

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению лабораторных работ по дисциплине
«САПР технологических процессов»

*для обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-
технологическое обеспечение машиностроительных производств», про-
филь «Технология машиностроения» всех форм обучения*

Воронеж 2022

УДК 621.9.047

Составители: Е.В.Смоленцев, В.Г. Грицюк

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «САПР технологических процессов» для обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Технология машиностроения» всех форм обучения / ФГБОУВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Е.В. Смоленцев, В.Г. Грицюк.- Воронеж, 2022. 36 с.

Методические рекомендации включают теоретические и практические сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ по дисциплине «САПР технологических процессов» для обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Технология машиностроения» всех форм обучения.

УДК 621.9.047

Рецензент д.т.н., профессор А.И. Кузовкин

Рекомендовано методическим семинаром кафедры «Технология машиностроения» и методической комиссией ФМАТ Воронежского государственного технического университета в качестве методических материалов

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов знаний по проектированию технологических процессов изготовления деталей и сборочных единиц с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР)

1.2. Задачи освоения дисциплины

- освоение современных систем автоматизированного проектирования технологических процессов и графических систем, их практического использования;

- овладение навыками автоматизированного проектирования технологических процессов;

- освоение методик проектирования технологических процессов при помощи современных программных комплексов.

1.3 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «САПР технологических процессов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

Процесс изучения дисциплины «САПР технологических процессов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способность выполнять технологическую подготовку и обеспечение производства деталей

ПК-7 - Способен осуществлять проектирование технологического оснащения рабочих мест механообрабатывающего производства

ПК-3 - Способен разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения и разрабатывать мероприятия по повышению их эффективности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	<i>Знать:</i> - область рационального использования систем автоматизированного проектирования в технологической подготовке производства;
	<i>уметь:</i> - использовать возможности САПР ТП для обеспечения производства деталей.
	<i>владеть:</i> - навыками разработки технической документации, необходимой для технологической подготовки и обеспечения производства деталей
ПК-7	<i>Знать:</i> - методику подготовки исходной информации для автоматизированного проектирования технологических процессов изготовления деталей и приспособлений с ис-

	пользованием графических систем; <i>уметь</i> : - пользоваться специальной, справочной, нормативной документацией при решении технологических и конструкторских задач. <i>владеть</i> : - навыками создания геометрических моделей проектируемых деталей, сборочных единиц и приспособлений с помощью современных графических систем САПР ТП
ПК-3	<i>Знать</i> : классификацию существующих САПР технологических процессов и их использование для решения задач проектирования технологического оснащения
	<i>уметь</i> : - проектировать технологические процессы изготовления деталей и приспособлений с использованием современных САПР
	<i>владеть</i> : - навыками выбора и расчета технологических параметров с использованием возможностей современных САПР ТП.

К проведению лабораторной работы обучающиеся готовятся заблаговременно: определяется какие вопросы нужно повторить, чтобы ее выполнить, просматриваются задания, оговаривается ее объем и время ее выполнения. Критерии оценки сообщаются перед выполнением каждой лабораторной работы. Перед выполнением лабораторной работы повторяются правила техники безопасности. При выполнении лабораторной работы обучающийся придерживается следующего алгоритма:

1. Записать дату, тему и цель работы.
2. Ознакомиться с правилами и условиями выполнения практического задания.
3. Повторить теоретические задания, необходимые для рациональной работы и других практических действий.
4. Выполнить работу по предложенному алгоритму действий.
5. Обобщить результаты работы, сформулировать выводы по работе.
6. Дать ответы на контрольные вопросы.
7. Объем отчета может колебаться в пределах 5-10 печатных страниц, в зависимости от работы: тексты должны быть напечатаны 14 кеглем Times New Roman, через 1,5 интервала, поля страниц: верхнее, нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см, абзац. отступ – 1,5 см или 10-15 рукописных; все приложения к работе не входят в ее объем.

Работа должна быть выполнена грамотно, с соблюдением культуры изложения.

Предметом оценки освоения дисциплины являются умения, знания, общие компетенции, способность применять их в практической деятельности и повседневной жизни.

2. ТЕМАТИКА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

По дисциплине «САПР технологических процессов, в зависимости от формы обучения, могут выполняться следующие лабораторные работы:

1. Интерфейс программы. Основные операции и инструменты.

Структура темы:

- 1) Запуск программы.
- 2) Изучение компонентов интерфейса ПО «Вертикаль».
- 3) Изучение основного меню.

2. Создание ТП. Подключение 3 D-модели и чертежа детали

Структура темы:

- 1) Создание нового ТП изготовления детали.
- 2) Сохранение файла технологического процесса на диске компьютера.
- 3) Подключение 3D-модели детали.
- 4) Подключение чертежа детали.
- 5) Заполнение атрибутов ТП.
- 6) Работа со справочниками У ТС.
- 7) Импортирование параметров с чертежа детали.

3. Наполнение дерева ТП с использованием справочника операций и переходов

Структура темы:

- 1) Добавление новой операции в ТП.
- 2) Добавление в операцию основного перехода обработки.
- 3) Создание текста перехода с использованием справочников.
- 4) Добавление в операцию оборудования и оснастки.

Изменение нумерации операций и переходов

4. Редактирование текста переходов. Добавление и изменение размеров в тексте

Структура темы:

- 1) Добавление размеров в текст перехода.
- 2) Использование словаря операций.
- 3) Добавление операций и переходов копированием.
- 4) Перемещение операций в дереве ТП.
- 5) Редактирование параметров перехода.

5. Импортирование параметров из чертежа детали. Библиотека пользователя

Структура темы:

- 1) Импортирование параметров чертежа в текст операции.

- 2) Создание, сохранение и применение Библиотеки пользователя.
- 3) Использование фильтров при работе со справочниками УТС.
 6. Добавление оборудования, оснастки, инструмента, СОЖ и материалов операции ТП. Поиск и фильтрация информации в УТС

Структура темы:

- 1) Добавление оборудования.
- 2) Добавление оснастки.
- 3) Добавление режущего инструмента и выбор режущего материала.
- 4) Автоматизированный подбор инструмента по параметрам перехода.
- 5) Быстрый доступ к часто используемым данным справочника через вкладку Избранное.
- 6) Использование многокритериального поиска для выбора необходимых данных.

7. Расчет режимов резания. Создание эскизов обработки

Структура темы:

- 1) Добавление кода блока расчета.
- 2) Расчет режимов резания.
- 3) Создание эскиза из чертежа детали.
- 4) Подключение к операции готового эскиза, созданного средствами КОМПАС 3D.

8. Формирование комплекта технологической документации. Электронный архив

Структура темы:

- 1) Добавление шаблонов технологических документов в комплект ТД.
- 2) Настройка шаблонов технологических документов.
- 3) Исключение операций из технологических документов.
- 4) Работа с Мастером формирования технологической документации ВЕРТИКАЛЬ.
- 5) Добавление ТП в Электронный архив.
- 6) Работа с ТП, хранящимся в электронном архиве.

Подробное содержание, цели и задачи работ приведены в [2].

3. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ СКВОЗНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Одной из особенностей современного развития машиностроительно-го производства является постоянный рост объемов и сложности проектных работ в сфере технологической подготовки производства (ТПП). В этих условиях важнейшим направлением совершенствования ТПП является её автоматизация, основанная на использовании различных систем

автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированных банков данных и экспертных систем для решения всего комплекса технологических задач. Автоматизация технологической подготовки производства значительно сокращает сроки подготовки производства за счет автоматизации инженерного труда, что позволяет значительно повысить его эффективность.

Предприятия, ведущие разработки без САПР или лишь с малой степенью их использования, оказываются неконкурентоспособными как из-за больших материальных и временных затрат на проектирование, так и из-за невысокого качества проектов.

К настоящему времени создано большое число программно-методических комплексов для САПР с различной степенью специализации и прикладной ориентацией. В результате автоматизация проектирования стала необходимой составной частью подготовки инженеров разных специальностей, знание основ автоматизации проектирования и умение работать со средствами САПР требуется практически любому инженеру-разработчику; инженер, не владеющий знаниями и не умеющий работать в САПР, не может считаться полноценным специалистом.

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;
- вести параллельное проектирование сложных и сквозных техпроцессов группой технологов в реальном режиме времени;
- поддерживать актуальность технологической информации с помощью процессов управления изменениями;
- обеспечивать инженерный документооборот в части заявок на проектирование средств технологического оснащения.

САПР ТП **ВЕРТИКАЛЬ** поддерживает все процессы электронного инженерного документооборота, в том числе управление технологическими изменениями и заказ на разработку специальных средств технологического оснащения. Интеграция **ВЕРТИКАЛЬ** с **ЛОЦМАН:PLM** решает задачи создания единой электронной среды для совместной разработки

изделия, подготовки производства. В результате электронное описание изделия содержит полную информацию, необходимую для поддержки всех этапов его жизненного цикла. На этапе подготовки производства обеспечивается накопление данных о результатах конструкторско-технологического проектирования и обмен информацией между инженерными службами. САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ позволяет сделать работу технолога быстрой и удобной; возрастает как скорость, так и качество разработки технологических решений.

Подготовка инженеров разных специальностей в области САПР включает базовую и специальную компоненты. Наиболее общие положения, модели и методики автоматизированного проектирования входят в программу курса, посвященного САПР, где были освоены методы работы в графическом редакторе КОМПАС-3D. Более детальное изучение тех методов и программ, которые специфичны для профиля «Технология машиностроения», предусматривается в профильной дисциплине «САПР технологических процессов». В рамках изучения данной дисциплины студенты осваивают методы работы с получившими наибольшее применение отечественными и иностранными САПР технологических процессов.

В ВЕРТИКАЛЬ пользователь может создавать техпроцессы трех видов:

- технологический процесс изготовления детали;
- технологический процесс изготовления сборочной единицы;
- типовой/групповой технологический процесс.

Далее подробно изложен порядок автоматизированного проектирования технологического процесса на примерах техпроцесса изготовления зубчатого колеса. Последовательно выполняя задания, студенты получают необходимые навыки создания технологий, работы с электронными справочниками и формирования технологической документации.

Сокращения и основные термины

ДСЕ - деталь, сборочная единица;

ЕТП - единичный технологический процесс;

ТТП/ГТП - типовой/групповой технологический процесс;

ИИ - извещение об изменении;

КД - конструкторская документация;

ТД - технологическая документация;

ТП - технологический процесс;

УТС - Универсальный технологический справочник;

КТЭ - конструкторско-технологический элемент.

Дерево - иерархическое представление информации, когда в состав одного объекта входят другие, подчиненные ему.

Конструкторско-технологический элемент (КТЭ) - элементарная поверхность (плоскость, цилиндр и др.) или совокупность элементарных поверхностей, имеющих общее конструктивное назначение (фаска, канавка и т.п.) и характеризующихся общим маршрутом изготовления.

Атрибут - именованное свойство элемента ТП. Например, атрибутами детали могут являться размеры, форма, материал, а также вид обработки и др. Набор атрибутов зависит как от самого рассматриваемого элемента, так и условий его использования.

Согласно описанию производителей, интерфейс «Вертикаль» содержит: заголовок окна, основное меню, инструментальную панель, панель вызова справочников и программ, дерево конструкторско-технологических элементов (КТЭ) с вкладками и дерево технологического процесса (ТП) рис. 1.

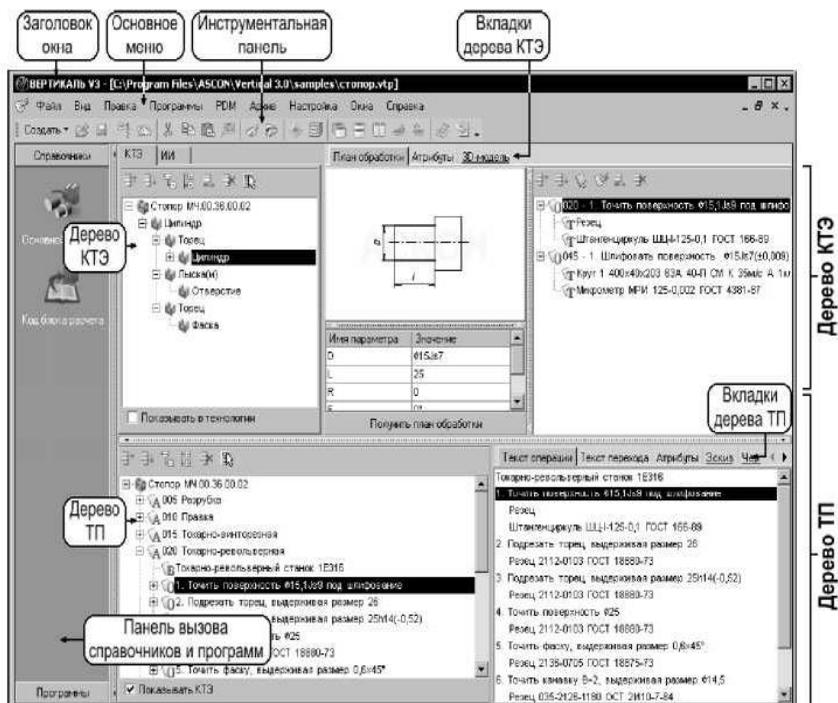


Рис. 1. Компоненты интерфейса «Вертикаль»

Основное меню программы содержит следующие подменю (см. рис. 2):

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

Меню «Файл» (рис. 2) содержит стандартные для приложений Windows команды: «Создать», «Открыть», «Сохранить», «Сохранить как», «Закреть», «Выход», несколько документов, которые редактировались в «Вертикаль» последними. Также меню содержит две нетипичные для приложений Windows команды: «Открыть план обработки», с помощью которой начинающие технологи могут выбрать обработку той или иной поверхности из набора вариантов, а также «Отправить по почте», с помощью которой можно отправить разработанную технологию на какой-либо электронный адрес.

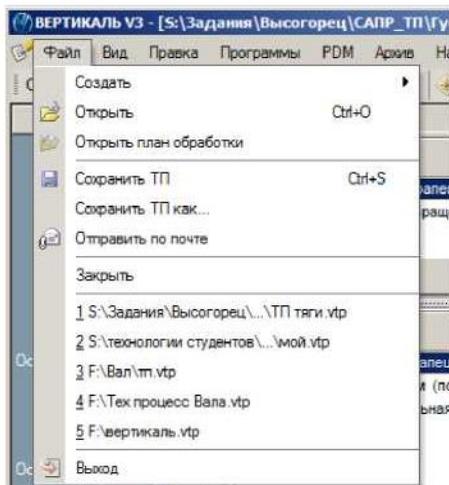


Рис. 2. Меню «Файл»

Меню «Вид» (рис. 3) содержит две команды: «Рабочий стол» и «Библиотека пользователя». При нажатии команды «Рабочий стол» в интерфейсе программы появляется дополнительный столбец со значками слева

с заголовком «Рабочий стол». В этом столбце удобно переключаться между различными технологиями, особенно если редактируются одновременно несколько технологий. Также переключаться между окнами можно при помощи сочетания клавиш: «Ctrl+Tab», либо с помощью меню основного меню «Окна» (рис. 4). Меню «Окна» содержит команды: «Закреть все», «Каскад», два вида расположения окон мозаикой, «Свернуть все», «Восстановить все» и список открытых документов, нажимая на которые между ними можно переключаться. Эти команды идентичны остальным приложениям Windows.

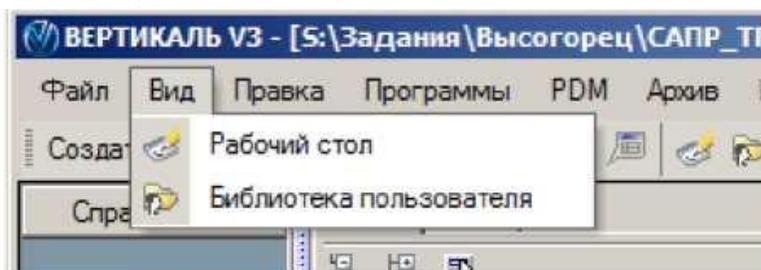


Рис. 3. Меню «Вид»

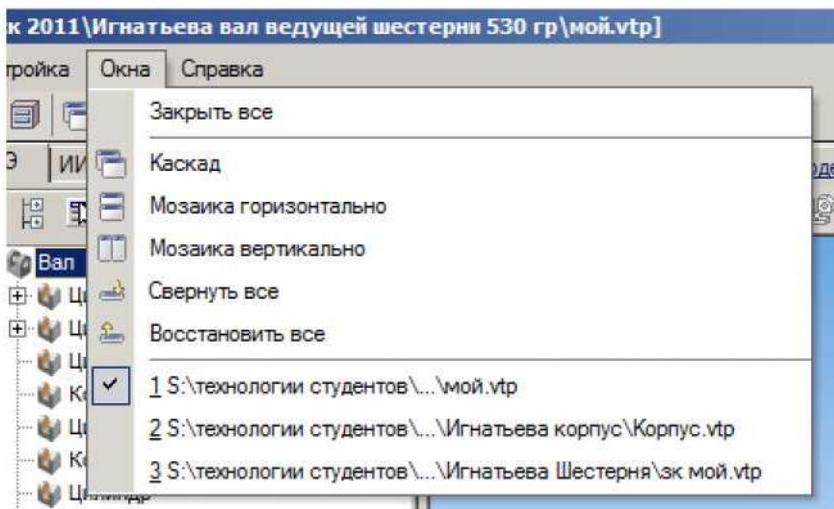


Рис. 4. Меню «Окна»

При выборе пункта «Библиотека пользователя» меню «Вид» в интерфейсе программы появляется дополнительный столбец слева с заголовком «Библиотека пользователя» (если был открыт «Рабочий стол», то он исчезнет). Библиотека пользователя содержит список наиболее часто используемых технологом параметров технологического процесса — это могут быть целые операции, режущий и измерительный инструмент, станки, СОЖ, СИЗ и др. Добавление элементов в библиотеку из тех.процесса, а также в тех.процесс из библиотеки осуществляется с помощью функции «drag and drop» (переносом с нажатой левой клавишей мыши), либо с помощью операции «скопировать-вставить (Ctrl+C - Ctrl+V)».

Меню «Правка» содержит команды «Отменить», «Вырезать», «Копировать», «Вставить», «Вставить символ», «Проверить данные в ТП» (рис. 5).

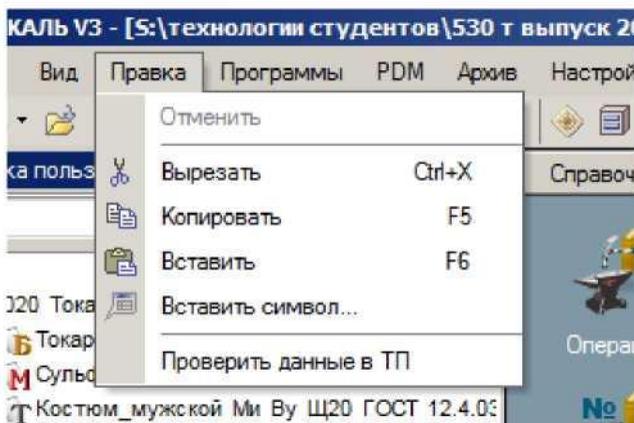


Рис. 5. Меню «Правка»

Все перечисленные команды, кроме последней, идентичны остальным приложениям Windows, при нажатии «Проверить данные в ТП» осуществляется проверка разработанной технологии средствами «Вертикаль» (рис. 6), после проверки в окне отражаются ошибки или конфликты, обнаруженные приложением.

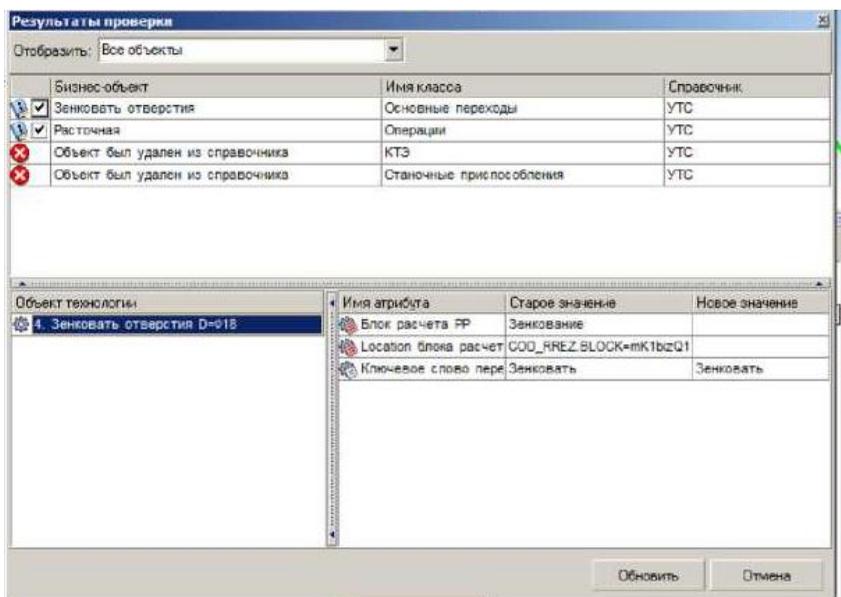


Рис. 6. Программная проверка данных в технологическом процессе

Меню «Программы» содержит команды: «Формирователь карт ВЕРТИКАЛЬ» и «Дерево технологий» (рис. 7).

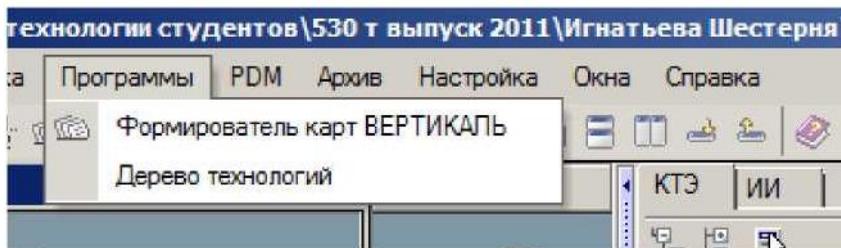


Рис. 7. Меню «Программы»

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

Технологическая документация редактируется в специальном приложении. Здесь можно открывать, сохранять, редактировать, экспортировать технологические карты, а также производить с ними действия, характерные для текстовых редакторов. Более подробно работа с картами описании ниже в соответствующем разделе.

При нажатии на строчку «Дерево технологий» вызывается подпрограмма, интерфейс которой содержит два окна, в которых отражаются технологии для выбранных деталей. С помощью данной подпрограммы удобно сравнивать похожие технологии, либо две технологии, созданные для обработки одной детали, либо сборочной единицы.

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

Меню «Настройка» содержит две команды: «Автономмерация» и «Настройка параметров». В настройке автономмерации редактируется шаг по операциям, номер первой операции, количество символов в номере операции и некоторые другие параметры.

В «настройке параметров» редактируются опции автосохранения и некоторые другие.

При нажатии на кнопку PDM появляется список команд, связанных с PLM-приложением, разработанным фирмой Аскон «Люцман».

Система ЛОЦМАН:PLM обеспечивает:

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

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

Утвержденные данные и документация передаются в соответствующие службы предприятия для материально-технического обеспечения, производства и эксплуатации выпускаемых изделий. При помощи ЛОЦМАН:PDM может быть организовано управление изменениями производственной документации

Меню «Окна» и «Справка» идентичны подобным меню других приложений Windows (Microsoft Office и др.).

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

После кнопок «вырезать, копировать, вставить, вставить символ» идет группа из пиктограмм «Лощман-технолог» и «Электронный архив»

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

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смоленцев Е.В. Технология машиностроения. САПР технологических процессов: курс лекций (учебное пособие) / Смоленцев Е.В., Рязанцев А.Ю., Юхневич С.С., Печагин А.П. // ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2019. - 99 с.

2. Смоленцев Е.В. Технология машиностроения. САПР технологических процессов: лабораторный практикум (учебное пособие) / Смоленцев Е.В., Рязанцев А.Ю., Юхневич С.С., Печагин А.П. // ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2019. - 68 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие рекомендации по выполнению лабораторных работ	1
2. Тематика и содержание лабораторных работ	4
3. Краткие сведения об автоматизированном сквозном проектировании	3
Библиографический список	14

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению лабораторных работ по дисциплине
«САПР технологических процессов»

для обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-
технологическое обеспечение машиностроительных производств»,
профиль «Технология машиностроения»
всех форм обучения

Составители:

Смоленцев Евгений Владиславович
Грицюк Василий Григорьевич

В авторской редакции

Подписано в печать 04.06.2021

Формат 60x84 1/8 Бумага для множительных аппаратов Уч.-изд. л. 3,3
Усл. печ. л. 3,0.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
396026 Воронеж, Московский просп., 14

Участок оперативной полиграфии издательства ВГТУ 396026 Воронеж,
Московский просп., 14