное представление структуры изделия, средства навигации и редактирования данных. Предусмотрен удобный механизм поиска в базах данных.

Традиционная система подготовки производства состоит из конструкторской, технологической подготовки, календарного планирования производственного процесса и т.д. Эти этапы выполняются последовательно, и сроки от начала проектирования до выпуска готового изделия (в зависимости от сложности продукции) могут исчисляться годами.

Реальное сокращение сроков подготовки производства и изготовления изделий обеспечивается как за счет уменьшения длительности выполнения каждого этапа подготовки, так и за счет параллельного их выполнения. Например, приобретение

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

материалов для запуска в производство может осуществляться одновременно с разработкой технологической документации. К моменту окончания разработки техпроцессов заготовки уже поступают в производственные подразделения предприятия. Но сначала нужно определить потребность в них и подготовить сводную ведомость материалов.

Используя встроенный в КОМПАС_Автопроект классификатор материалов, технолог по марке материала выбирает вид заготовки, марку и сортамент. По заданным значениям система автоматически выбирает вариант расчета, с учетом размеров рассчитывает вес заготовки и коэффициент использования материала и переносит информацию в КТС.

Формирование сводной ведомости материалов и другой технологической документации реализовано в среде Microsoft Excel на основе технологии OLE с использованием генератора отчетов. Технолог выбирает изделие для расчета сводных норм, запускает процедуры расчета и подготовки документа. Затем перечень требуемых материалов в бумажном или электронном виде передается службам снабжения предприятий.

Подобный механизм создания документации позволяет формировать различные выходные формы, применяемые на практике предприятиями. Для этого пользователь разрабатывает и настраивает в редакторе Excel требуемый бланк и, запустив генератор отчетов, в автоматизированном режиме переносит в него необходимую информацию.

В системе реализовано формирование различных ведомостей и расчетов технологических данных по составу изделия, например расчет суммарной трудоемкости изготовления изделий и узлов с использованием операционных данных по времени обработки с разработанных ранее техпроцессов. Данные по расчету могут быть использованы для определения себестоимости изготовления изделия, загрузки оборудования, даты запуска изделия в производство по известной дате его выпуска.

Организованное хранение технологических процессов и поддержка функций документооборота (на основе базы данных КТС) позволяют решать различные задачи, стоящие перед технологическими службами.

Для подбора техпроцесса-аналога на разных предприятиях вводилась система конструкторско-технологического кодирования детали на основе различных классификаторов. Конструкторско-технологический код детали состоит из шестизначного конструкторского (кода геометрической формы) и четырнадцатизначного технологического кода. Каждый элемент кода имеет справочную кодировочную таблицу. Для получения конструкторского кода детали необходимо последовательно выбрать класс, подкласс, группу, подгруппу и вид детали. Каждый элемент технологического кода также имеет в базе данных соответствующую справочную кодировочную таблицу с кодами размеров, марки материала, заготовки, степени точности, дополнительной информации.

Одной из самых крупных задач технологических служб и наиболее актуальной при подготовке к сертификации предприятий является приведение технологической документации в полное соответствие с ГОСТом. Например, замена на новые редакции устаревших ГОСТов по технологической оснастке. Достаточно представить архивы технологических служб предприятий — и не надо никого убеждать в преимуществах САПР. В системе КОМПАС-Автопроект предусмотрен режим «Замена в архиве». Пользователю достаточно подготовить список требуемых изменений, и система

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

произведет автоматическую замену во всех архивных технологиях с формированием извещения об изменении в форме по ГОСТу или в другой форме по стандарту предприятия. Данный механизм системы может быть использован предприятием и для подготовки перечня применяемых средств технологического оснащения.

Одним из основных преимуществ системы КОМПАС-Автопроект является ее открытость, возможность модернизации без участия разработчика. При этом корректируются состав и структура всех баз данных; обеспечивается подключение новых информационных массивов, созданных пользователем, с организаций иерархической, реляционной и сетевой связи в них; настраиваются формы технологических документов; подключаются новые программные модули. САПР КОМПАС-Автопроект построена по модульному принципу и состоит из ядра системы, базы данных, программных модулей, шаблонов форм и архива техпроцессов. Открытая архитектура системы позволяет предприятиям разрабатывать свои программные модули и органично вписывать их в систему.

Развитием пакета КОМПАС-Автопроект явилось создание САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ - САПР технологических процессов нового поколения, предназначенная для автоматизации процессов технологической подготовки производства. При сохранении всех возможностей пакета КОМПАС-Автопроект в системе ВЕРТИКАЛЬ реализован качественно новый подход к организации данных о технологических процессах, базирующийся на объектной модели представления и обработки информации. "Технологическая" часть модели (рис.2) 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 состав поверхностей, обрабатываемых на отдельных технологических операциях. Особенностью данной модели является наличие у объекта "переходы" двух родителей: "операции" и "конструктивные элементы", что позволяет получить вторую "пространственную" точку зрения на технологический процесс, идущую от конструкции детали.

В системе ВЕРТИКАЛЬ-Технология реализованы следующие методы проектирования ТП:

- проектирование на основе техпроцесса-аналога;
- проектирование с использованием библиотеки часто повторяемых технологических решений;
- проектирование с использованием библиотеки ктэ;
- заимствование технологических решений из ранее разработанных технологий;
- диалоговый режим проектирования с использованием баз данных системы.

Технологу предоставлена возможность выбора оптимального сочетания режимов проектирования.

Многооконный режим работы в системе ВЕРТИКАЛЬ-Технология позволяет обеспечить возможность работы технолога с трехмерными моделями изделий и всеми видами графических документов (чертежами, эскизами). Пользователь может подключить к технологическому процессу документы и модели, созданные на этапе конструирования, и использовать их при проектировании ТП.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

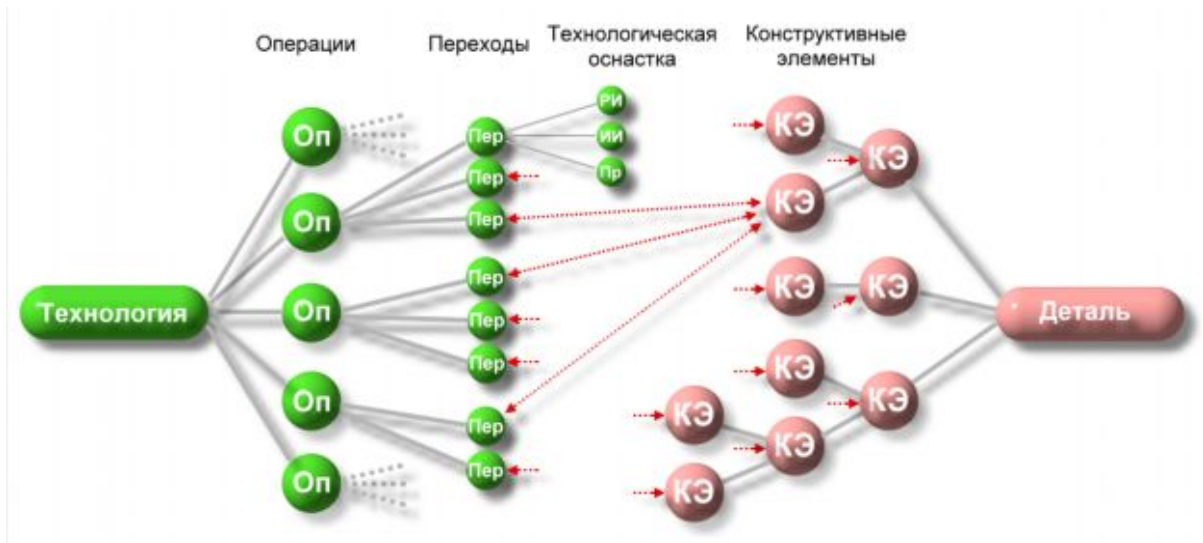


Рис. 2. Объектная модель технологии

Система ВЕРТИКАЛЬ-Технология позволяет пользователю оперировать конструкторско-технологическими элементами (КТЭ). Они, как ясно уже из их названия, объединяют в себе конструкторскую и технологическую информацию об элементах, из которых состоит деталь.

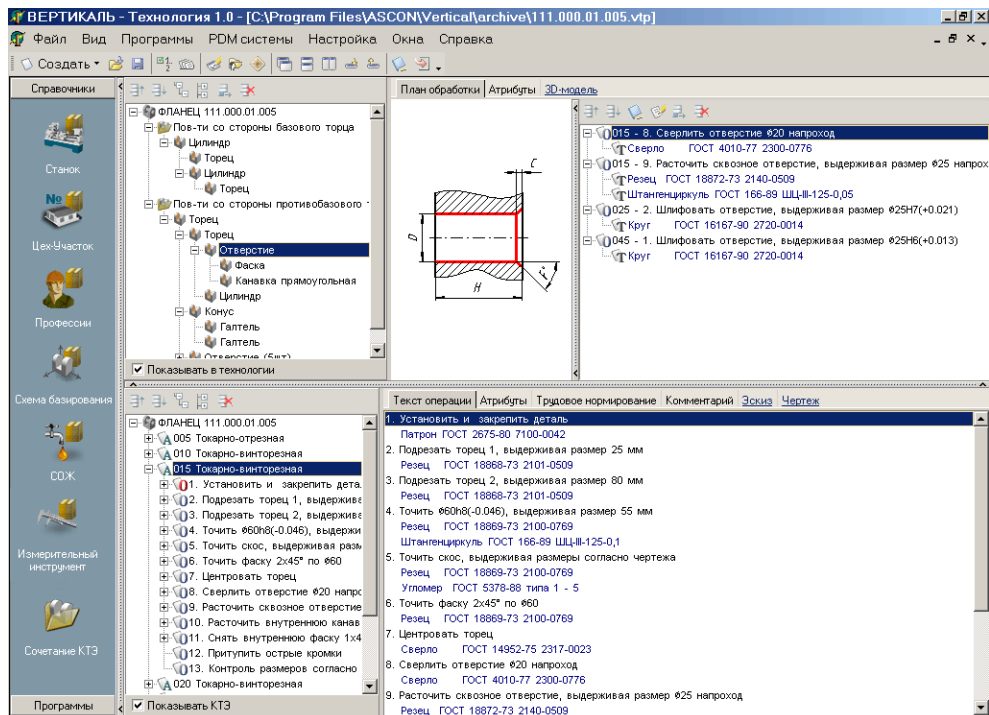


Рис. 3 «Дерево» конструкторско-технологических элементов детали

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В "Дереве КТЭ" (рис. 2) отображается состав и иерархия поверхностей детали. Выбор определенного элемента в дереве автоматически собирает технологические переходы по данному конструктивному элементу детали и выводит их на вкладке "План обработки".

Формирование "Дерева КТЭ" (рис. 3) осуществляется с помощью специальной библиотеки, в которой конструктивные элементы связаны с типовыми технологическими планами их обработки.

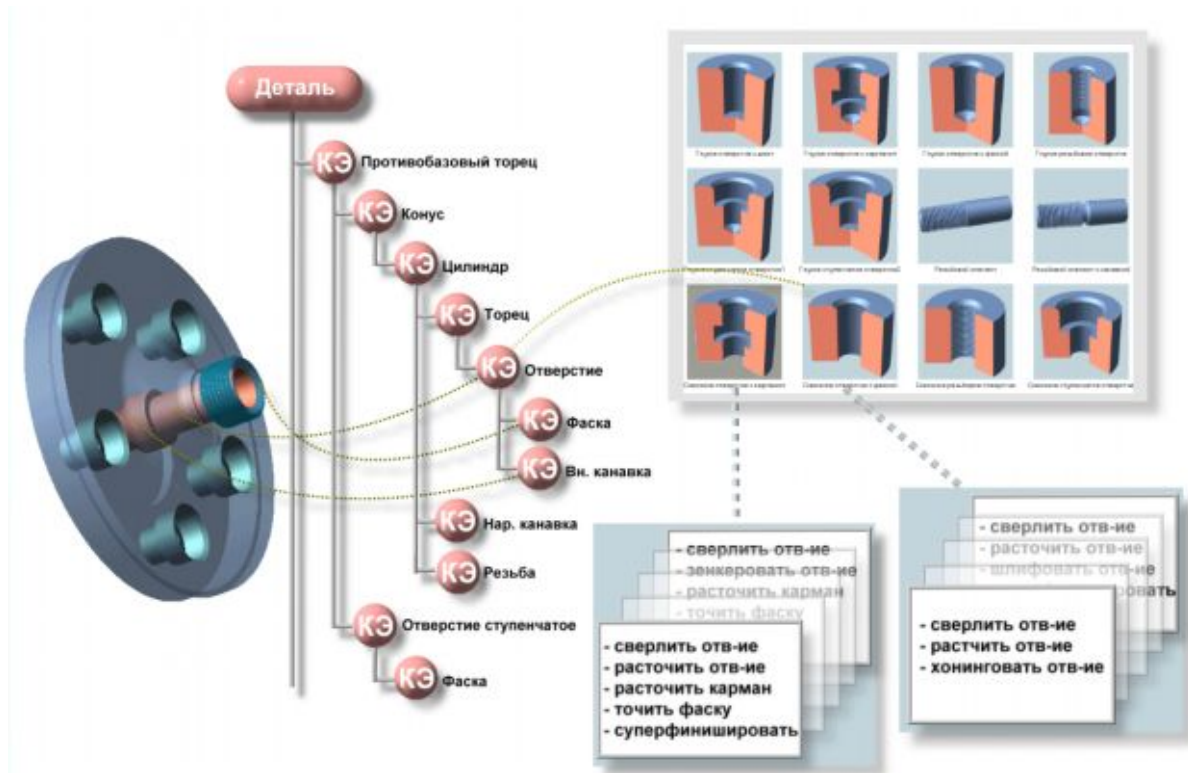


Рис. 3. Библиотека конструкторско-технологических элементов

Между "Деревом КТЭ" и "Деревом ТП" существует двусторонняя синхронизация. Активизация перехода на закладке "План обработки" выделяет его в "Дереве ТП" и наоборот.

Удаление элемента из "Дерева КТЭ" приводит к автоматическому удалению подчиненных переходов из технологии. Проектирование ТП на основе техпроцесса-аналога с использованием рассмотренных компонентов сводится к простому редактированию "Дерева КТЭ".

В системе ВЕРТИКАЛЬ можно связать 3D-модель детали с "Деревом КТЭ". При этом в качестве графического редактора используется система КОМПАС-3D. в отдельном окне системы ВЕРТИКАЛЬ отображается 3D-модель детали, на которую разрабатывается технология.

В данном окне технологу доступен минимальный набор функций по работе с 3D-моделью: вращение, выделение граней, масштабирование, необходимые для навигации по изображению. Грани 3D-модели, образующие, обрабатываемые конструктивные элементы, посредством уникальных идентификаторов связываются с

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

элементами дерева КТЭ. Образуется двухсторонняя связь, позволяющая при выделении грани в 3D-модели, активизировать соответствующий элемент в дереве КТЭ совместно с технологическим планом его обработки. При выборе технологического перехода в дереве ТП активизируется элемент КТЭ и подсвечивается обрабатываемая поверхность в 3D-модели. В данном случае можно говорить о том, что 3D-модель детали является средством навигации в технологическом процессе.

Интеграция с системой трехмерного моделирования КОМПАС-3D позволяет организовать сквозное решение задач конструкторско-технологической подготовки производства. Разрабатывая технологический процесс, технолог непосредственно использует трехмерную модель или чертеж детали, созданные в КОМПАС-3D.

Интеграция с системой управления инженерными данными ЛОЦМАН:PLM позволяет организовать коллективную работу, упорядочить (структурировать) технологическую документацию, облегчить и ускорить заимствование типовых решений.

Открытая архитектура системы (COM-технологии, ActiveX-компоненты, поддержка VBS и JS) обеспечивает возможность адаптации к особенностям ТПП предприятия и интеграции с любыми системами классов PDM, ERP, CAD, CAM.

Основным компонентом программного комплекса является система ВЕРТИКАЛЬ-Технология. В ее среде пользователь разрабатывает технологические процессы.

ВЕРТИКАЛЬ-Технология 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 системы ВЕРТИКАЛЬ-Технология с ЛОЦМАН:PLM. Таким образом, организуется централизованное хранение технологических процессов в системе управления инженерными данными. Модуль формирования отчетов (входящий в состав системы ЛОЦМАН:PLM) может быть использован для получения сводных отчетов и ведомостей. В отсутствие этих компонентов (ЛОЦМАН-Технолог и ЛОЦМАН: PLM) разработанные технологические процессы хранятся локально (например, на рабочем месте технолога). Возможна также интеграция с другими PDM-системами.

При разработке технологического процесса технологу постоянно требуется различная справочная информация - данные о материалах, оборудовании, инструменте и т.п. Ее предоставляют Универсальный технологический справочник и корпоративный справочник Материалы и сортаменты. Для администрирования, настройки и создания новых справочников служит программа ВЕРТИКАЛЬ-Справочники.

Помимо получения справочной информации технологу требуется также возможность выполнять расчеты. Ее предоставляют разнообразные прикладные модули: Система расчета режимов резания, Система трудового нормирования и т.д. Все они могут получать технологические данные из системы ВЕРТИКАЛЬ-Технология, а справочные данные - из Универсального технологического справочника и Корпоративных справочников.

Система ВЕРТИКАЛЬ является динамически развивающейся системой, которая постоянно развивается получая дополнительные функции. Например, следующими:

1. Проектирование автоматных токарных операций;

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

2. Работа с заявками на проектирование средств технологического оснащения
3. Поддержка проектирования операций, выполняемых на станках с ЧПУ, с использованием инструментальных сборок, создание заявок на разработку управляющих программ, формирование карты кодирования информации (ККИ);
4. Встроенный редактор управляющих программ;
5. Система расчета режимов резания включена в ВЕРТИКАЛЬ;
6. Реализована двусторонняя интеграция с КОМПАС-3D(импорт/экспорт технологических параметров: размеров, в т. ч. параметризованных, шероховатостей, специальных символов и др. - из техпроцесса в графический документ);
7. Повышение автоматизации создания повторяющихся операций (контрольная, комплектование и промывка);
8. Новый модуль «Расчет операционного размера» позволяет определить технологический размер на основе значений из таблицы припусков;
9. Расчет усилия прессы и массы падающих частей молота при обработке металлов давлением позволяет отобрать кузнечно-прессовое оборудование по параметрам детали и операции;
10. Автоматическое присвоение обозначения технологической документации по ГОСТу 3.1201-85;
11. Настройка персонального профиля для каждого пользователя;
12. Шаблон техпроцесса может храниться как в локальных, так и в сетевых директориях;
13. Печать карт большого формата на меньших форматах посредством уменьшения масштаба или разбиения по страницам;
14. Аннотирование комплекта карт как с диска, так и из электронного архива и ЛОЦМАН:PLM;
15. Проверка данных в техпроцессе на соответствие некоторым пунктам ГОСТа 3.1116-79 «Нормоконтроль» на соответствие расцеховочному маршруту, а также проверка использованных справочных данных на соответствие текущим в Универсальном технологическом справочнике.

Приведенные выше функции являются лишь частью дополнений, которые реализованы в системе ВЕРТИКАЛЬ.

Рассмотренные свойства и функции САПР ТП позволяют выделить следующие тенденции их совершенствования:

1. Все более тесная интеграция с системами трехмерного твердотельного моделирования;
2. Дополнение функций проектирования операций обработки деталей на отдельных группах станков;
3. Совершенствование процедур обмена информацией между отдельными элементами программных средств управления жизненным циклом изделия
4. Детальная проработка оформления документации в соответствии с требованиями ЕСТД.