

 УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

**Андреев Ю.С., Ведяков А.А., Жесткова А.А.,  
Пыркин А.А., Третьяков С.Д., Шаветов С.В.,  
Юрьева Р.А.**

**МЕТОДИКА ОФОРМЛЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В  
САПР "ВЕРТИКАЛЬ"**



**Санкт-Петербург  
2020**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

**Андреев Ю.С., Ведяков А.А., Жесткова А.А.,  
Пыркин А.А., Третьяков С.Д., Шаветов С.В.,  
Юрьева Р.А.**

**МЕТОДИКА ОФОРМЛЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В  
САПР "ВЕРТИКАЛЬ"**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО  
по направлению подготовки 12.03.01, 15.03.04  
в качестве учебно-методического пособия для реализации основных  
профессиональных образовательных программ высшего образования  
бакалавриата

 УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

**Санкт-Петербург  
2020**

Андреев Ю.С., Ведяков А.А., Жесткова А.А., Пыркин А.А., Третьяков С.Д., Шаветов С.В., Юрьева Р.А. Методика оформления технологической документации в САПР "Вертикаль" – СПб: Университет ИТМО, 2020. – 78 с.

Рецензент(ы):

Медунецкий Виктор Михайлович, доктор технических наук, профессор, профессор (квалификационная категория "ординарный профессор") факультета систем управления и робототехники, Университета ИТМО.

В учебном пособии рассмотрены этапы создания технологической документации с применением систем автоматизированного проектирования. Приведено описание видов технологической документации и их содержание. Подробно изложены принципы разработки технологических процессов в САПР ТП «Вертикаль» и формирования комплектов технологической документации.



**Университет ИТМО** – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2020

© Андреев Ю.С., Ведяков А.А., Жесткова А.А., Пыркин А.А., Третьяков С.Д., Шаветов С.В., Юрьева Р.А. 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 Виды технологической документации .....	6
1.1 Единая система технологической документации.....	6
1.2 Производственный процесс. Технологическая подготовка производства. Технологический процесс. Виды и типы технологических процессов. ....	6
1.3 Виды технологических документов.....	7
1.4 Комплектность документов .....	8
1.4 Оформление основной надписи.....	9
1.5 Оформление титульного листа .....	14
1.6 Оформление маршрутной карты .....	18
1.7 Оформление операционной карты .....	27
1.8 Оформление карты эскизов.....	33
2 Системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП).....	35
2.1 ТехноПро .....	35
2.2 Timeline .....	37
2.3 ТИС-Процесс.....	39
2.4 ADEM.....	40
3 Разработка технологических процессов в САПР ТП Вертикаль.....	42
3.1 Задачи, решаемые системой .....	42
3.2 Методы проектирования .....	42
3.3 Технологический процесс изготовления детали .....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	57
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	62

## ВВЕДЕНИЕ

Бурный прогресс информационных технологий во всех сферах жизни человека не обошел стороной и такую важную сферу, как приборостроение. Ярким примером применения информационных технологий на производстве являются станки с числовым программным управлением (ЧПУ). Также в цеху используют обрабатывающие центры, всевозможные роботы, манипуляторы и прочие. Среди инженеров, конструкторов, технологов повсеместно распространены компьютеры, оснащенные специализированным программным обеспечением, таким как системы автоматизированного проектирования (САПР).

Переход от проектирования технологических процессов вручную к полной автоматизации этого труда является вопросом, который стоит перед разработчиками современных САПР. Современные реалии таковы, что многие предприятия оснащены старым и, тем более, не программируемым оборудованием. После распада Советского Союза процесс автоматизации технологических служб предприятий тормозился отсутствием отечественного программного обеспечения, нехваткой должного финансирования сферы, неспособностью к конкуренции. Сегодня же для перехода предприятий на автоматизацию технологической подготовки производства существуют все условия.

Крупнейшим российским разработчиком инженерного программного обеспечения является компания АСКОН. Флагманским продуктом компании, направленным на автоматизацию технологической подготовки производства (ТПП), является САПР ТП Вертикаль. Результатом работы с этой системой, как правило, является разработанный технологический процесс, а также автоматически скомпонованная технологическая документация.

На предприятиях и в высших учебных заведениях большое внимание должно уделяться подготовке высококвалифицированных инженерных и научных кадров, способных работать и вести научную деятельность в условиях бурной динамики информационного прогресса. Факультет «Систем управления и робототехники» Университета ИТМО понимает, что большинство студентов пытаются участвовать в интересных проектах или искать работу на предприятиях с самых ранних курсов обучения с целью найти пространство для своей самореализации и построения профессиональной карьеры в самом ее начале. Факультет прикладывает все возможные усилия для создания условий, при которых студенты могли бы получать самое лучшее образование, соответствующее мировому уровню, при этом имели возможность работать или участвовать в проектах без ущерба для обучения. Методическое пособие поможет молодым специалистам изучить процесс разработки технологических процессов и уже на практике применить свои знания и навыки.

Методическое пособие включает в себя подробное описание:

- технологической документации: документы, входящие в состав, правила оформления, и стандарты, которые их регламентируют;
- ряда существующих систем, способных генерировать технологическую документацию, таких как Вертикаль, ТехноПро, Timeline, ТИС-Процесс, ADEM;
- системы САПР ТП Вертикаль с подробным алгоритмом формирования технологического процесса.

Пособие предназначено для обеспечения усвоения студентами учебного материала по дисциплинам «Основы цифрового производства» и «Технологии приборостроения» по направлениям подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и 12.03.01 «Приборостроение». Пособие может быть использовано при самостоятельной работе студентов над теоретическим лекционным материалом.

## **1 Виды технологической документации**

### **1.1 Единая система технологической документации**

Технологическая документация – это совокупность технологических документов, определяющих технологический процесс. Состав, содержание и порядок разработки технологической документации должны подчиняться Единой системе технологической документации (ЕСТД), совокупности межгосударственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, комплектации, оформления и обращения технологической документации, применяемой при изготовлении, контроле, приемке и ремонте (модернизации) изделий (включая сбор и сдачу технологических отходов). [1]

Основные функции ЕСТД:

- установление единых унифицированных машинно-ориентированных форм документов, обеспечивающих совместимость информации;
- применение единых правил оформления технологических документов в зависимости от типа и характера производства, состава и вида разрабатываемых технологических процессов, способов их описания;
- создание предпосылок для снижения трудоемкости инженерно-технических работ в сфере ТПП;
- создание информационной базы АСУ и САПР. [1]

### **1.2 Производственный процесс. Технологическая подготовка производства. Технологический процесс. Виды и типы технологических процессов.**

Производственный процесс представляет собой совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления и ремонта выпускаемых изделий. В состав производственного процесса включаются все действия по изготовлению и сборке продукции, контролю ее качества, хранению и перемещению на всех стадиях изготовления, организации снабжения и обслуживания рабочих мест и участков, управления всеми звеньями производства, а также конструкторскую подготовку производства, технологическую подготовку производства (ТПП) и календарное планирование. [2]

ТПП включает в себя обеспечение технологичности конструкции изделия, разработку технологических процессов, проектирование и изготовление технологической оснастки, управление процессом ТПП.

Технологический процесс (ТП) – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда [3]. Если применить это определение к сфере

машиностроения и приборостроения, то можно сказать, что ТП - «часть производственного процесса, включающая в себя последовательное изменение размеров, формы, внешнего вида или внутренних свойств предмета производства и их контроль [2]».

Структурными элементами ТП являются технологическая операция, технологический переход, рабочий ход, установ, позиция.

По унификации все ТП можно разделить на единичные и унифицированные ( типовые и групповые).

По степени детализации в технологической документации могут быть применены виды описания ТП: маршрутное, маршрутно-операционное и операционное.

### **1.3 Виды технологических документов**

Согласно определению стандарта ГОСТ 3.1109-82, «Технологический документ – графический или текстовый документ, который отдельно или в совокупности с другими документами определяет технологический процесс или операцию изготовления изделия [3]».

Входящие в состав технологической документации виды документов описаны в стандарте ГОСТ 3.1102-2011. При этом присутствует разделение всех видов документов на два больших массива в зависимости от их назначения. Основные документы - это такие документы, которые содержат так называемую сводную информацию по всему ТП. Остальные виды документов являются вспомогательными. При их отсутствии остается возможным однозначно определить ТП, его задачи и способы их решения. [4]

В зависимости от применяемости технологических документов для описания ТП основные технологические документы подразделяют на документы общего и специального назначения.

Документы общего назначения применяются при описании любых ТП всегда. А применяемость документов специального назначения зависит от типа и вида производства и технологических методов, которые присутствуют в том или ином ТП.

Назначение и оформление таких документов, как титульный лист (ТЛ), маршрутная карта (МК), операционная карта (ОК), карта эскизов (КЭ), подробно описано в параграфах 1.6, 1.7, 1.8, 1.9 пособия соответственно.

Некоторые виды основных технологических документов, установленных по ГОСТ 3.1102-2011, с указанием кодов документов приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные виды технологических документов

<b>Вид документа</b>	<b>Код вида документа</b>	<b>Назначение документа</b>
Документы общего назначения		
Титульный лист	ТЛ	см. параграф 1.6
Карта эскизов	КЭ	см. параграф 1.9
Технологическая инструкция	ТИ	технологические методы и приемы, входящие в ТП, предписания по эксплуатации технологической оснастки
Документы специального назначения		
Маршрутная карта	МК	см. параграф 1.7
Карта технологического процесса	КТП	операционное описание ТП в порядке следования друг за другом операций одного вида формообразования, обработки сборки и ремонта. В том числе для каждой операции указывают полное ее содержание
Операционная карта	ОК	см. параграф 1.8
Комплектовочная карта	КК	при разработке ТП сборки в КК указывается информация о деталях, сборочных единицах и материалах, входящих в комплект собираемого изделия
Карта наладки	КН	при обработке на станках с ЧПУ в КН указывают дополнительные данные по наладке технологической оснастки
Ведомость оснастки	ВО	указание применяемых средств технологического оснащения
Ведомость технологических документов	ВТД	при передаче комплекта документов с одного предприятия на другое в ВТД указывают список всех документов, входящих в состав

#### **1.4 Комплектность документов**

«Состав применяемых видов документов определяется разработчиком документов в зависимости от стадий разработки технологической документации

и типа производства» [2].

Выбор состава комплекта технологической документации для используемого типа производства и вида технологического процесса можно производить в соответствии с Таблицей 1.2.

Таблица 1.2 – Комплектность технологических документов в зависимости от различных типов производств и степени детализации описания ТП

Код документа	Номер ГОСТа	Единичное и мелкосерийное пр-во			Серийное пр-во			Крупносерийное и массовое пр-во		
		Описание								
		Маршрутное	Маршрутно-операционное	Операционное	Маршрутное	Маршрутно-операционное	Операционное	Маршрутное	Маршрутно-операционное	Операционное
МК	ГОСТ 3.1105-84	++	++	++	++	++	++	++	++	++
КТП		+	-	+	++	-	-	-	-	-
ОК		-	++	+	-	++	++	-	++	++
КЭ		-	+	+	+	-	-	-	+	++
ТИ		+	+	+	+	+	+	++	-	+
КК		+	+	+	+	+	+	+	+	+
ВО		+	+	+	+	+	+	+	+	+
ВТД		+	+	+	+	+	+	+	+	+

++ - документ обязательный; + - документ разрабатывается по усмотрению предприятия - разработчика документов;

#### 1.4 Оформление основной надписи

Для определения, каким является документ (комплект документов), какие функции в себе несет, в какой области применяется, используют основную надпись. Основную надпись образуют упорядоченные определенным образом информационные блоки. Виды информационных блоков представлены на рисунке 1.

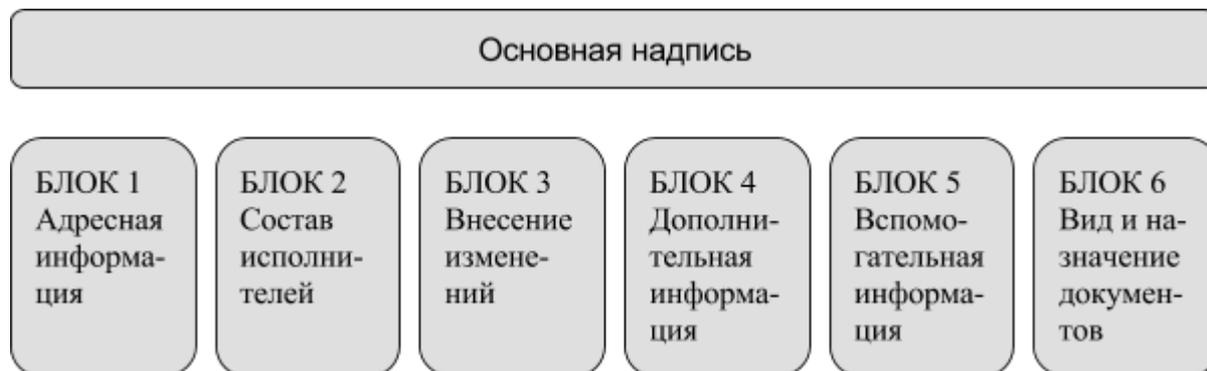


Рисунок 1 – Виды блоков основной надписи

Формы и расположение блоков для каждого вида документа подбираются отдельно в соответствии с ГОСТ 3.1103-2011 в зависимости от вида документа и функции, которую несет в себе документ. Расположение блоков на первом и последующих листах документов чаще всего отличается. Одной из главных причин выбора определенного расположения блоков является формат, расположение поля подшивки и ориентация документа (горизонтально или вертикально).

На рисунках 2 и 3 представлен пример расположения информационных блоков для форм формата А4 с горизонтальным расположением поля подшивки. В таблице 1.3 указано содержание каждой графы для данного примера.

Инициалы	(21)	(22)	(23)							
Фамилия	(20)	(18)	(19)							
Имя	(17)	(16)	(15)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)		
ГОСТ 3.1118-82 форма 1										
Разделы			(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)		
Правая	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)		
Центральная	(9)	(10)	(11)							
Левая										
ГОСТ 3.1118-82 форма 1										
Курс ВТ-56 ГОСТ 2590-2006/ГОСТ 4.0Х-1-ГОСТ 4.543-71										
М 01	Код	ЕВ	МП	ЕН	Н. раск.	КМТ	Код заготовки	Профиль и размеры		
М 02	К2	3,795	1					КП		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Прокат					
Б	Код наименования операции									
А 03	005	4287	Абразивно-отрезная							
Б 04	Абразивно-отрезная автомат 8252									
А 05	Штамповка заготовительная									
Б 06	Машина ковальная В1234									
А 07	015	5011 Откид без фазовых преобразований						1	1	1
А 08	гомогенизационный									
Б 09	СШВ 27,45/9 М01									
А 10	020	4269 Фрезерно-центральная						1	1	1
Б 11	Продольно-фрезерный двухсторонний станок 6605									
А 12	025	414 Токарно-винторезная						1	1	1
Б 13	Токарно-винторезный станок 16К20Ф3									
А 14	030	4271 Шлифовально-фрезерная						1	1	1
Б 15	Консольный вертикально-фрезерный станок 6Р19Ф3									
А 16	035	5030 Закалка						1	1	1
(29)	(30)	(31)								

Рисунок 2 – Пример расположения блоков основной надписи (первый лист)



Таблица 1.3 – Содержание граф основной надписи

Номер	Содержание графы
1	Название или код организации - разработчика документа
2	Обозначение изделия для единичного ТП, код классификатора для типового ТП, для группового ТП графу не заполняют
3	Код классификационных группировок признаков, для типового и группового ТП; код операции для типовых и групповых операций
4	Обозначение документа
5	Буква, присвоенная документу
6	Наименование изделия для единичного ТП (операции); наименование группы изделий для типового ТП (операции); наименование метода для группового ТП (операции)
7	Общая единица нормирования для всего ТП
8	Работа подписавших лиц
9	Фамилии подписавших лиц
10	Подписи лиц, указанных в графе 8 и 9
11	Дата подписи
12	Порядковый номер изменения
13	Указания об изменении листа
14	Номер документа, на основании которого производится изменение
15	Подпись лица, внесшего изменения
16	Дата изменения
17	Инвентарный номер подлинника
18	Подпись лица, принявшего подлинник
19	Дата приемки подлинника
20	Инвентарный номер подлинника, взамен которого выпущен данный подлинник

21	Инвентарный номер дубликата
22	Подпись лица, принявшего дубликат
23	Дата приемки дубликата
24	Дополнительная информация в соответствии с отраслевыми нормативно-техническими документами
25	Обозначение номера изделия
26	Обозначение основного документа (комплекта документации), куда входит данный документ
27	Общее число листов документа
28	Номер листа
29	Код вида документа
30	Название документа или технологического метода
31	Номер листа в комплекте документов

### 1.5 Оформление титульного листа

Для каждого комплекта технологических документов должен быть оформлен титульный лист (ТЛ). Также такое требование остается в силе в случае самостоятельного применения некоторых видов документов (ВМ, ВО).

Оформление ТЛ следует осуществлять, придерживаясь ГОСТ 3.1105-84.

Форму ТЛ следует выбирать в зависимости от документов, входящих в комплект документации. При выборе учитывают формат листа и расположение поля прошивки. При вхождении в комплект технологической документации документов на листах различного формата следует делать выбор формы ТЛ, учитывая формат, встречающийся большее число раз.

ТЛ комплекта документов, выполненных на формате А4 с горизонтальным расположением поля прошивки (или с превазированием оных), оформляют на форме 2 (Рисунок 4). Графы заполняют в соответствии с таблицей 1.4.

Таблица 1.4 – Содержание граф формы 2 для титульного листа

Номер	Содержание графы
1	министерство или ведомство, куда входит организация, разработавшая

	данный комплект документов
2	слева - должность и подпись согласовавшего лица от заказчика, справа - должность и подпись утвердившего лица
3	название комплекта документации
4	слева - должности и подписи подтвердивших согласование лиц, справа - должности и подписи ответственных за разработку комплекта документации лиц
5	номер акта и дата внедрения ТП в производство
6	указание о соответствии комплекта документации отраслевым положениям

На рисунке 5 представлен пример оформления ТЛ.

ГОСТ 3 1105-84. Форма 2									

ГОСТ 3.1105-84 Формат 2									
Дифл.									
Взам.									
Подл.									
		АБВ.000.001_ТП		22		1			
АСКОН		Чертеж		АБВ.000.001_ТП					
		Вал							
<p><b>СПБ НИУ ИТМО</b>                  Кафедра технологии приборостроения</p>									
СОГЛАСОВАНО		УТВЕРЖДАЮ							
Представитель заказчика		Главный инженер							
А.А. Иванова		В.В. Сидоров							
04.04.2016		05.04.2016							
Начальник БТК		Начальник отдела							
Н.Н. Смирнов		М.М. Петров							
01.04.2016		01.04.2016							
Акт № 15-82 от 15.04.2016		Руководство №1234							
Т/Л	Титульный лист								1

Рисунок 5 – Пример оформления ТЛ

## 1.6 Оформление маршрутной карты

Любой комплект технологических документов должен содержать в себе маршрутную карту (МК).

В зависимости от способа описания ТП маршрутная карта берет на себя различные функции. При маршрутном и маршрутно-операционном описании ТП в МК приводится сокращенное описание всех операций в порядке их следования друг за другом. Но операции описываются кратко, без указания переходов и режимов резания, полное же индивидуальное описание операций производится в других технологических документах, например, в операционных картах. В случае же операционного описания ТП в МК указывают полный состав операций в последовательности их выполнения, включая контроль и перемещение по всем операциям различных технологических методов. Плюс в МК для каждой операции указывают номер цеха, участка, рабочего места, данные о применяемом оборудовании, технологической оснастке, материальных нормативах и трудовых затратах.

Оформлять МК следует в соответствии со стандартом ГОСТ 3.1118-82.

Так как в формах МК может содержаться совершенно разнообразная информация, то, помимо своей основной функции выполнения роли МК, формы МК можно использовать и для выполнения задач других видов документов: КТП, ОК, ВО, КК и другие. Если имеет место оформление формы МК в качестве другого технологического документа, следует руководствоваться соответствующим стандартом ЕСТД. В частности, одним из правил таких стандартов является указание в графе 29 (Рисунок 2) через косую черту обозначение документа, в качестве которого применяют форму МК, например, МК/КТП, МК/КК.

Из шести существующих форм МК для ТП изготовления деталей применяют форму 1 (рисунок 7) и форму 1б (Рисунок 8) для первого и последующих листов соответственно.

В маршрутной карте информацию о технологическом процессе заполняют построчно, с использованием определенных типов строк. Для определения типа, к которому относится строка, используют служебные символы, в качестве которых выступают прописные буквы русского алфавита, которые записываются в графу (1) (рисунок 1.7). Служебные символы и содержание информации, вносимой в строки с соответствующим служебным символом, указаны в таблице 1.5.

Последовательность заполнения информации по типам строк зависит от вида технологического процесса и способа его описания. Определить последовательность строк для заполнения формы МК можно по схеме, представленной на рисунке 6.

Таблица 1.5 – Информация, соответствующая служебному символу типа строки

Служебный символ	Информация
А	адресная информация выполнения операции, номер операции, код и наименование операции, номер цеха и участка, документы, применяемые при выполнении операции
Б	код, наименование оборудования и информация по трудовым затратам
К	информация о комплектации изделия и о его составных частях
М	информация об основном и вспомогательных материалах исходной заготовки и составных частей, единицы нормирования, нормы расхода
О	содержание операции (перехода)
Т	информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке

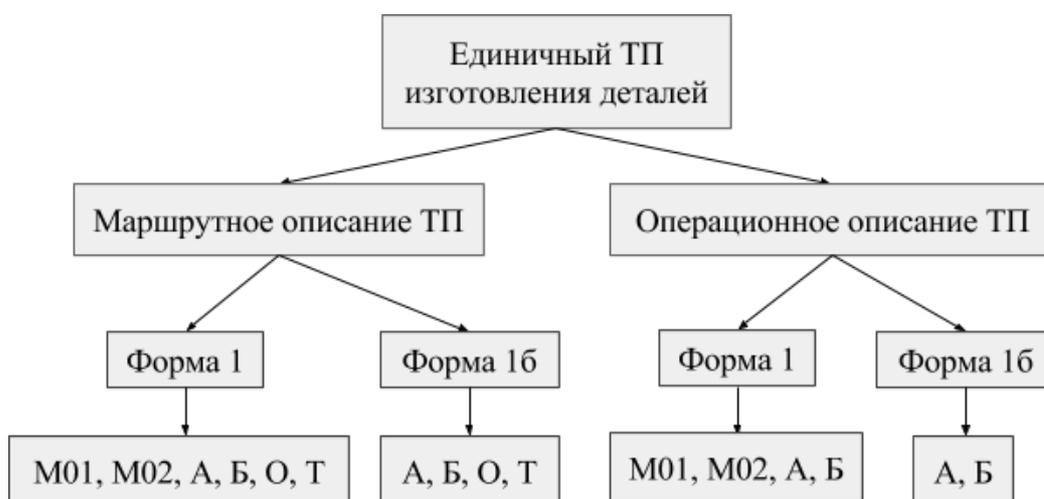


Рисунок 6 – Схема для определения порядка заполнения строк в формах МК

Строки разделены на графы, которые следует заполнять в соответствии с таблицей 1.6 и рисунками 7 и 8.

Строку Т следует заполнять, руководствуясь требованиями соответствующих классификаторов, стандартов на обозначение и наименование технологического оснащения.

Порядок заполнения применяемой оснастки:

- приспособления;
- вспомогательный инструмент;
- режущий инструмент;
- слесарно-монтажный инструмент;
- специальный инструмент, применяемый при выполнении специфических технологических процессов (операций), например при сварке, штамповке и т.п.;
- средства измерения.





Таблица 1.6 – Содержание граф в формах МК 1 и 1б

Номер	Содержание графы
1	Служебный символ, номер строки
2	Наименование, сортамент, размер и марка материала, стандарт, технические условия
3	Код материала
4	Код единицы величины по Классификатору СОЕВС(Система обозначений единиц величин и счета) или единицы измерения величины
5	Масса детали
6	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или норма времени
7	Норма расхода материала
8	Коэффициент использования материала
9	Код заготовки по классификатору (вид заготовки)
10	Профиль и размеры исходной заготовки
11	Число деталей, изготавливаемых из одной заготовки
12	Масса заготовки
13	Особые указания в соответствии с отраслевыми нормативно-техническими документами
14	Номер цеха
15	Номер участка
16	Номер рабочего места
17	Номер операции
18	Код операции (не обязательно) и наименование операции
19	Обозначение документов, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении данной операции

20	Код и модель оборудования, инвентарный номер (допускается не указывать)
21	Степень механизации
22	Код профессии по классификатору ОКПДТР (Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов)
23	Разряд работы
24	Код условий труда и код вида нормы
25	Число исполнителей, занятых при выполнении операции
26	Число одновременно обрабатываемых деталей
27	Объем производственной партии в штуках
28	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании
29	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию
30	Норма штучного времени на операцию
31	Наименование деталей, сборочных единиц или материалов
32	Обозначение деталей, сборочных единиц или материала
33	Обозначение подразделения откуда поступают комплектующие детали, сборочные единицы или материалы; при разборке - куда поступают
34	Число деталей, сборочных единиц, применяемых при сборке изделия; при разборке - число получаемых

Запись в строки Т и О следует выполнять по всей длине строк, с переносом на следующие строки, если не хватило места. При этом для строки Т разделение информации выполняется через точку с запятой «;». Число одновременно применяемых единиц оснастки следует указывать после кода оснастки («АБВГ ХХХХ.ХХХ (2) фреза концевая»).

В строку О записывают содержание операции (перехода). Порядок записи содержания операции (перехода) регламентируется различными стандартами в зависимости от характера обработки. В таблице 7 указаны стандарты, регламентирующие правила записи операций и переходов для различных видов

обработки.

Таблица 1.7 – Стандарты, регламентирующие правила записи операций и переходов для различных видов обработки

<b>Вид обработки</b>	<b>Стандарт</b>
Обработка резанием	ГОСТ 3.1702-79
Холодная штамповка	ГОСТ 3.1701-79
Слесарные, слесарно-сборочные работы	ГОСТ 3.1703-79
Пайка и лужение	ГОСТ 3.1704-81
Сварка	ГОСТ 3.1705-81
Ковка и горячая штамповка	ГОСТ 3.1706-83
Литье	ГОСТ 3.1707-84

Ниже описаны основные правила записи операций (переходов) обработки резанием.

Из таблицы 1.6 видно, что номер операции, код операции (допускается не указывать) и наименование операции записывают в строку А МК (Рисунок 7).

Нумерацию операций (графа 17 рисунка 7) следует выполнять числами ряда арифметической прогрессии, например 05; 10; 15; 20 и т.д. Если ТП объемный допускается применять трехзначную или четырехзначную нумерацию, с написанием нулей в старших разрядах (если это необходимо). Для нумерации операций, разрабатываемых дополнительно или взамен аннулированных, ввиду уточнения ТП, изменения чертежа и т.п., используют промежуточные числа. В таком случае аннулированная операция не нумеруется.

Наименование операции обработки резанием, как правило, отражает применяемый вид оборудования, но допускается использование лишь наименования групп оборудования, такая запись является сокращенной. Наименования операций и групп операций указаны в таблице 1 приложения А.

Что касается нумерации установов и переходов, установы следует нумеровать русскими буквами, например А, Б, В и т. д., а переходы - арабскими цифрами, например 1, 2, 3 и т. д. У установов и переходов наименования отсутствуют, следует указывать лишь слово «Установ» или «Переход», соответствующий порядковый номер и точку.

Запись о содержании операции (перехода) заносят в строку О. В содержание операции должна быть включена следующая информация:

– ключевое слово, характеризующее метод обработки. Оно должно

представлять собой глагол в неопределенной форме («отрезать», «шлифовать», «точить»). Списки рекомендуемых ключевых слов технологических и вспомогательных переходов приведены в приложении А, таблице 2;

- информация о поверхности, конструктивном элементе или предмете производства («отверстие», «фаска», «деталь»). В приложении А, таблице 2 указаны рекомендуемые термины;
- информация по размерам и их предельным отклонениям («зенкеровать отверстие  $D=25^{+0,7}$ », «фрезеровать поверхность  $D=49_{-0,2}$ »). Предельные отклонения указывать не обязательно, если обработка чистовая. При указании размера дополнительно может использоваться словосочетание «выдерживая размер» или, при наличии нескольких размеров, слово «выдерживая» («зенкеровать 6 отверстий, выдерживая  $D=25^{+0,3}$ ,  $D=51\pm 0,08$ », фрезеровать торец, выдерживая размер  $L=98\pm 0,6$ ). На технологическом эскизе размеры могут быть заменены условными обозначениями, в таком случае записывают не размер, а условное обозначение размера («фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 1 и 2»).

Информация о шероховатости обрабатываемых поверхностей при маршрутном описании имеется на чертеже детали, а при операционном - на КЭ или ОК, имеющей зону для иллюстрации. Именно поэтому в записи операции или перехода шероховатость поверхности не указывают, кроме тех случаев, когда шероховатость не может быть указана на КЭ или ОК - например, в случае, когда шероховатость относится к предварительно обрабатываемым поверхностям.

Как было сказано выше, при операционном описании ТП в МК указывают полный состав операций. В этом случае следует вводить строку со служебным символом Р, которая должна содержать информацию о технологических режимах. Строка Р должна записываться после строки Т, содержащей информацию о применяемой технологическом оснащении. Информация о технологических режимах вводится в соответствующие графы, предусмотренные формами документов. Или же такую информацию можно внести в строку О сразу после описания перехода.

Пример оформления МК на ТП (маршрутного описания) обработки резанием приведен на рисунке 9.



видов технологических методов.

Таблица 1.8 – Стандарты, регламентирующие формы и правила оформления документов для различных технологических методов

Технологический метод	Стандарт
Литье	ГОСТ 3.1401-85
Раскрой материалов	ГОСТ 3.1402-84
Ковка и штамповка	ГОСТ 3.1403-85
Обработка резанием	ГОСТ 3.1404-86
Термическая обработка	ГОСТ 3.1405-86
Сборка	ГОСТ 3.1407-86
Изготовление изделий из пластмасс и резины	ГОСТ 3.1409-86

Рассмотрим формы и правила оформления ОК для операций обработки резанием.

Для первого (заглавного) листа могут быть использованы два основных вида форм ОК: форма 2 с полем для размещения графических изображений и форма 3 – без одного. На рисунке 10 изображена форма 3 – без поля для размещения графических изображений. Для последующих листов используют форму 2а, изображенную на рисунке 11. Правила оформления основной надписи подробно рассматриваются в параграфе 1.5

Графы операционной карты следует описывать согласно таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Содержание граф ОК в формах 3 и 2а

Номер	Содержание
1	Наименование операции
2	Краткая форма записи наименования и марки материала
3	Твердость материала заготовки, поступившей для обработки
4	Код единицы величины по Классификатору СОЕИ (система обеспечения единства измерений). Допускается указывать единицы измерения величины
5	Масса детали

6	Профиль и размеры исходной заготовки
7	Масса заготовки
8	Число одновременно обрабатываемых заготовок
9	Краткое наименование или модель оборудования Для станков с ЧПУ дополнительно указывают вид (тип) устройства ЧПУ
10	Для операций на станках с ЧПУ указывают обозначение программы
11	Норма основного времени
12	Норма вспомогательного времени
13	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию
14	Норма штучного времени на операцию
15	Информация о смазочно-охлаждающей жидкости
16	Служебный символ и порядковый номер строки
17	Резервная графа для записи содержания перехода
18	Для операций на станках с ЧПУ указывают номер позиции инструментальной наладки
19	Расчетный размер обрабатываемого диаметра (ширины) детали (с врезанием и перебегом)
20	Расчетный размер длины рабочего хода (с врезанием и перебегом)
21	Глубина резания
22	Число рабочих ходов
23	Подача, мм/об
24	Число оборотов шпинделя в минуту
25	Скорость резания, м/мин

В операционной карте технологическую операцию заполняют построчно, с использованием типов строк, которым соответствуют служебные символы О, Т







## 1.8 Оформление карты эскизов

Общие правила выполнения графических технологических документов регламентирует ГОСТ 3.1128-93.

Графические документы могут состоять из:

- эскизов на изделия;
- эскизы на технологические установки;
- эскизы к картам наладки технологической оснастки;
- таблицы с исходными данными;
- схемы, диаграммы и графики, приписывающиеся к различным аспектам ТП.

Изложенные выше графические изображения следует выполнять на формах карт эскизов (КЭ) или в соответствующих зонах определенных форм ОК. Формы и правила оформления КЭ определяются ГОСТ 3.1105-84. Для формата А4 с вертикальным расположением поля подшивки применяют формы 6 и 6а, а с горизонтальным расположением поля подшивки - 7 и 7а, для форматов А3 применяют формы 8 и 8а. На рисунке 13 показан пример оформления карты эскизов на бланке формы 7а.

Еще раз отметим, основная задача карты эскизов - помочь в понимании того, как следует выполнять технологический процесс, операцию или переход. Другими словами, для рабочего, выполняющего операцию, карта эскизов является заменой рабочего чертежа детали, к тому же КЭ может пояснить содержание данной операции.



## 2 Системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП)

«Жизненный цикл изделия - совокупность взаимосвязанных процессов создания и последовательного изменения состояния изделия от формирования исходных требований к нему до окончания его эксплуатации или потребления» [12].

На рисунке 14 представлены этапы жизненного цикла изделия.



Рисунок 14 – Жизненный цикл изделия

САПР ТП решает задачи автоматизации мероприятий ТПП. Рассмотрим, какие системы относятся к САПР ТП:

- САМ - Computer Aided Manufacturing (автоматизированная технологическая подготовка производства). Такие системы используются для решения определенных задач проектирования ТП и создания управляющих программ для программируемых станков;
- САПР - Computer Aided Process Planning (автоматизированное проектирование технологических процессов);
- СААР - Computer Aided Assembly Planning (автоматизированное проектирование процессов сборки);

Часто системы, описанные выше, являются частями развитой (интегрированной) САПР.

С помощью системы PDM - Product Data Management (управление проектными данными о продукте (изделии)) модули и системы САПР различного назначения могут функционировать друг с другом.

В следующих параграфах рассмотрим некоторые системы САПР ТП.

### 2.1 ТехноПро

Комплекс ТехноПро - разработанный компанией “Вектор-Альянс” комплект

производственно-экономических программ, которые в совокупности являются системой автоматизации подготовки, планирования и управления производством.

Комплекс ТехноПро занимается комплексной автоматизацией деятельности предприятия, а в частности включает в себя следующие направления:

- подготовка производства;
- управление предприятием;
- планирование производства;
- управление финансами и экономикой.

Комплекс ТехноПро включает в себя несколько систем и модулей. Так, САПР ТП ТехноПро служит для автоматизации проектирования технологий, технологических и экономических расчетов, а также для получения комплекта технологических документов.

На рисунке 15 продемонстрирован интерфейс САПР ТП ТехноПро.

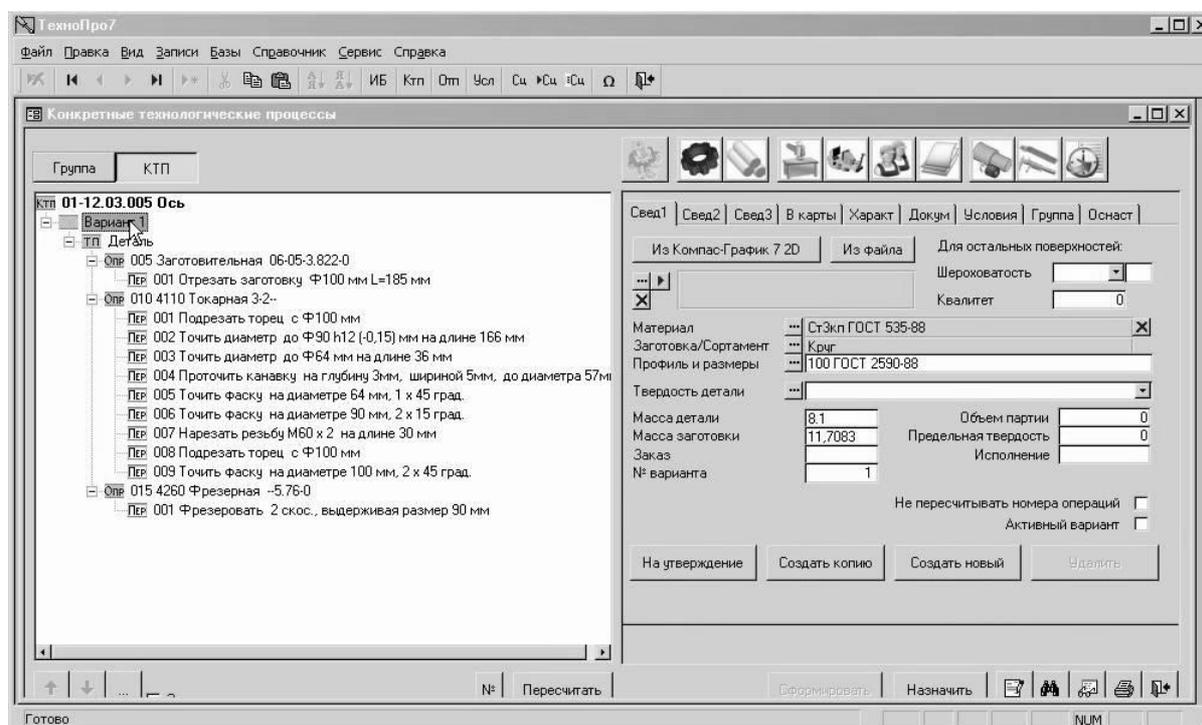


Рисунок 15 – Интерфейс САПР ТП ТехноПро

Ниже опишем основные алгоритмы работы с САПР ТП ТехноПро.

Информация, которую использует система в своей работе, может браться из различных источников. Одними из источников забора информации могут быть конструкторские САПР, а также PLM, PDM и ERP. В этом случае САПР ТП ТехноПро считывает из них состав и параметры изделий. Также САПР ТП ТехноПро предлагает для каждого предприятия возможность формирования информационной базы ТехноПро, в которую могут входить оборудование, наименования операций, технологическая оснастка, инструменты, материалы,

тексты переходов и другие специализированные сведения.

Далее с использованием указанных ресурсов САПР ТП ТехноПро может совершать следующие действия ТПП:

- автоматическое, полуавтоматическое или диалоговое проектирование любых видов ТП (единичный, групповой, типовой) для любых типов производств (единичное, серийное, массовое) с использованием различных технологий;
- расчет технологических и экономических параметров;
- подбор технологической оснастки, инструментов и материалов;
- формирование комплекта технологических документов (MS Word, MS Excel и pdf).

После составления ТП и получения комплекта ТД можно передать их в системы 1С, PDM, PLM, EPR, ASUP для дальнейшей работы.

## **2.2 Timeline**

САПР ТП Timeline - система автоматизированного проектирования, разработанная отечественной компанией SDI Solution (ЭсДиАй Солюшен).

Главной отличительной особенностью этой САПР является использование семантического подхода. Это проявляется в интеграции САПР ТП Timeline с системой управления корпоративной нормативно-справочной информацией (НСИ) Semantic MDM.

MDM расширяется как Master Data Management, что можно перевести как управление мастер-данными, управление основными данными, управление нормативно-справочной информацией (НСИ). МДМ-система выражает в себе целостный взгляд на так называемые мастер-данные (данные с важнейшей для ведения бизнеса информацией, такие как источники данных, авторство, качество, клиенты, услуги, продукты и другие).

Как и любая САПР ТП, САПР ТП Timeline направлена на проектирование технологических процессов для различных видов производств. Результатом такой работы служит скомпонованный комплект технологических документов, соответствующий ЕСТД. САПР ТП Timeline формирует документацию в формате pdf.

На рисунке 16 продемонстрирован интерфейс САПР ТП Timeline.

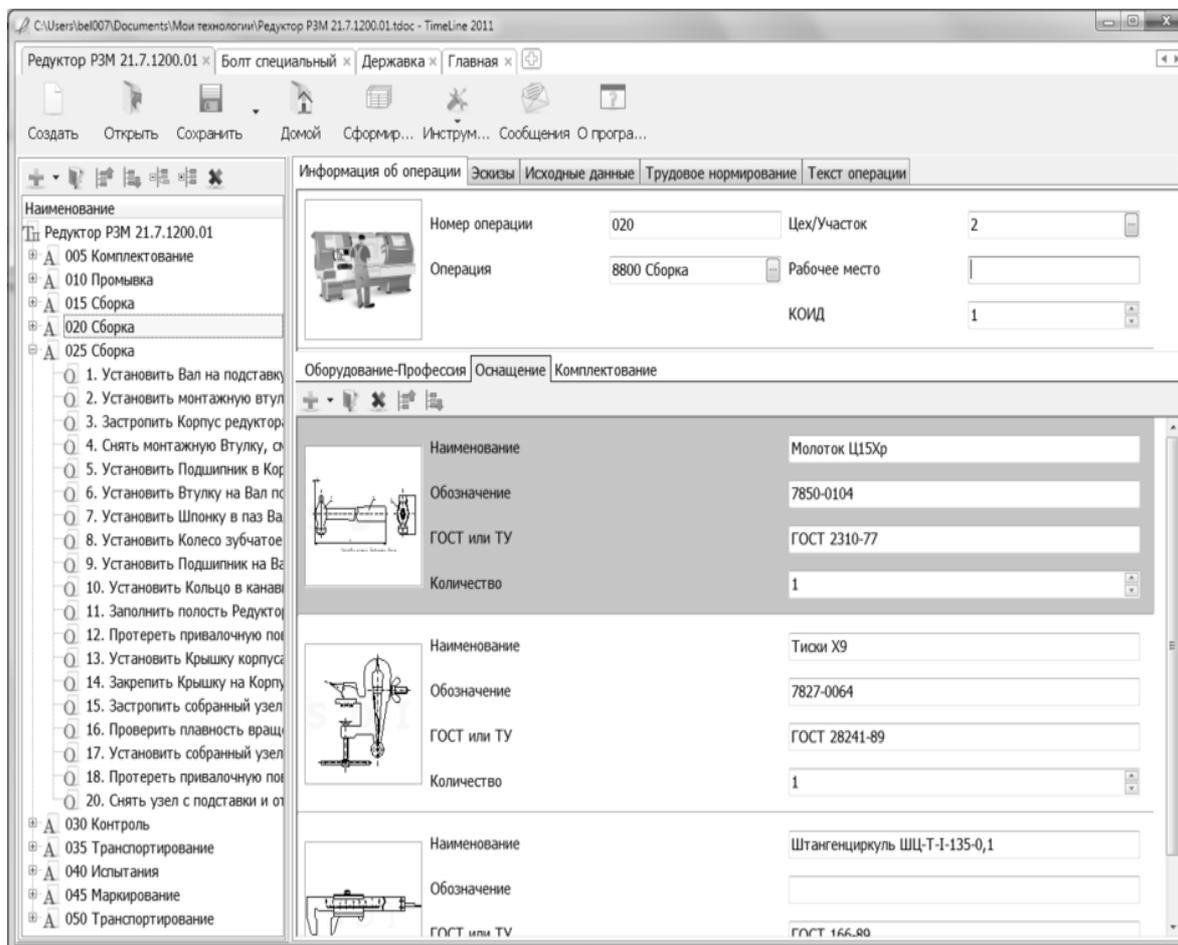


Рисунок 16 – Интерфейс САПР ТП Timeline

Семантический подход в работе САПР ТП Timeline выражается в концепции переноса ТП в семантическую (концептуальную) модель НСИ с сохранением всех логических связей внутри ТП. Система управления НСИ Semantic расширяет свои возможности за счет объединения информация о поведении и связях технологических объектов ТП. Внедрение данных в хранилище НСИ «Semantic» о технологических процессах, операциях, переходах, инструментах и технологическом оснащении для каждого нового вида производства и об отношениях между этими объектами приводит к еще большему расширению возможностей САПР и системы управления НСИ, а также к повышению уровня автоматизации принятия решений. Система обладает многозадачным функционалом. Это проявляется, например, в возможности работы одновременно с несколькими ТП с допустимостью обмена данными между процессами. Также поддерживается коллективное проектирование технологий. Плюсом системы является возможность интеграции со многими CAD и PLM. Все сказанное говорит в пользу САПР ТП Timeline и существенно выделяет ее среди конкурентов.

## 2.3 ТИС-Процесс

Сотрудники и студенты кафедры технологии приборостроения Университета ИТМО разработали комплекс учебных систем технологического назначения и инструментальных средств для их сопровождения. Комплекс называется “Технологическая интегрированная среда” или сокращенно ТИС. Туда вошли следующие системы:

- САПР ТП ТИС-Процесс;
- система расчета операционных размеров;
- табличный процессор для расчета технологических режимов;
- информационная система для поиска технологической оснастки, которая может функционировать как в составе САПР ТП ТИС-Процесс, так и сама по себе.

Взаимосвязь между системами комплекса осуществляется через единый словарь параметров. Он также является фундаментом формирования баз данных и знаний.

Система ТИС-Процесс разработана для обучения студентов принципам построения аналогичных САПР ТП.

Метод адресации, который применяют при составлении ТП, основывается на использовании групповых и типовых ТП. Допустим, нужно спроектировать ТП на изготовление детали. Прежде чем начать проектирование с нуля, возможно осуществить поиск комплексных деталей. Если такая деталь находится, можно осуществить перенастройку унифицированного ТП в рабочий, лишь поменяв некоторые параметры. Такая технология существенно уменьшает затраты и время на разработку ТП.

В САПР ТП ТИС-Процесс технологические объекты, такие как параметрические модели ТП, описывают с использованием фреймовой модели знаний. Под фреймом понимается такая часть семантической сети, которая представляет собой описание понятия со всем набором присущих признаков, то есть у фрейма есть имя и совокупность атрибутов, содержащих какие-либо значения. Например, фрейм “кошка” мог бы иметь атрибуты “пол”, “цвет”, “длина шерсти” и другие.

Итогом работы с ТИС-Процесс является компоновка комплекта технологических документов в MS Excel.

На рисунке 17 продемонстрирован интерфейс САПР ТП Timeline.

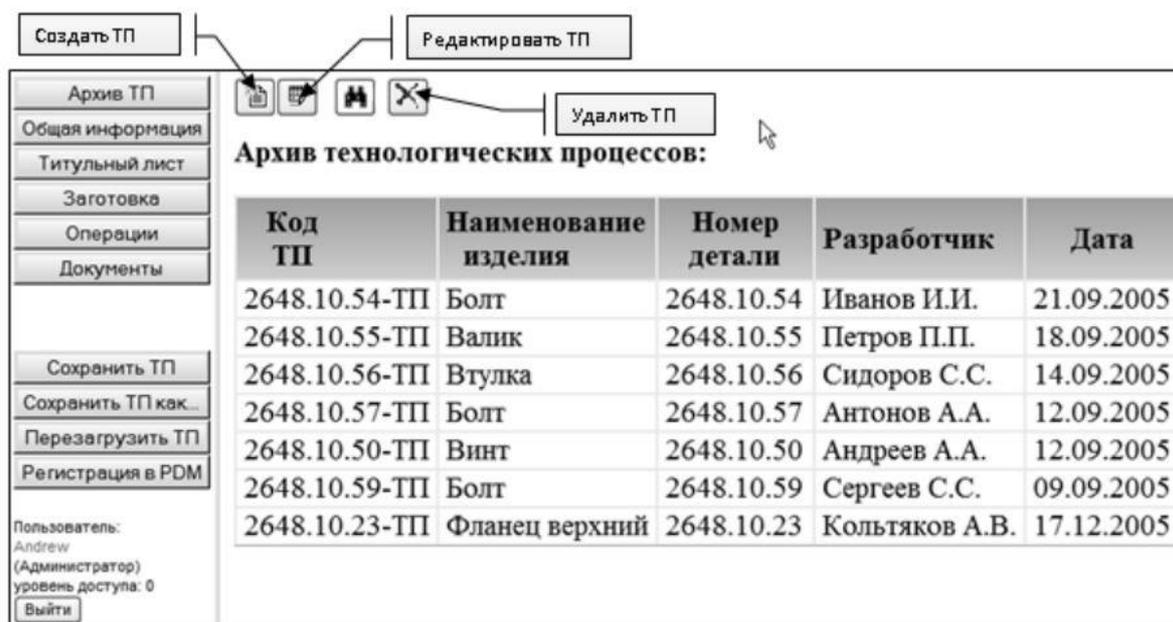


Рисунок 17 – Интерфейс САПР ТП ТИС-Процесс

## 2.4 ADEM

Компания ADEM предлагает своим клиентам решение всевозможных задач конструкторско-технологической подготовки производства и управление любыми данными своего предприятия. Это возможно благодаря интегрированной CAD/CAM/CAPP системе ADEM. Аббревиатуры CAD/CAM/CAPP предполагают под собой автоматизацию конструкторских, технологических и проектных задач в области приборостроения, машиностроения.

Система ADEM предлагает управление проектными данными, которое направлено на контролирование процессов на всех стадиях проектирования (от ТЗ до создания электронной структуры данных). Система строится на принципе единого информационного пространства. Под этим принципом подразумевается, что над одним и тем же проектом могут работать сразу несколько сотрудников, при этом должна обеспечиваться актуальность используемых данных на всех этапах проектирования.

Перечислим некоторые вопросы, которыми занимается система ADEM:

- проектирование изделия;
- 2D и 3D моделирование;
- формирование конструкторских документов;
- проектирование технологических процессов;
- формирование технологических документов;
- оформление сопроводительных документов;
- написание программ для станков с ЧПУ;

– управление архивами и проектами.

Разработка технологических процессов осуществляется в модуле ADEM CAPP. При этом эскизы к различным объектам ТП могут создаваться в модуле ADEM CAD. Как итог технологической подготовки выступает полный комплект технологических документов, соответствующий ЕСТД.

На рисунке 18 продемонстрирован интерфейс САПР CAPP.

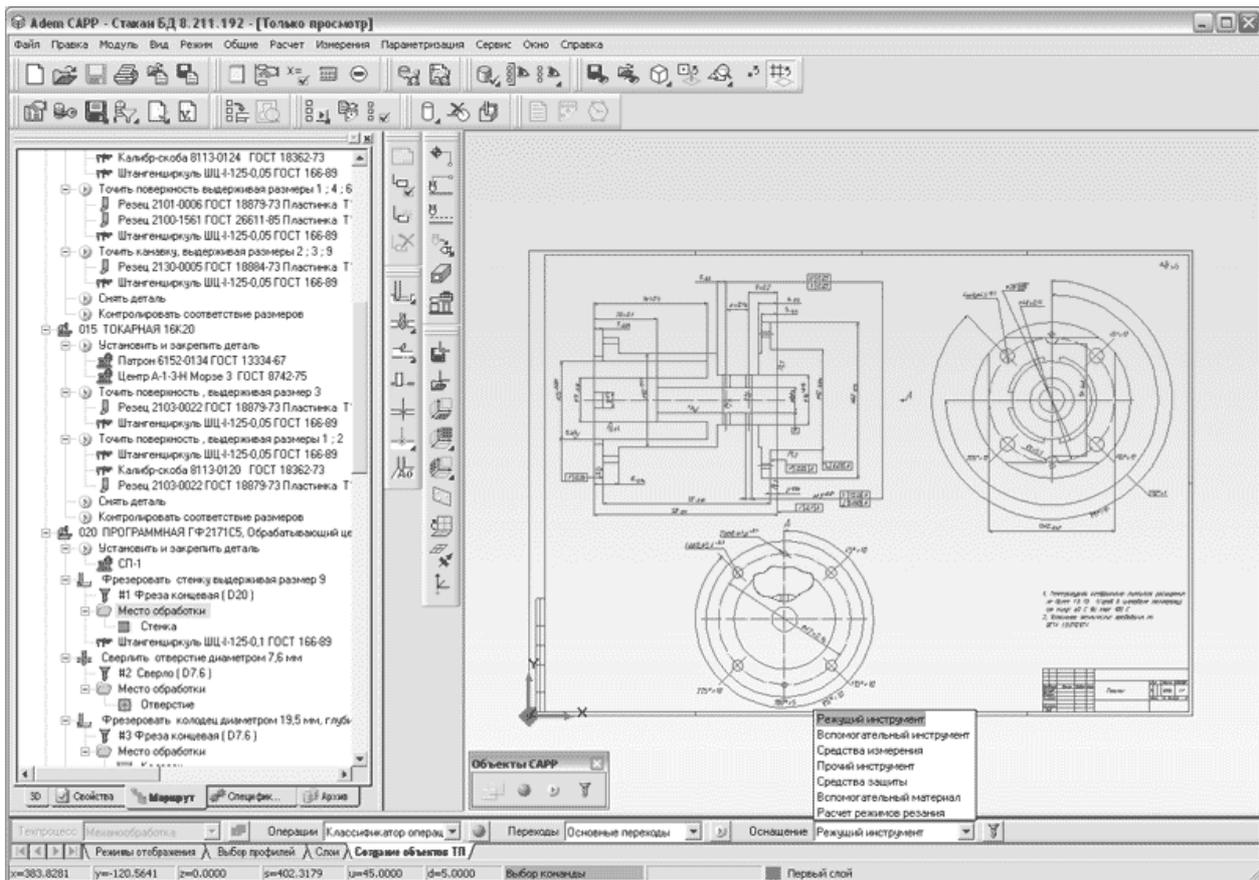


Рисунок 18 – Интерфейс ADEM CAPP

## **3 Разработка технологических процессов в САПР ТП Вертикаль**

### **3.1 Задачи, решаемые системой**

САПР ТП Вертикаль — программный продукт, разработанный компанией АСКОН.

Разработчики компании АСКОН идут в ногу со временем – в своем программном комплексе реализовали идею единого информационного пространства.

Основные задачи, которые можно решить с применением этой системы:

- Проектирование ТП с использованием различных режимов автоматизации. Наглядно использование различных режимов автоматизации можно представить в виде примера взаимосвязи САПР ТП Вертикаль – Лоцман: PLM – КОМПАС 3D. Лоцман: plm это система управления жизненным циклом изделия, а КОМПАС 3D – САД система. Вертикаль может автоматически получать данные из 3D-моделей и чертежей, разработанных в КОМПАС 3D. Модуль Лоцман-технолог может взаимодействовать с САПР ТП Вертикаль, таким образом обеспечивается связь трех систем. Конструкторские и технологические данные могут сообщаться друг с другом через каналы единого информационного пространства, что дает системе еще большую скорость работы.
- Расчет материальных и трудовых затрат на производство.
- Расчет технологических режимов и параметров для различных технологических методов.
- Автоматическая компоновка комплекта технологических документов в соответствии с ЕСТД. Также в САПР ТП Вертикаль можно настроить формы документации таким образом, чтобы формы удовлетворяли всем требованиям конкретного предприятия.
- Единое информационное пространство дает возможность вести работу над одним ТП сразу нескольким сотрудникам, при данные всегда остаются актуальными. Можно дополнительно осуществлять проверку данных ТП на актуальность, и нормоконтроль.

### **3.2 Методы проектирования**

Одним из методов проектирования, который предлагает САПР ТП Вертикаль - это проектирование на основе техпроцесса-аналога. В системе присутствует такая характеристика, как многозадачность, то есть возможность работать сразу с несколькими технологическими процессами. Благодаря такой характеристике после поиска ТП, имеющего какие-нибудь общие особенности с проектируемым в данный момент технологическим процессом, возможно копировать целые части технологических процессов.

Так же существенно облегчает технологу работу библиотека часто повторяемых технологических решений. Сразу после внедрения на производстве САПР ТП Вертикаль со всеми необходимыми и достаточными системами-спутниками такая библиотека будет иметь мало преимуществ перед ручным поиском нужной информации. Но по истечении какого-то времени, когда библиотека заполнится достаточными статистическими данными по предприятию, она станет незаменимым помощником, в особенности молодым и неопытным технологам.

Библиотека конструкторско-технологических элементов (КТЭ) содержит множество типовых планов обработки типовых конструкторских элементов, а также множество алгоритмов для синтеза компонентов библиотеки. Любое изделие можно представить как совокупность типовых КТЭ. Для каждого такого элемента существует множество типовых планов его получения. САПР ТП Вертикаль в автоматическом режиме подбирает типовые планы обработки для любого выбранного пользователем КТЭ. Пользователю также необходимо указать определенные параметры или величины КТЭ, после чего система предложит список рекомендуемых планов обработки, из которых пользователь сам выбирает подходящий.

Самый простой метод проектирования – в режиме диалога. В этом случае активно используются базы данных системы.

Интерфейс САПР ТП Вертикаль показан на рисунке 19.

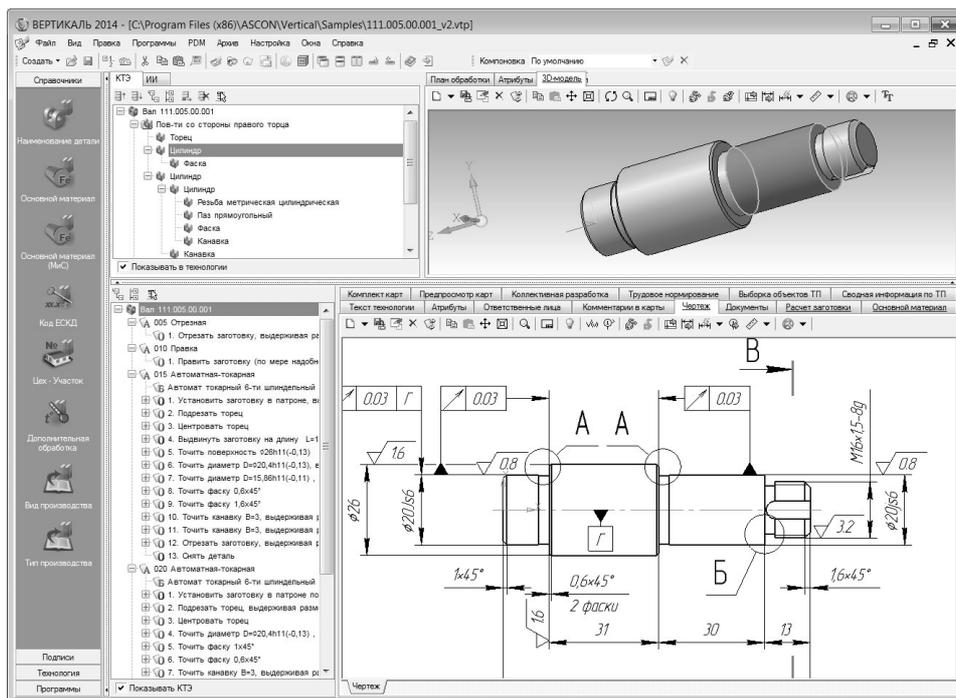


Рисунок 19 – Интерфейс САПР ТП Вертикаль

### 3.3 Технологический процесс изготовления детали

Рассмотрим пример составления технологического процесса изготовления детали в САПР ТП Вертикаль.

Итак, необходимо скомпоновать комплект технологической документации для ТП изготовления детали «Вал». 3D модель детали приведена на рисунке 20.

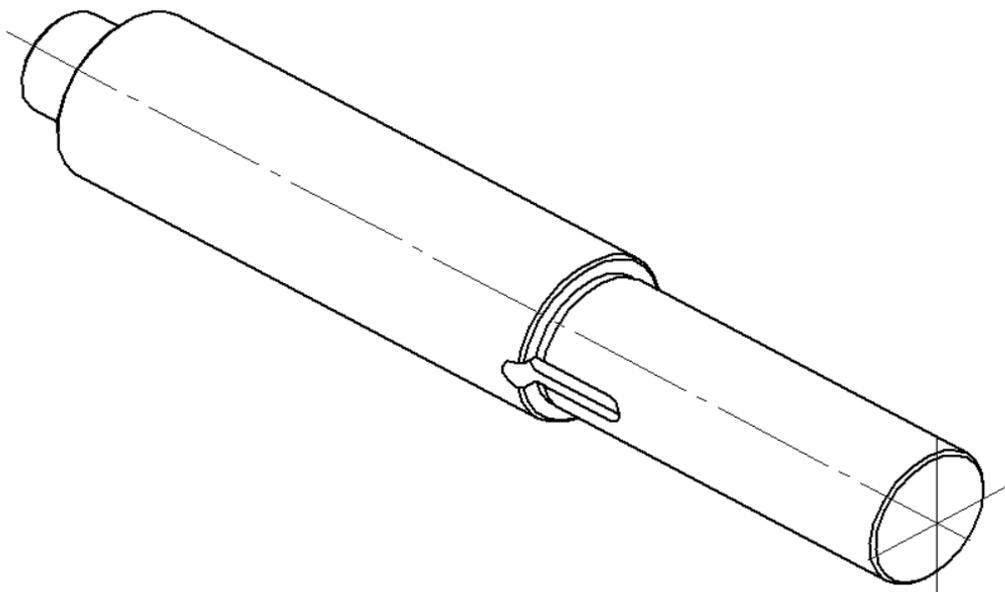


Рисунок 20 – 3D модель детали «Вал»

Запишем алгоритм составления ТП изготовления детали в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ:

- 1) Запуск программы.
- 2) Создание ТП.

Для создания технологического процесса изготовления детали выберем «Файл/Создать/ТП на деталь», как показано на рисунке 21.

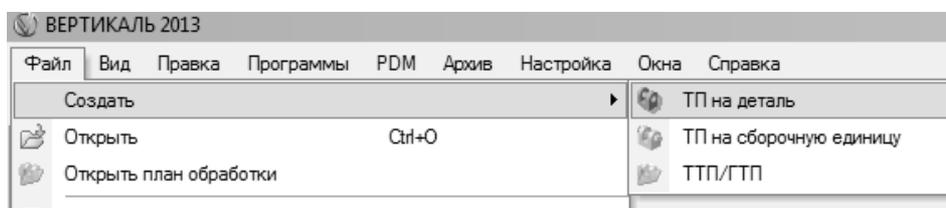


Рисунок 21 – Создание ТП на деталь

- 3) Заполнение исходных данных о ТП.

В открывшемся окне необходимо заполнить данные о создаваемом ТП, как показано на рисунке 25.

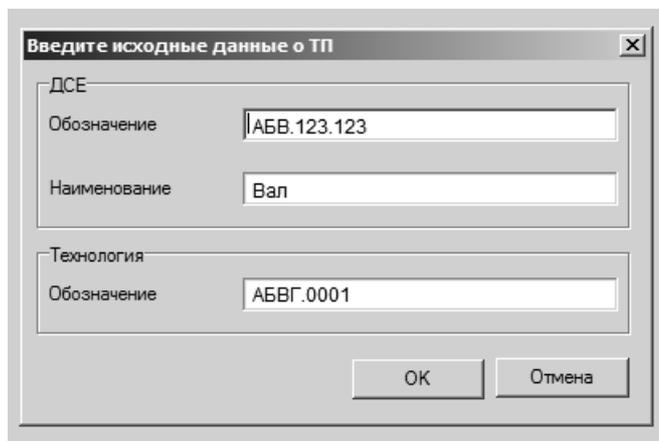


Рисунок 22 – Ввод данных о ТП

4) Сохранение ТП.

5) Импорт конструкторской информации о детали.

Существует три способа загрузки данных о детали:

1) Из 3D-модели.

Для этого следует загрузить заранее созданную в системе КОМПАС 3D трехмерную модель, используя вкладку «3D-модель» в правой верхней части окна программы (Рисунок 23).

После успешной загрузки трехмерной модели следует нажать на «Получить данные с документа» (Рисунок 24). Таким образом все данные модели будут импортированы с параметрической модели детали в систему.

2) Из чертежа.

Импорт данных из чертежа детали выполняется аналогичным первому способу образом в правой нижней части окна во вкладке «Чертеж» (Рисунок 23). На рисунке 26 изображено окно программы с загруженными 3D-моделью и чертежом детали.

3) Вручную во вкладке атрибуты.

На рисунке 26 показана вкладка «Атрибуты» с заполненными данными о детали.

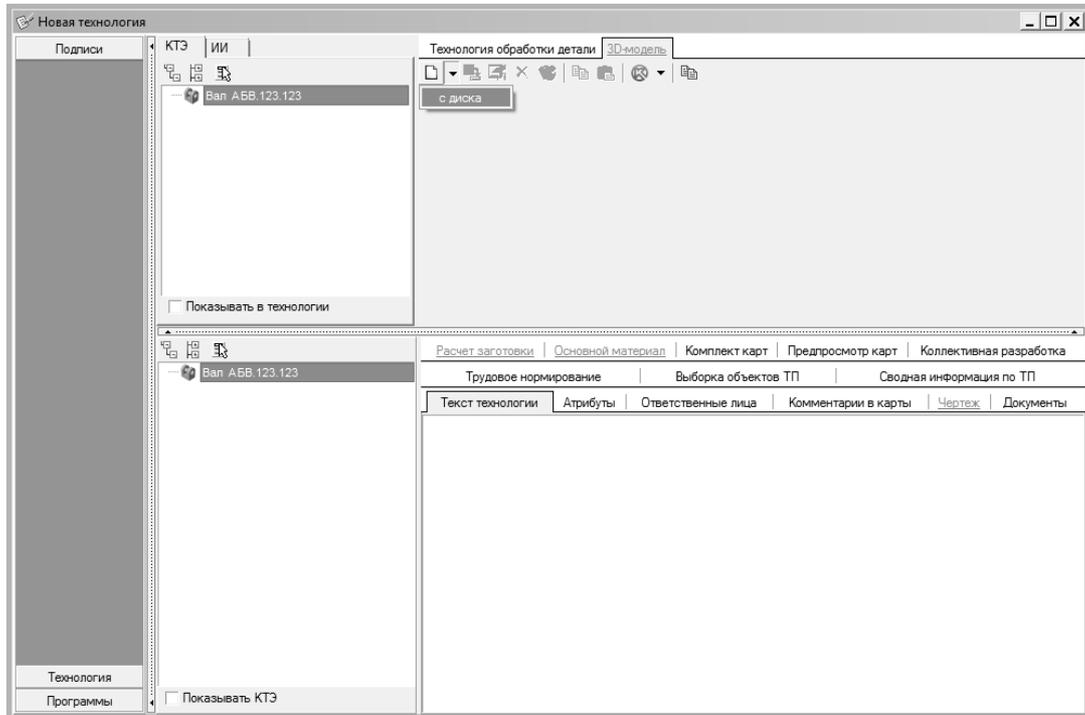


Рисунок 23 – Загрузка 3D-модели с диска

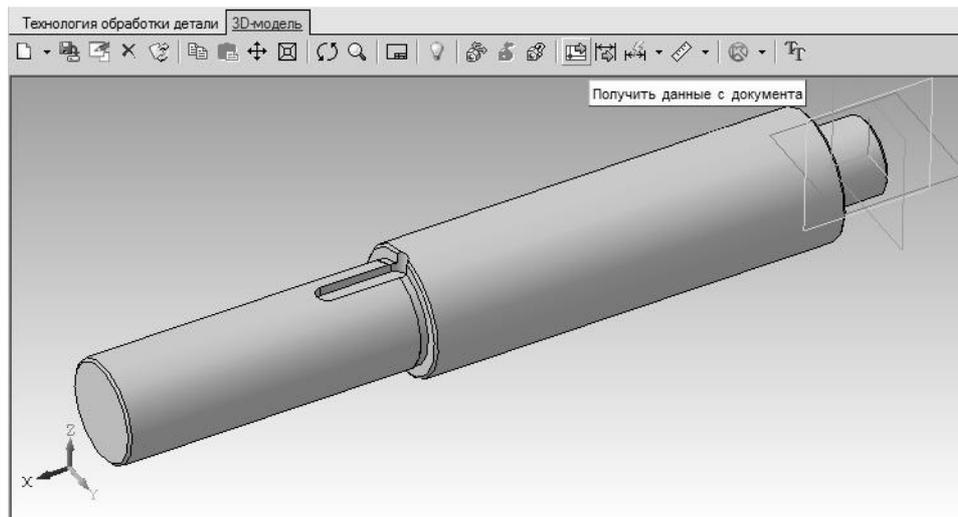


Рисунок 24 – Импорт данных с 3D-модели

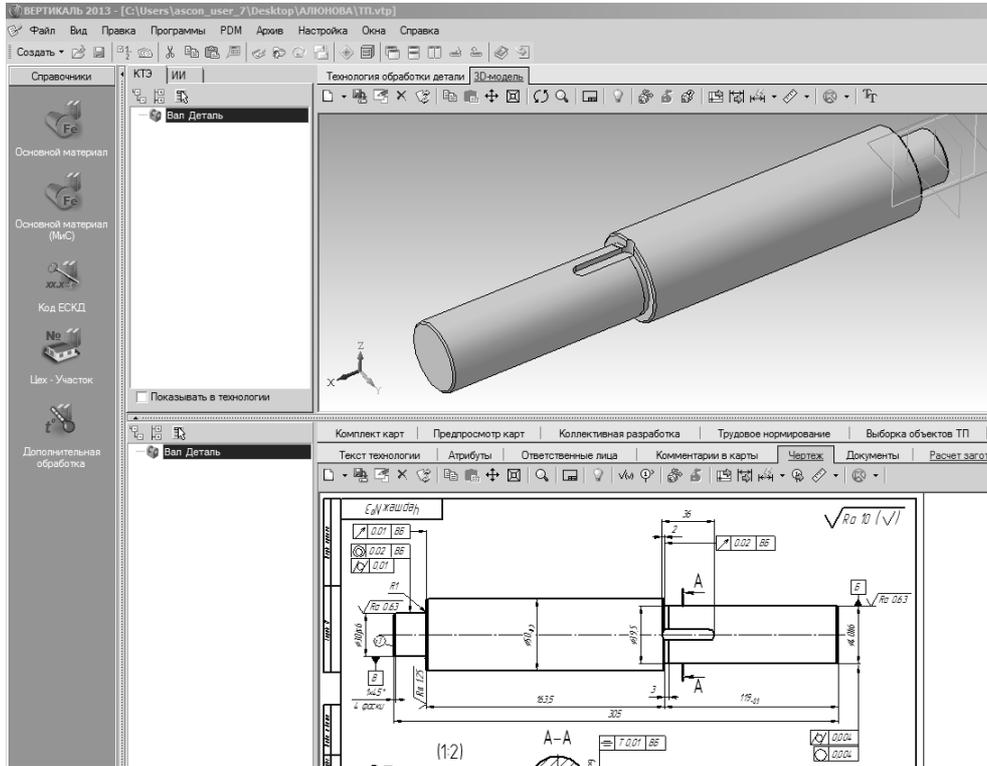


Рисунок 25 – Открытое окно программы с загруженными трехмерной моделью и чертежом

Утвердил - Дата	
<b>Информация о ДСЕ</b>	
Обозначение изделия	АБВ-987-16
Обозначение ДСЕ	Деталь
Наименование ДСЕ	Вал
Код ДСЕ	
Масса	3,795
Объем ДСЕ	0,000485045
Длина	305
Диаметр (Высота детали)	50
Ширина детали	50
Обозначение тех. док.	АБВГ.8765.16
<b>Заготовка</b>	
Вид заготовки	Штамповка
Основной материал	Круг 56 ГОСТ 2590-88 / Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
Марка материала	Сталь 40Х
ГОСТ на материал	ГОСТ 4543-71
Сортамент	Круг г/катаный
ГОСТ на сортамент	ГОСТ 2590-88
Разм. заготовки	
Основной размер	56
Код группы материалов	01.03.01
ЕН	1

Рисунок 26 – Вкладка «Атрибуты»

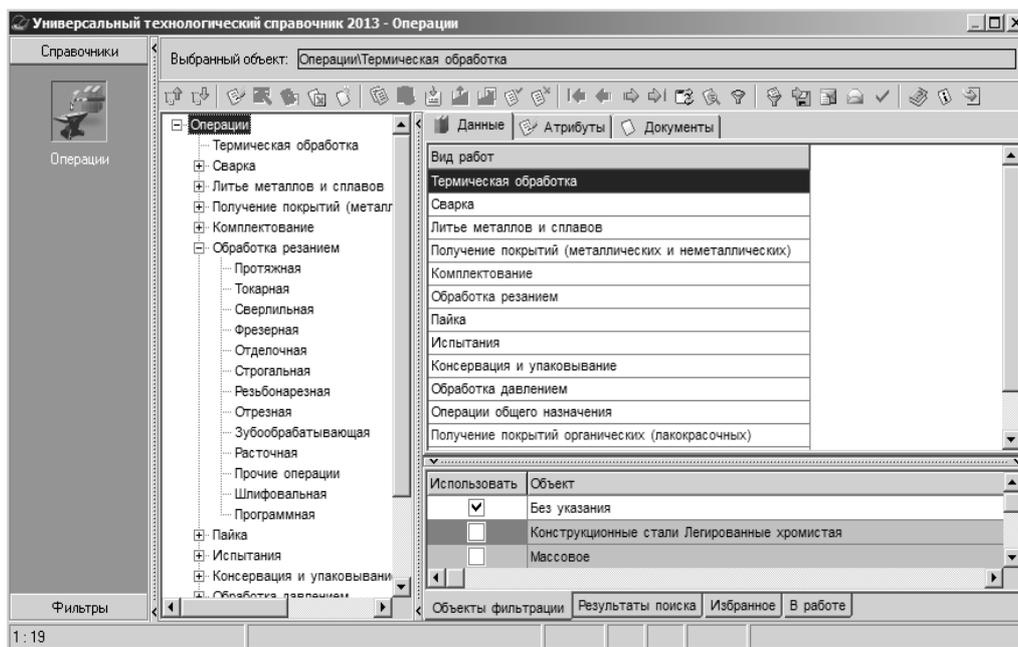


Рисунок 28 – Универсальный технологический справочник. Операции

#### б) Добавление операций

Для создания первой операции необходимо нажать правой кнопкой мыши на название детали в дереве ТП и выбрать пункт «Добавить операцию» (Рисунок 27).

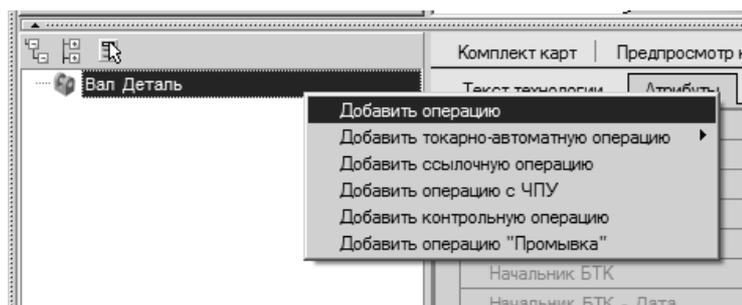


Рисунок 27 – Добавление первой операции

В новом окне должен открыться универсальный технологический справочник (УТС), принцип работы с которым интуитивно понятен. Из списка нужно выбрать необходимый вид работ и нажать на зеленую галочку.

Аналогичным образом в дерево ТП добавляются все операции. На рисунке 28 показан выстроенный маршрут ТП.

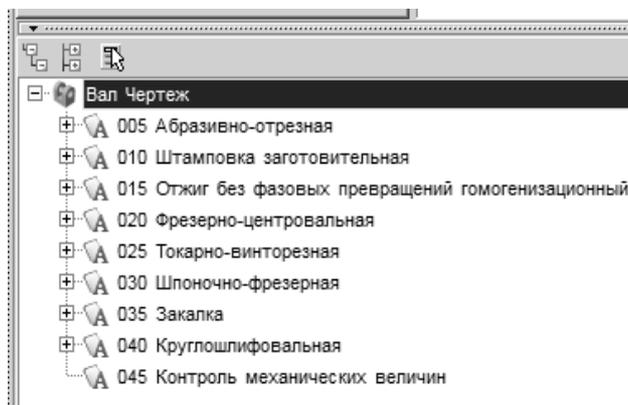


Рисунок 28 – Маршрут ТП изготовления детали «Вал»

### 7) Добавление основного перехода.

Для добавления основного перехода операции следует кликнуть на операцию правой кнопкой мыши, в контекстном меню выбрать «добавить/основной переход» (Рисунок 29).

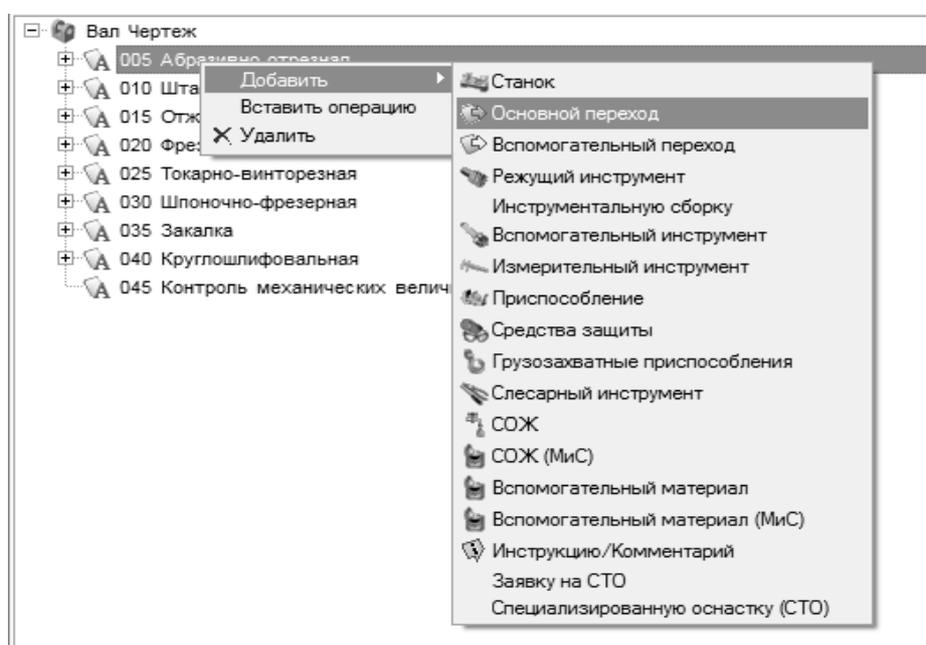


Рисунок 29 – Добавление основного перехода

В открывшемся окне УТС выбрать нужную операцию (Рисунок 30)

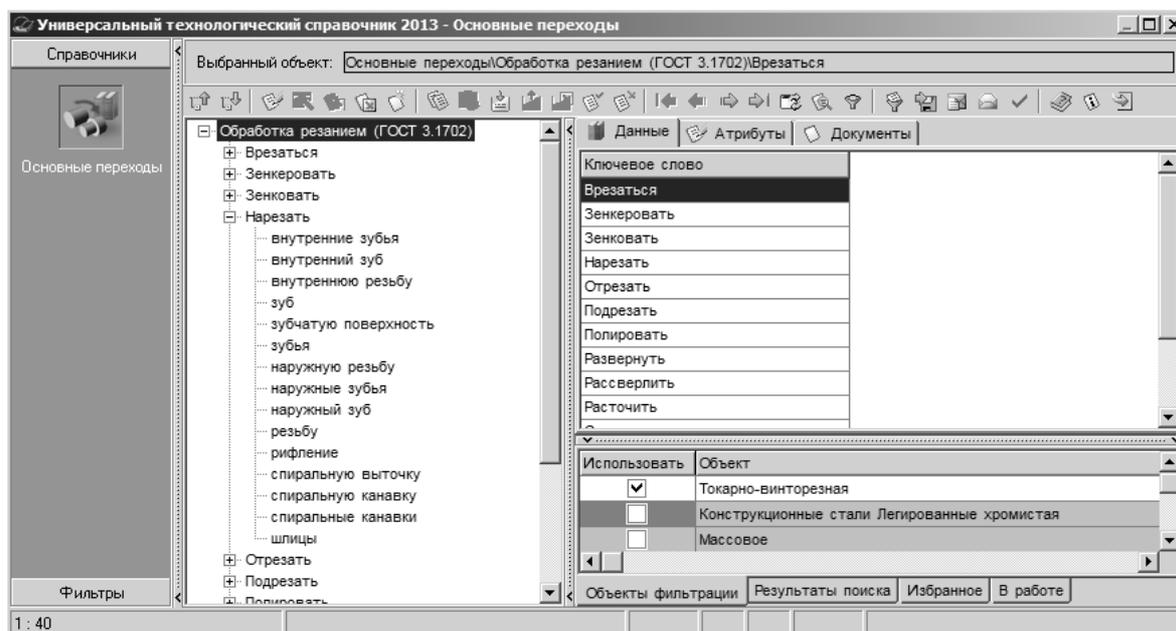


Рисунок 30 – Универсальный технологический справочник. Основные переходы

#### 8) Добавление необходимых элементов операции.

Аналогично предыдущему пункту через контекстное меню, для каждой операции добавляются вспомогательные переходы, оборудование и другие необходимые характеристики, такие как информация о применяемой СОЖ, СИЗ. Контекстное меню показано на рисунке 31.

Таким образом, каждая операция заполняется основными и вспомогательными переходами, станками, технологическим оснащением. На рисунке 32 представлен пример заполнения операции «Токарно-винторезная»

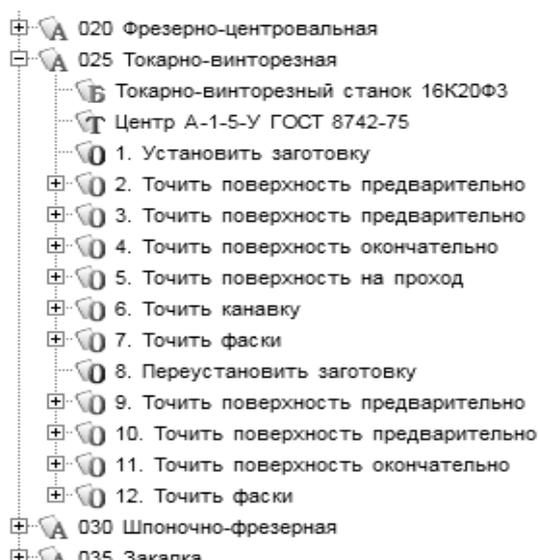


Рисунок 31 – Операция «Токарно-винторезная»

### 9) Добавление необходимых элементов переходов.

Если для каждого отдельного перехода дополнительно используется технологическая оснастка, отличная от общей для операции, следует для таких переходов выбрать дополнительное технологическое оснащение. Также в переходы добавляют информацию о режущих инструментах, измерительных инструментах. (Рисунок 32).

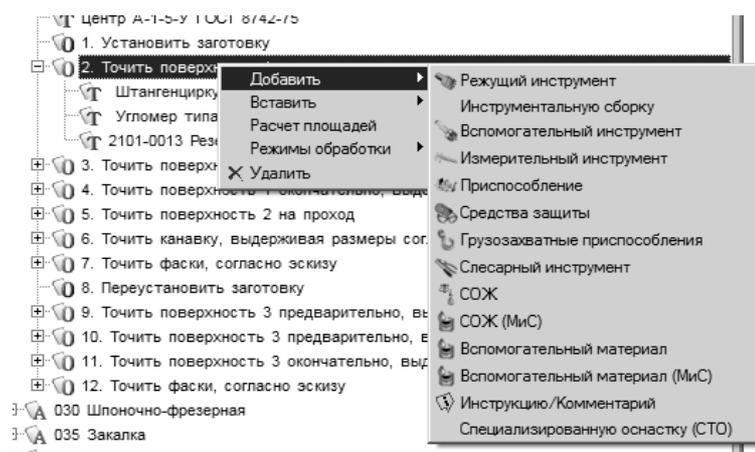


Рисунок 32 – Контекстное меню перехода

### 10) Добавление эскизов к операциям.

Для каждой операции эскиз добавляется отдельно. В правой нижней части экрана во вкладке «Эскиз» следует нажать на «с диска» (Рисунок 33), после чего выбрать заранее готовый эскиз из файловой системы компьютера. Загруженный эскиз представлен на рисунке 36.

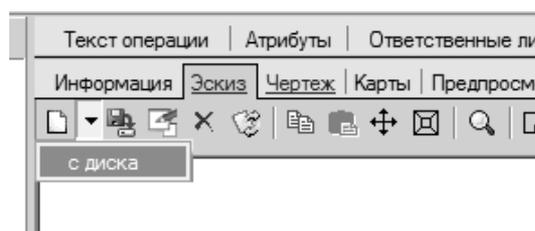


Рисунок 33 – Загрузка эскиза к операции

### 11) Редактирование текста переходов.

При необходимости можно отредактировать тексты переходов в соответствии со стандартами ЕСТД, как это описано в параграфе 1.8. Редактирование текста перехода осуществляется во вкладке «Текст перехода» в правой нижней части окна (Рисунок 34)



Рисунок 34 – Вкладка «Текст перехода»

На рисунке 35 представлен ТП с отредактированными переходами и загруженным эскизом для операции «Токарно-винторезная».

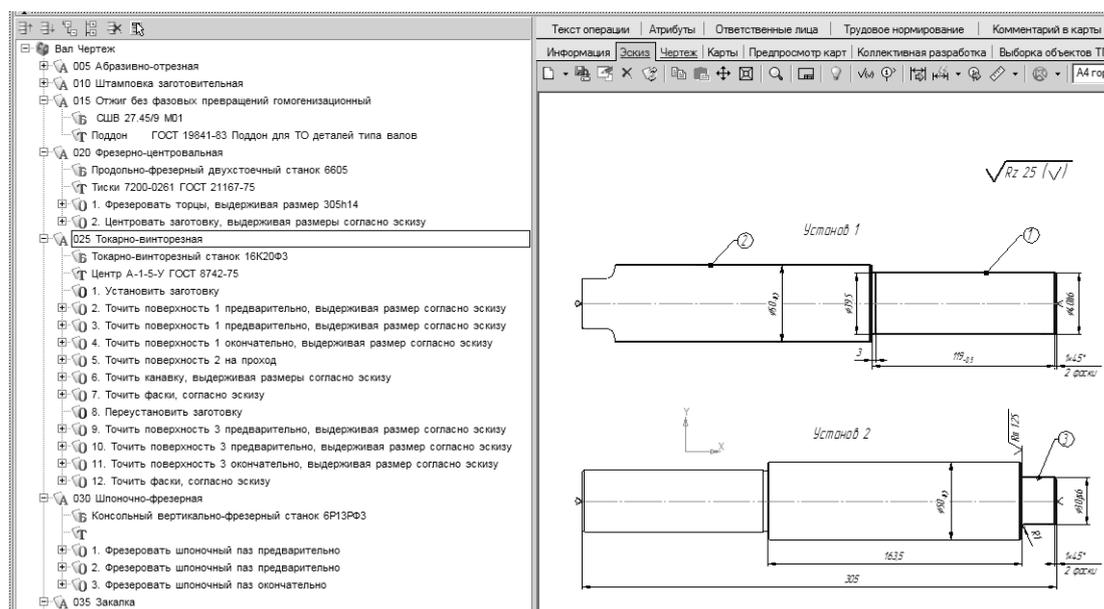


Рисунок 35 – Эскиз, добавленный к операции «Токарно-винторезная»

## 12) Расчет технологических режимов.

Для расчета режимов резания обязательно должны быть выбраны материал детали, инструмент и материал режущей части инструмента, металлорежущий станок.

Также обязательно для каждого режущего инструмента должен быть добавлен код блока расчета. Для этого необходимо:

- 1) нажать на режущий инструмент, для которого выбирается код блока расчета;
- 2) нажать на «Код блока расчета» в меню «Справочники» в левой части окна программы (Рисунок 36);
- 3) в открывшемся окне универсального технологического справочника выбрать необходимый блок расчета в зависимости от вида обработки (Рисунок 36).

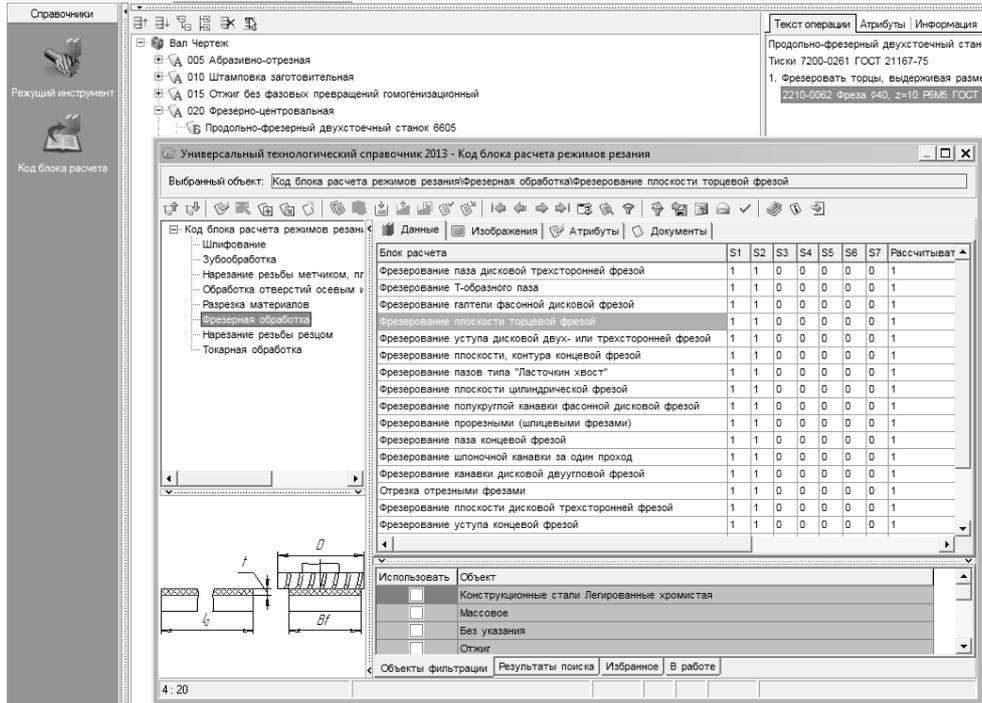


Рисунок 36 – Универсальный технологический справочник. Код блока расчета режимов резания

Расчетная программа вызывается через контекстное меню режущего инструмента нажатием пункта «Добавить режимы резания» (Рисунок 37).

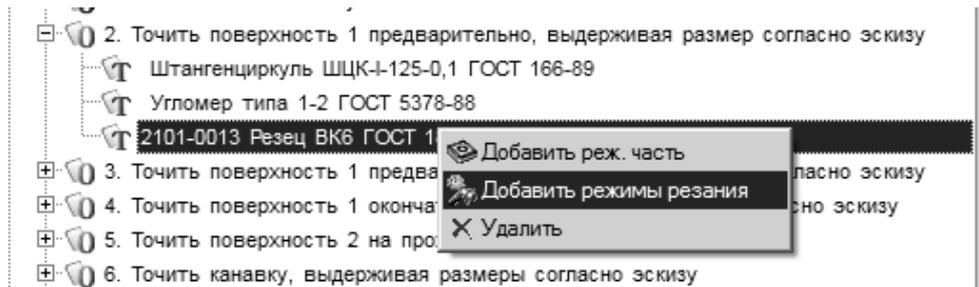


Рисунок 37 – Добавление режимов резания

В открывшемся окне необходимо прописать данные для расчета режимов резания, такие как припуск, глубина резания, чистота обработки и другие (Рисунок 38).

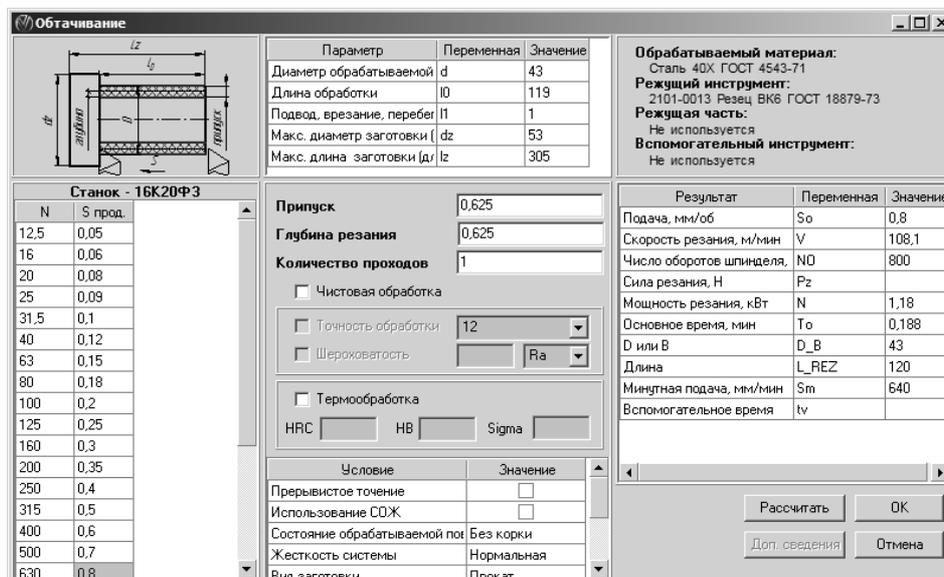


Рисунок 38 – Окно расчета режимов резания

На рисунке 39 показаны рассчитанные режимы резания, прописанные в дереве ТП.

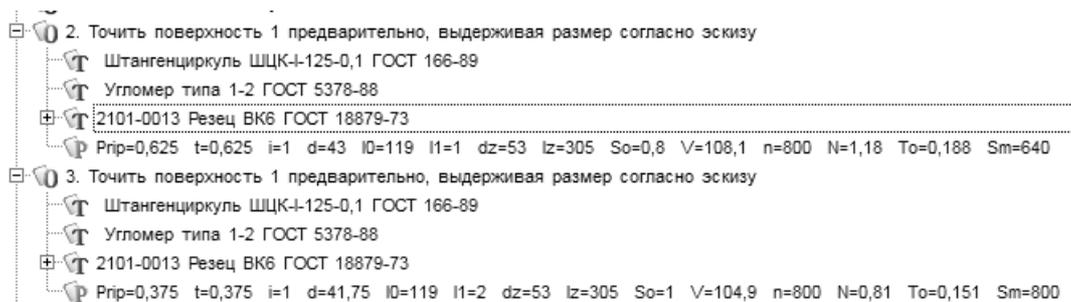


Рисунок 39 – Часть дерева ТП с прописанными режимами резания

### 13) Добавление параметров технологических документов.

Перед компоновкой комплекта технологической документации следует добавить в них недостающие параметры. В дереве ТП должна быть выбрана деталь. Тогда во вкладке «Комплект карт» в правой нижней части окна программы отображается список технологических карт на ТП (Рисунок 40)

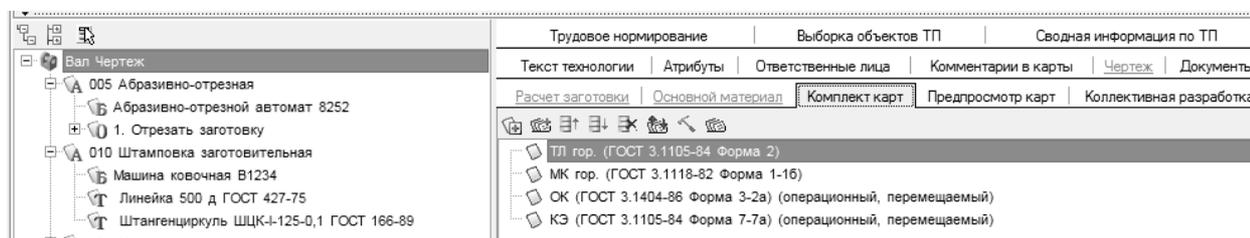


Рисунок 40 – Вкладка «Комплект карт»

При нажатии на какую-нибудь карту правой кнопкой мыши открывается контекстное меню (Рисунок 41), в котором нужно выбрать пункт «Параметры». Например, для ТЛ в открывшемся окне можно изменить параметры, представленные на рисунке 42.

#### 14) Формирование карт технологических документов.

Комплект технологической документации компонуется автоматически, после нажатия кнопки «Формирователь карт ВЕРТИКАЛЬ» на главной панели инструментов (Рисунок 43).

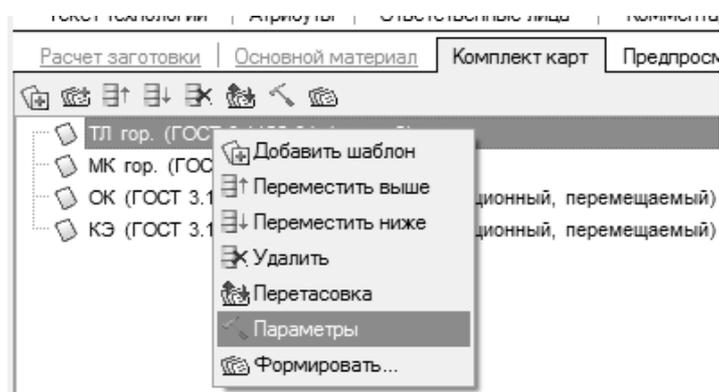


Рисунок 41 – Изменение параметров технологических карт

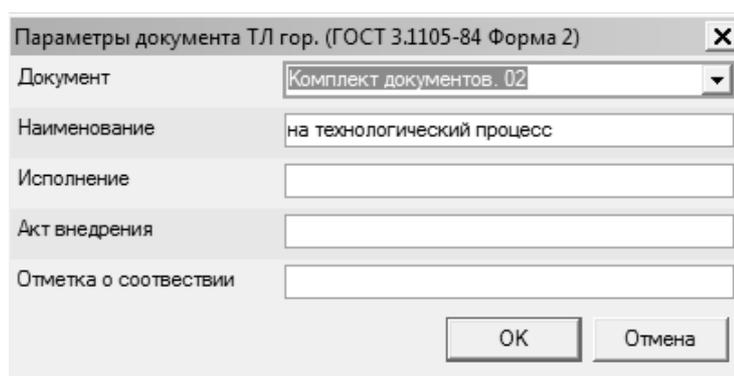


Рисунок 42 – Изменение параметров ТЛ

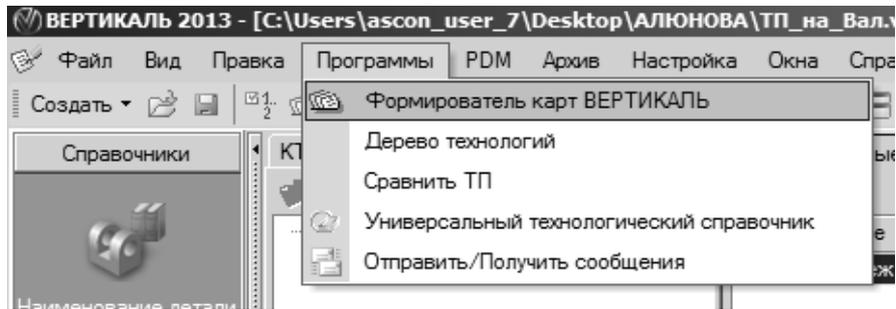


Рисунок 43 – Формирователь карт ВЕРТИКАЛЬ

Примеры документов из автоматически скомпонованного САПР ТП Вертикаль комплекта технологических документов можно увидеть на рисунках 5, 9, 12, 13 в 6 разделе пособия.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приборостроение является стремительно развивающейся областью науки и техники. Во всем мире быстрым темпом идет переход от ручного труда человека к повсеместной автоматизации. Предприятиям требуются квалифицированные специалисты, и все чаще это именно молодые инженеры, обученные автоматизированному технологическому проектированию. Современное производство нуждается в подготовленных специалистах, способных быстро и качественно решать вопросы, как технические, так и экономические и организационные. Одним из таких вопросов является создание технологического процесса изготовления детали.

Использование системы САПР ТП Вертикаль в учебном процессе несет в себе множество плюсов:

- система является показательным примером современной САПР ТП;
- достаточно легко осваивается;
- в свободном доступе содержится достаточно обучающей информации;
- бесплатная учебная версия программы;
- интеграция с КОМПАС 3D и многими другими САД системами;
- комплекс, разработанный АСКОН, успешно внедрен на многие крупные и не только предприятия Российской Федерации и др.

В данном методическом пособии были выделены наиболее важные моменты оформления технологических документов для обучения студентов Университета ИТМО. Также подробно описана последовательность разработки ТП конкретного изготовления изделия САПР ТП Вертикаль.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АСУ	Автоматизированная система управления
АСУП	Автоматизированная система управления предприятием
ВМ	Ведомость материалов
ВО	Ведомость оснастки
ВТД	Ведомость технологических документов
ЕСТД	Единая система технологической документации
КК	Комплектовочная карта
КН	Карта наладки
КЭ	Карта эскизов
КТП	Карта технологического процесса
КТЭ	Конструкторско-технологических элементов
МК	Маршрутная карта
НСИ	Нормативно-справочная информация
ОК	Операционная карта
ОКПДТР	Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов
САПР	Системы автоматизированного проектирования
СИЗ	Средства индивидуальной защиты
СОЕВС	Система обозначений единиц величин и счета
СОЕИ	Система обеспечения единства измерений
СОЖ	Смазочно-охлаждающая жидкость
СПИД	Станок, приспособление, инструмент, деталь
ТЗ	Техническое задание
ТИ	Технологическая инструкция
ТИС	Технологическая интегрированная среда
ТЛ	Титульный лист
ТП	Технологический процесс
ТПП	Технологическая подготовка производства
УОВ	Установка опреснения воды

УТС	Универсальный технологический справочник
ЧПУ	Числовое программное управление
СААР	Computer Aided Assembly Planning
CAD	Computer-Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAPP	Computer Aided Process Planning
ERP	Enterprise Resource Planning
MDM	Master Data Management
PDM	Product Data Management
PLM	Product Lifecycle Management

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 3.1001 – 2011 – Единая система технологической документации. Общие положения. – Взамен ГОСТ 3.1001-81; введ. 2012-01-01. – Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Стандартиформ, 2011. – 8 с.
2. Маталин, А.А. Технология машиностроения : учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / А.А. Маталин. – Л. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
3. ГОСТ 3.1109 – 82 – Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий. – Взамен ГОСТ 3.1109 –73; введ. 1983-01-01. – М. : Издательство стандартов, 2012. – 98 с.
4. ГОСТ 3.1102 – 2011 – Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов. Общие положения. – Взамен ГОСТ 3.1102 – 81; введ. 2012-01-01. – Москва: Стандартиформ, 2011. – 7 с.
5. ГОСТ 3.1103 – 2011 – Единая система технологической документации. Основные надписи. Общие положения. – Взамен ГОСТ 3.1103 – 82; введ. 2012-01-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Стандартиформ, 2011. – 21 с.
6. ГОСТ 3.1105 – 84. – Единая система технологической документации. Форма и правила оформления документов общего назначения. – Москва: Стандартиформ, 2006. – 22 с.
7. ГОСТ 3.1118 – 82. – Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 97 с.
8. ГОСТ 3.1702 – 79 – Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием. – Москва: Издательство стандартов, 2001. – 19 с.
9. ГОСТ 3.1404 – 86 – Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием. – ИПК Издательство стандартов, 2003. – 216 с.
10. ГОСТ 3.1128-93 – Единая система технологической документации. Общие правила выполнения графических технологических документов. – Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1994. – 29 с.
11. ГОСТ 3.1105 – 84 – Единая система технологической документации. Форма и правила оформления документов общего назначения. – Москва: Стандартиформ, 2006. – 21 с.

12. Кондаков, А.И. САПР технологических процессов: учеб. / А.И. Кондаков. – 3-е изд. стер. – М.: Академия, 2010. – 268 с.
13. Корпорация «Вектор альянс» [Электронный ресурс]: Сайт – М., 1986 – 2015. – Режим доступа: <http://www.tehnopro.com/>, свободный.
14. Компания SDI-Solution [Электронный ресурс]: Сайт – М., 2010–2016. – Режим доступа: <http://sdi-solution.ru/index.php/produkty/sapr-tp-timeline>, свободный.
15. Куликов, Д.Д. Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства / Часть 7. Системы проектирования технологических процессов: учебно-методическое пособие / Д.Д. Куликов, Е.И. Яблочников, В.С. Бабанин. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2011. – 136 с.
16. Группа компаний ADEM [Электронный ресурс]: Сайт – М., 1994—2012. – Режим доступа: <http://www.adem.ru/>, свободный.
17. Компания АСКОН [Электронный ресурс]: Сайт – Санкт-Петербург, 1989—2016. – Режим доступа: <http://machinery.ascon.ru/software/tasks/items/?prcid=8&prpid=420>, свободный.
18. Компания АСКОН, Азбука Вертикаль [Электронный ресурс]. – 106 с. – Режим доступа: [http://edu.ascon.ru/source/info\\_materials/vertical\\_2014/azbuka\\_vertical\\_2014.pdf](http://edu.ascon.ru/source/info_materials/vertical_2014/azbuka_vertical_2014.pdf), свободный. – (23.05.2016).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 - Операции и группы операций обработки резанием

Группа операций	Оборудование (станки)	Операция
Автоматно-линейная	Автоматические линии	Автоматно-линейная
Агрегатная	Агрегатные	Агрегатная
Долбежная	Долбежные	Долбежная
Зубообрабатывающая	Зубофрезерные, зубострогальные, зубошлифовальные и др.	Зубодолбежная, зубозакругляющая, зубонакатная, зубообкатывающая, зубоприрабатывающая, зубопритирочная, зубопротяжная, зубострогальная, зуботокарная, зубофрезерная, зубохонинговальная, зубошевинговальная, зубошлифовальная, Специальная зубообрабатывающая, Шлиценакатная, Шлицестрогальная, Шлицефрезерная
Комбинированная	Сверлильно-фрезерные и др.	Комбинированная
Отделочная	Хонинговальные, суперфинишные, доводочные, полировальные	Виброабразивная, Галтовка, Доводочная, Опиловочная, Полировальная, Притирочная,

Продолжение таблицы 1

		Суперфинишная, Хонинговальная
Отрезная	Отрезные	Абразивно-отрезная, Ленточно-отрезная, Ножовочно-отрезная, Пило-отрезная, Токарно-отрезная, Фрезерно-отрезная
Программная	Станки с ЧПУ	Расточная с ЧПУ, Сверлильная с ЧПУ, Токарная с ЧПУ, Фрезерная с ЧПУ, Шлифовальная с ЧПУ
Протяжная	Протяжные	Вертикально-протяжная, Горизонтально-протяжная
Расточная	Расточные	Алмазно-расточная, Вертикально-расточная, Горизонтально-расточная, Координатно-расточная
Резьбонарезная	Гайконарезные, резьбофрезерные и др.	Болтонарезная, Гайконарезная, Резьбонакатная
Сверлильная	Сверлильные	Вертикально-сверлильная, Горизонтально-сверлильная, Координатно-сверлильная, Радиально-сверлильная, Сверлильно-центровальная
Строгальная	Строгальные	Поперечно-строгальная, Продольно-строгальная
Токарная	Токарные, токарно- винторезные, многорезцовые и др.	Автоматная токарная, Вальцетокарная, Лоботокарная,

Продолжение таблицы 1

		<p>Резьботокарная,          Специальная токарная,          Токарно-бесцентровая,          Токарно-винторезная,          Токарно-затыловочная,          Токарно-карусельная,          Токарно-копировальная,          Токарно-револьверная,          Торцеподрезная центровая</p>
Фрезерная	Фрезерные (кроме зубо- и резьбофрезерных)	<p>Барабанно-фрезерная,          Вертикально-фрезерная,          Горизонтально-фрезерная,          Гравировально-фрезерная,          Карусельно-фрезерная,          Копировально-фрезерная,          Продольно-фрезерная,          Резьбофрезерная,          Специальная фрезерная,          Универсально-фрезерная,          Фрезерно-центровая,          Шпоночно-фрезерная,</p>
Шлифовальная	Шлифовальные (кроме зубошлифовальных)	<p>Бесцентрово-шлифовальная,          Вальцешлифовальная,          Внутришлифовальная,          Заточная,          Карусельно-шлифовальная,          Координатно-шлифовальная,          Круглошлифовальная,          Ленточно-шлифовальная,          Обдирочно-шлифовальная,          Плоскошлифовальная,          Резьбошлифовальная,          Торцешлифовальная,          Центрошлифовальная,          Шлифовальная специальная,          Шлифовально-затыловочная,          Шлицешлифовальная</p>

Таблица 2 - Дополнительная информация

Рекомендуемые ключевые слова технологических переходов	Вальцевать, врезаться, галтовать, гравировать, довести, долбить, закруглить, заточить, затыловать, зенкеровать, зенковать, навить, накатать, нарезать, обкатать, опилить, отрезать, подрезать, полировать, притирать, приработать, протянуть, развернуть, развальцевать, раскатать, рассверлить, расточить, сверлить, строгать, суперфинишировать, точить, хонинговать, шевинговать, шлифовать, цековать, центровать, фрезеровать
Рекомендуемые ключевые слова вспомогательных переходов	Выверить, закрепить, настроить, переустановить, переустановить и закрепить, переустановить, выверить и закрепить, переместить, поджать, проверить, смазать, снять, установить, установить и выверить, установить и закрепить, установить, выверить и закрепить
Наименования предметов производства, обрабатываемых поверхностей и конструктивных элементов	Буртик (сокр. бурт.), буртики, выточка (сокр. выт-ка), выточки, галтель (сокр. галт), галтели, деталь (сокр. дет.), детали, заготовка (сокр. загот.), зуб, зубья, канавка (сокр. канав.), канавки, контур (сокр. к-р), конус (сокр. кон.), лыска (сокр. л-ка), лыски (сокр. л-ки), отверстие (сокр. отв.), отверстия, паз, пазы, поверхность (сокр. поверх.), поверхности, пружина (сокр. пруж.), пружины, резьба (сокр. р-ба), рифление (сокр. рифл.), ступень (сокр. ступ.), сфера, торец (сокр. т-ц), торцы (сокр. т-цы), фаска (сокр. ф-ка), фаски (сокр. ф-ки), червяк (сокр. черв.), цилиндр (сокр. цил.)
Дополнительная информация об особенностях обрабатываемых элементов	Внутренняя (сокр. внутр.), глухое (сокр. глух.), кольцевая (сокр. кольц.), коническая (сокр. конич.), криволинейная (сокр. криволин.), наружная (сокр. нар.), сквозное (сокр. сквозн.), спиральная (сокр. спир.), ступенчатая (сокр. ступенч.), уплотнительная (сокр. уплотн.), фасонная (сокр. фасон.), шлицевый (сокр. шлиц.), шпоночный (сокр. шпон.), Т-образный, «Ласточкин хвост»
Рекомендуемые термины для	Окончательно (сокр. оконч.), одновременно (сокр. одновр.), по копиру (сокр. по копир.), по программе

описания особенности обработки	(сокр. по прогр.), последовательно (сокр. посл.), предварительно (сокр. предв.), с подрезкой торца (сокр. с подрез. торц.), с подрезкой торцов (сокр. с подрез. торцев), согласно чертежу (сокр. согл. чер.), согласно эскизу (сокр. согл. эск.)
--------------------------------------	--

Андреев Юрий Сергеевич  
Ведяков Алексей Алексеевич  
Жесткова Анна Андреевна  
Пыркин Антон Александрович  
Третьяков Сергей Дмитриевич  
Шаветов Сергей Васильевич  
Юрьева Радда Алексеевна

## **Методика оформления технологической документации в САПР "Вертикаль"**

**Учебно-методическое пособие**

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

**Редакционно-издательский отдел**  
**Университета ИТМО**  
197101, Санкт-Петербург, Кронверский пр., 49