ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»

Кафедра Конструирования и производства радиоэлектронных средств_

Утверждаю
Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент

«____» _____ 201 года

ЛЕКЦИЯ

по дисциплине «САПР технологических процессов производства электронных средств»

Тема №2 Основные методы проектирования технологических процессов

Занятие № 3 Исходная информация о детали и представление условно-постоянной информации в САПР ТП

Обсуждена на заседании кафедры
Протокол № ___ от
«____» _____ 201 года

Санкт-Петербург

2018

I. Учебные цели

1. Изучить классификацию и кодирование информации о детали.
2. Дать студентам понятие о представлении данных в САПР ТП.

II. Воспитательные цели

1. Воспитание чувства ответственности за качественное освоение изучаемой дисциплины.
2. Поднять творческую составляющую обучения.

III. Расчет учебного времени

Содержание и порядок проведения лекции	Время, мин
Вступительная часть. Основная часть (текст лекции) Учебные вопросы: 1. Исходная информация о детали. 1.1. Классификация и кодирование информации о детали. 1.2. Таблица кодированных сведений. 1.3. Формализованный язык описания деталей. 2. Представление условно-постоянной информации в САПР ТП. 2.1. Представление данных в САПР. 2.2. Представление знаний в САПР. Заключение.	3
Заключительная часть	2

IV. Литература

1. Технология производства электронных средств: учебное пособие / О.А. Воронина, В.А. Лобанова. – Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2016.
2. Сайт «Спрут-технология». https://www.sprut.ru/products-and-solutions.
3. Долгов Е. Н. Современные САПР ТП и основные направления их совершенствования (статья).

V. Учебно-материальное обеспечение

Наглядные пособия (схемы):

1. Наглядные пособия: Слайды.
2. ТСО: ПЭВМ, мультимедиа-проектор

VI. Текст лекции

Введение

Проектирование – одна из важнейших сфер инженерной деятельности, звено, связывающее научное исследование и практическую реализацию. Проектирование соответствует *информационному процессу, в котором осуществляется преобразование входной информации о проектируемом объекте, состоянии знаний в рассматриваемой области, предыдущем или аналогичном опыте проектирования в выходную информацию в виде проектных документов*, выполненных в заданной форме и содержащих проектные решения или результаты проектирования.

Технологическая подготовка производства – второй этап после проектирования в цикле разработки нового изделия. Целью его является создание проекта производственного процесса и его технологического обеспечения на основе проекта изделия. Информация, создаваемая в инженерных службах ТПП, должна отвечать на вопрос – как должно изготавливаться изделие, чтобы оптимизировать технико-экономические показатели деятельности предприятия, его выпускающего. Эта информация создает базис нормативно-технических данных, необходимых для организации управления предприятием. Поэтому от качества информации, создаваемой в ТПП и отражаемой в технологической документации, в значительной степени зависит эффективность производства и качество продукции.

1. Исходная информация о детали

Автоматизированное проектирование ТП начинается с анализа чертежа детали. После этого формируется переменная исходная (или входная) информация – информация о детали, для которой необходимо спроектировать ТП. Исходная информация может содержать также сведения о заготовке, если разработка чертежа заготовки не выполняется непосредственно перед проектированием ТП на ЭВМ.

Исходная информация может быть представлена в виде кода, таблицы кодированных сведений или на формализованном языке.

1.1. Классификация и кодирование информации о детали

Классификацией называют разделение множества объектов на подмножества на основе учета общих признаков объектов и закономерных связей между ними. Совокупность методов и правил классификации образует систему классификации.

Признаком классификации называют свойство или характеристику объекта, которые могут принимать качественное или количественное выражение, называемое *значением признака классификации*.

Существует ***два основных метода классификации***: *иерархический и фасетный*. При ***иерархическом методе*** заданное множество объектов последовательно разделяется на подчиненные классификационные группировки. ***Фасетный метод*** предусматривает параллельное разделение множества объектов на независимые классификационные группировки по различным признакам классификации.

С классификацией непосредственно связан процесс кодирования.

Код – совокупность знаков (символов) и система определенных правил, при помощи которых информация может быть представлена в виде набора символов для передачи, обработки и хранения.

Кодирование – преобразование информации в код.

Процесс кодирования выполняется на основе *классификаторов*, которые представляют собой *упорядоченный перечень наименований объектов классификации, признаков классификации и классификационных группировок и их кодовых обозначений*.

С целью создания единой системы конструкторско-технологической классификации деталей разработан «Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения». *Процесс кодирования* деталей заключается в *присвоении детали цифрового кода классификационной характеристики ее конструктивных признаков, дополненного буквенно-цифровыми кодами основных технологических признаков*.

По ГОСТ 2.201-80 устанавливается структура конструкторского кода, состоящего из 13 знаков, представленная на рисунке 1.

Рис. 1. Структура конструкторского кода

Четырехзначный буквенный *код организации-разработчика* назначается по *кодификатору организаций - разработчиков*.

Код классификационной характеристики присваивается по *классификатору ЕСКД* и имеет структуру, представленную на рисунке 2.

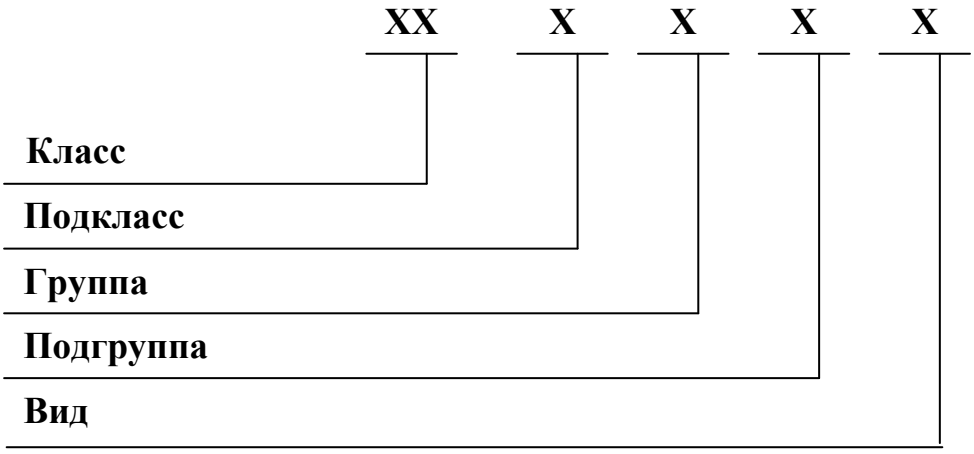

Рис. 2. Структура кода классификационной характеристики.

Классификатор ЕСКД содержит 99 классов. Например, класс 21 объединяет приборы и устройства для измерения.

Класс классификатора ЕСКД ***46*** */ Общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов /* ***Средства радиоэлектронные управления, связи, навигации и вычислительной техники.***

Классы 71 – 76 содержат коды деталей машиностроения и приборостроения. При их классификации *учитываются геометрическая форма, функциональное назначение, конструктивные особенности*.

Класс 76 включает детали технологической оснастки и инструмента.

По технологическому классификатору ***технологический код подразделяется на основной и дополнительный*** и имеет следующую структуру, представленную на рисунке 3.

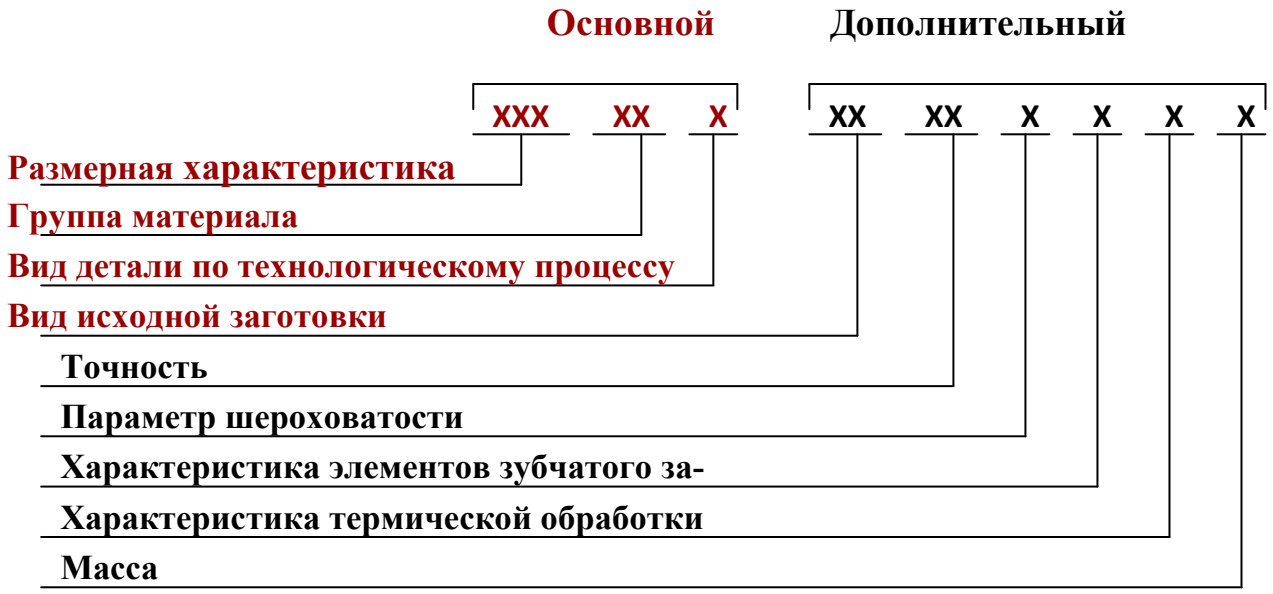

Рис. 3. Структура технологического кода.

Код классификационной характеристики определяет назначение и геометрию детали, а *технологический код уточняет геометрию, материл, вид заготовки, термической обработки*. Эти два кода объединяются как ***КТК – конструкторско-технологический код***, и он может использоваться при проектировании ТП по аналогу для нахождения детали-аналога и при автоматизированном проектировании ТП на основе типизации.

Структура полного конструкторско-технологического кода детали, составленного из обозначения детали по ГОСТ 2.201-80 и технологического кода, имеет вид, представленный на рисунке 4

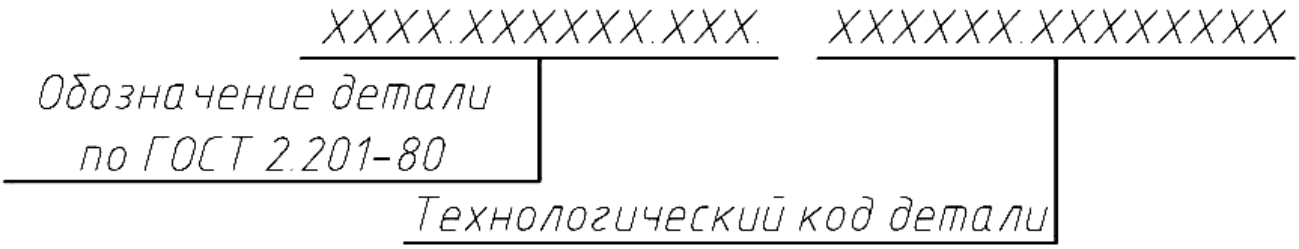

Рис. 4. Структура полного конструкторско-технологического кода детали.

Пример 1. Формирование конструкторско-технологического кода детали по чертежу.

Задание: сформировать конструкторско-технологический код детали «вал шлицевый» (рисунок 5), обрабатываемой резанием.

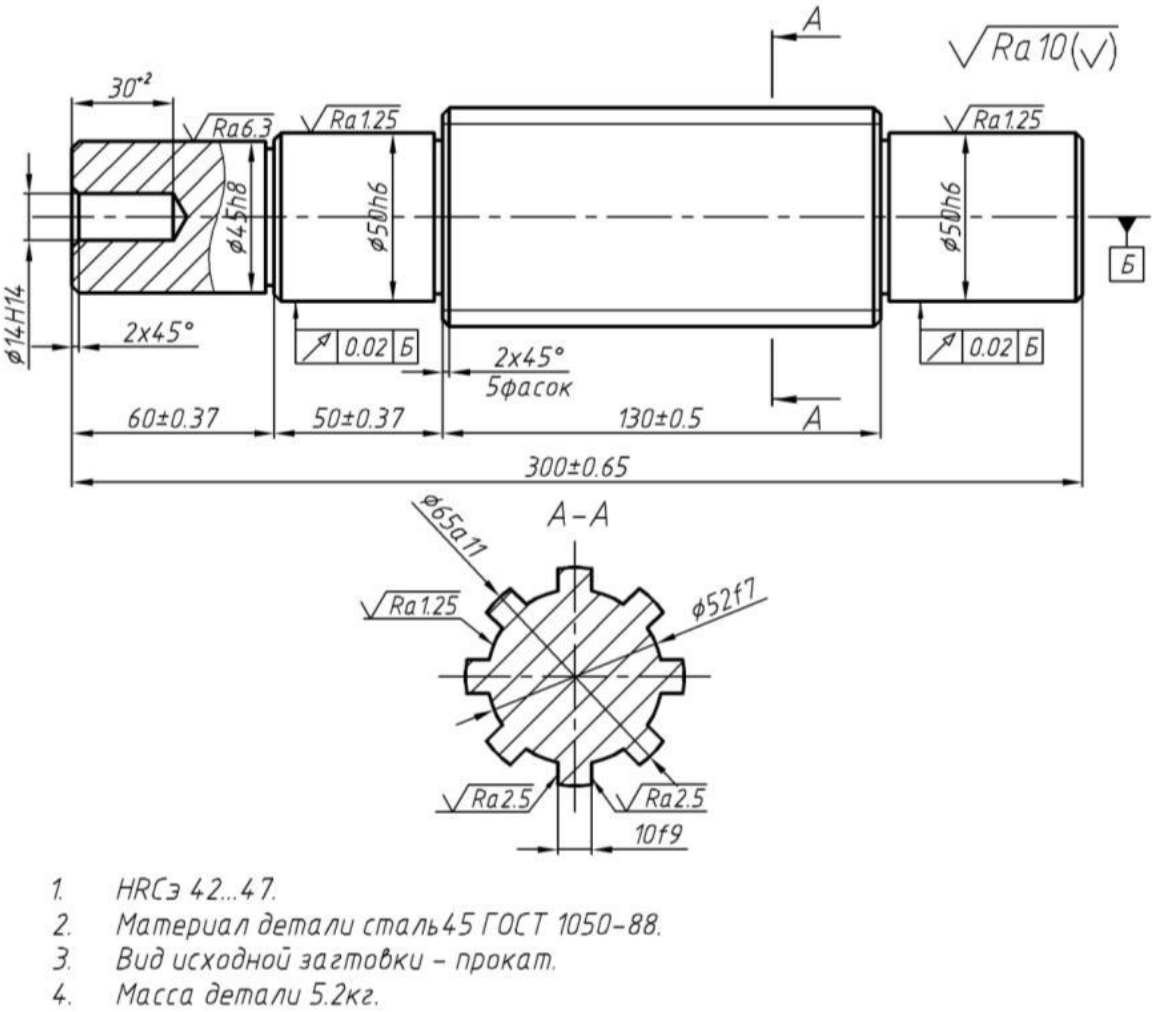

Рис. 5 – Чертёж детали.

Для формирования конструкторско-технологического кода детали составляем таблицу 1.

Таблица 1

Расшифровка конструкторско-технологического кода детали

Номер знака	**Признак**	**Содержание признака**	**Код признака**
1,2	Класс	Деталь — тело вращения	71
3	Подкласс	Наружная цилиндрическая поверхность, *L*/*D* свыше 2	5
4	Группа	Без закрытых уступов, ступенчатая, двусторонняя без наружной резьбы	4
5	Подгруппа	С центральным глухим отверстием	2
6	Вид	Со шлицами, без отверстий вне оси детали	3
7,8,9	Размерная характеристика, мм	Наибольший наружный диаметр — 65мм, длина — 300мм, диаметр отверстия — 14мм	9ИЗ

10, 11	Группа материала	Сталь 45, углеродистая, конструкционная	04
12	Вид детали по технологическому методу	Деталь, обрабатываемая резанием	4
13, 14	Вид исходной заготовки	Пруток круглый, некалиброванный	31
15, 16	Квалитет точности	Наружных поверхностей — 6, внутренних— 14	41
17	Отклонение формы и расположения поверхностей	Радиальное биение (при отсутствии требований по этому параметру кодируется минимальный параметр шероховатости *Ra)*	8
18	Степень точности	Допуск радиального биения 0,02 мм на диаметре 50 мм относится к 6-й степени точности	4
19	Вид дополнительной обработки	Термообработка *HRCЭ* 42...47	4
20	Характеристика массы	Масса детали 5,2 кг	Г

Ответ. Конструкторско-технологический код детали: **715423.9ИЗ044.3141844Г.**

Пример 2. Описание конструктивно-технологических признаков детали по конструкторско-технологическому коду.

Задание: Описать конструктивно-технологические признаки детали по конструкторско-технологическому коду. Код детали- **721325 ВЖО 124.244446Г.**

Решение. Описание конструктивно-технологических признаков детали осуществляется путем декодирования и укрупненного анализа смыслового значения признаков по таблицам задачника. Решение примера представим в виде таблицы 2. Ответ. Таблица 2.

Пример описания конструктивно-технологических признаков детали по ее коду.

Признак	**Код признака**	**Содержание признака**
Класс	72	Деталь — тело вращения
Подкласс	1	С элементами зубчатого зацепления
Группа	3	Цилиндрическая, одновенцовая с модулем свыше 1 мм
Подгруппа	2	С неконсольным зубчатым венцом
Вид	5	Без центрального отверстия с модулем свыше 4,0 до 10 мм включительно со шлицами на наружной поверхности
Размерная характеристика, мм	ВЖО	Наибольший наружный диаметр 120-150, длина 200-250 мм, диаметр центрального отверстия —
Группа материала	12	Сталь конструкционная легированная
Технологический метод изготовления	4	Деталь, обрабатываемая резанием

Вид исходной заготовки	24	Штамповка объемная, некалиброванная
Квалитет точности	4	Точность поверхностей ITB — IT5
Параметр шероховатости	4	Параметр шероховатости поверхности свыше 0,32 до 2,5
Степень точности	4	Степень точности формы и расположения поверхностей 8—6
Вид дополнительной обработки	6	С термической обработкой *HRCЭ* свыше 53,5 без покрытия
Характеристика массы	г	Масса детали свыше 4,0 до 10 кг

1.2. Таблица кодированных сведений

Описание детали в виде таблицы ближе к машинной форме хранения информации. ***Таблица кодированных сведений (ТКС)*** – это *несколько массивов, объединяющих информацию о различных свойствах детали*. *Поверхностям детали присваиваются номера от левого крайнего торца к крайнему правому торцу*.

Массив представляет множество строк по числу элементарных поверхностей детали. Каждая ***строка*** состоит из столбцов, описывающих свойства поверхностей: форму, размер, точность размеров, шероховатость, относительное расположение. Посредством одной ТКС создается одна строка описания, а полное описание детали состоит из ***пяти разновидностей ТКС***.

ТКС 1–используется однократно, содержит три столбца (ячейки): обозначение, наименование и материал детали. Ячейки отделяются наклонной чертой «/».

ТКС 2–однократно для общих сведений о детали: твердость, точность неуказанных предельных отклонений, неуказанная шероховатость.

ТКС 3 заполняется для каждой поверхности и содержит номер поверхности, код формы поверхности, размеры поверхностей.

ТКС 4 заполняется в случае наличия у поверхности особенностей. Например, если задано отклонение расположения поверхности относительно других.

ТКС 5–при отсутствии явно заданной длины и для указания габаритной длины детали.

ТКС содержит полную информацию о детали и применяется при автоматизированном или автоматическом проектировании на основе типизации, синтеза.

1.3. Формализованный язык описания деталей

Описание детали на одном из первых формализованном языке, предложенным В.Д. Цветковым, включает следующие ***группы данных***:

- **А**. Наименование и обозначение детали.
- **Б**. Общие сведения о детали.
- **В**. Сведения об элементарных поверхностях.
- **Д**. Данные о форме детали.
- **Е**. Сведения о различных связях и технических требованиях.

Описание на формализованном языке более компактно и менее формализовано, чем ТКС, т.е. позволяет произвольное представление данных. Оно содержит также полную информацию о детали и имеет такую же применяемость.

2. Представление условно-постоянной информации в САПР ТП

Условно-постоянная информация может храниться в ***базах данных и в базах знаний САПР ТП.***

2.1. Представление данных в САПР

Данное – разновидность информации, характеризующая какое-то свойство одного объекта. Т.е., *данное – это одно сведение об одном объекте*. Объект имеет много характеристик (свойств, параметров, фактов, сведений), значит, и множество данных.

Данному присваивается *имя,* и определяется *значение* данного. Например, объект *деталь имеет* данные с именами: *обозначение, наименование, вес, материал*. Вместе с присвоенными значениями можно описать конкретную деталь.

Таким же образом можно описать и другие технологические элементы:

Технологический элемент	**Свойства элемента**
Измерительный инструмент	Вид инструмента, Диапазон измерения. Единица измерения, Стоимость
Обрабатываемая поверхность	Вид поверхности (цилиндр, плоскость и т.д.). Положение поверхности (внутренняя, внешняя), Геометрические параметры. Точность, Шероховатость, Материал заготовки.
Деталь	Наименование, Обозначение, Материал, Вес, Общая шероховатость, Твердость
Заготовка	Вид заготовки, Группа точности, Вес заготовки, Общая шероховатость, Твердость.

Данные могут различаться своими значениями и бывают *числовые, символьные (текстовые), логические, дата и время*.

Все разновидности данных можно организовать (т.е. представить и ими управлять), используя базу данных.

Существует несколько способов ввода информации:

- ***Ручной ввод с клавиатуры;***
- ***Выбор информации из справочников базы данных.*** База данных (БД) содержит всю нормативно-справочную информацию, необходимую для процесса проектирования. Это справочники по основному и вспомогательному материалам, операциям, оборудованию переходам, технологической оснастке и др.;
- ***Получение информации в результате расчетов.*** Система снабжена алгоритмами расчета некоторых технологических параметров (масса заготовки, норма расхода материала и др.), и результаты этих расчетов автоматически вставляются в ТП.
- ***Скалывание информации с экрана.*** Этот режим доступен при наличии чертежа или эскиза детали. Скалывать можно любую текстовую информацию, а также значения размеров.

Пример табличного представления данных о сверлах:

Сверла Таблица 3

шифр	код_изгот	стоимость	диаметр	длина	наличие
2300-0187	01	15	7	60	Да
2300-0188	03	17	7,1	60	Нет
2300-0189	02	18	7,2	60	Да

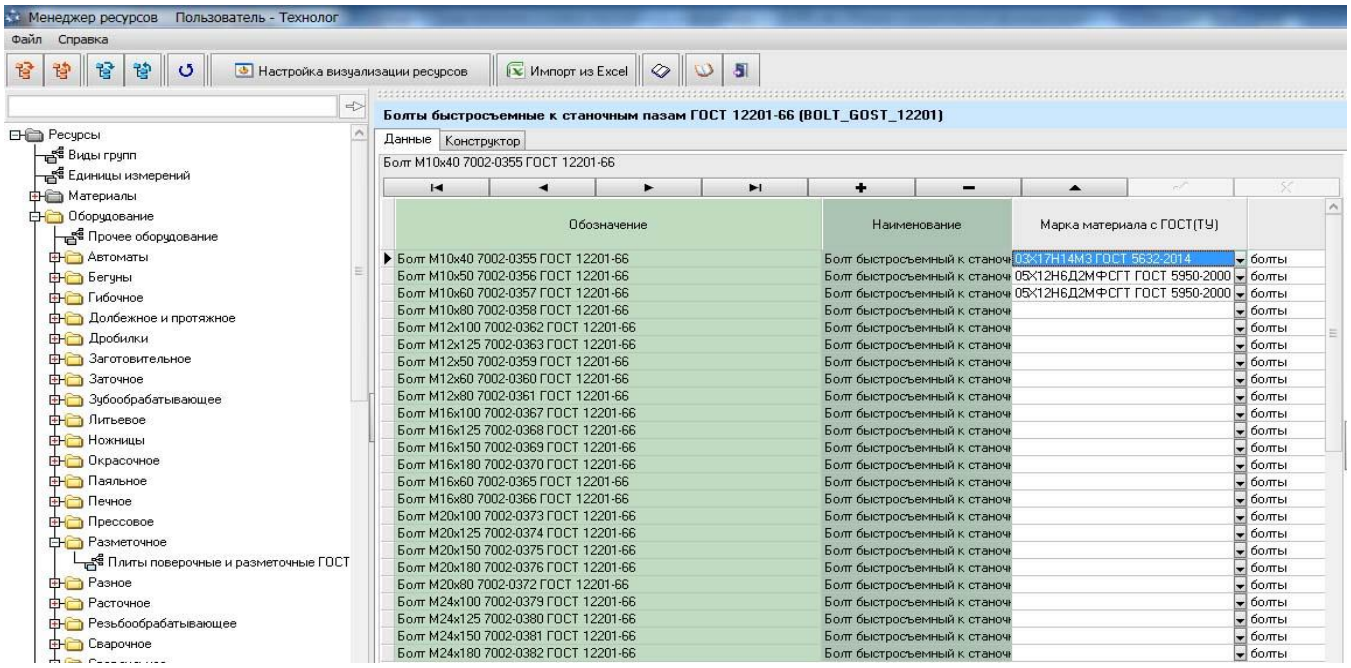

Рис. 6. Вид структуры ресурсов в Менеджере ресурсов СПРУТ-ТП.

Имена данных представлены как *шапки столбцов*, а *значения – в ячейках*. Совокупность значений данных в одной строке соответствует одному сверлу. Одна *строка таблицы – это модель* одного сверла, а вся *таблица–модель ящика* со сверлами. Если объекты в базе данных организованы в виде таблицы, база данных является реляционной. Пример такой базы данных – ACCESS. Для представления условно-постоянной информации в САПР ТП могут использоваться именно такие базы данных.

2.2. Представление знаний в САПР

Знание – это разновидность информации, содержащее умозаключение. Знание должно быть сведением о характере связи разнотипных объектов. Например, как связаны между собой обрабатываемая заготовка и станок, станок и режущий инструмент.

Существует несколько классификаций знаний. При автоматическом проектировании ТП нас интересуют алгоритмические, или процедурные знания. Они представляются, используя правило «ЕСЛИ-ТО». Например:

ЕСЛИ Наименоване=вал, ТО выбирается Вид станка=токарно-винторезный.

Эта информация является знанием, т.к. содержит сведения о связи формы детали и вида станка двух разнотипных объектов– *заготовки и станка*, т.е содержит умозаключение или логический вывод.

Выделяют еще *фактуальные (или декларативные) знания*. Они подобны данным, т.е. характеризуют объект, и их можно представить в базе данных.

Существуют десятки моделей (или языков) представления знаний для различных предметных областей. Большинство из них может быть сведено к следующим классам:

- продукционные модели;
- фреймы.

Продукционная модель, или модель, основанная на правилах. Эта модель позволяет представить знания в виде предложений типа «**Если** (условие), **То** (действие)», т.е алгоритмические знания.

Под «условием» понимается некоторое предложение-образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под «действием» – действия, выполняемые при успешном исходе поиска (они могут быть промежуточными, выступающими далее как условия, и терминальными, или целевыми, завершающими работу системы).

Продукционная модель чаще всего применяется в промышленных экспертных системах. Она привлекает разработчиков своей наглядностью, высокой модульностью, легкостью внесения дополнений и изменений и простотой механизма логического вывода.

Фреймы. Термин «фрейм» (от английского frame, что означает «каркас» или «рамка») был предложен Марвином Минским, одним из пионеров ИИ, в 70-е годы для обозначения структуры знаний и восприятия пространственных сцен. Эта модель имеет глубокое психологическое обоснование.

Фрейм – *это абстрактный образ для представления некоего стереотипа восприятия.*

В психологии и философии известно понятие абстрактного образа. Например, произнесение вслух слова «комната» порождает у слушающих образ комнаты: «жилое помещение с четырьмя стенами, полом, потолком, окнами и дверью, площадью 9–20 м^2». Из этого описания ничего нельзя убрать (например, убрав окна, мы получим уже чулан, а не комнату), но в нем есть «дырки», или «слоты», – это некоторые атрибуты, например, количество окон, цвет стен, высота потолка, покрытие пола и др.

Атрибуты–это данные об объекте, и можно сказать, что фреймы используются для представления *фактуальных* знаний.

В *теории фреймов* такой *образ* комнаты называется *фреймом* комнаты. *Фреймом* также называется и *формализованная модель* для *отображения образа*.

Различают ***фреймы-образцы***, или прототипы, хранящиеся в базе знаний. В них содержатся имена *слотов* и источник значения этого слота. В ***слотах*** указываются имена данных, если данное переменное, или конкретное значение данного, если оно постоянно. Вторая *разновидность фреймов* – ***фреймы-экземпляры***, которые создаются для отображения реальных фактических ситуаций на основе поступающих данных и они содержат уже значения данных.

Модель фрейма является достаточно универсальной и позволяет отобразить все многообразие фактуальных знаний о мире. Фрейм можно представить в виде таблицы 4.

Структура фрейма Таблица 4

Имя фрейма			
Имя слота	***Значение слота***	***Способ получения значения***	***Присоединенная процедура***

В табл. 4 дополнительные столбцы предназначены для описания способа получения слотом его значения и возможного присоединения к тому или иному слоту специальных процедур, что допускается в теории фреймов. В качестве значения слота может выступать имя другого фрейма, так образуются сети фреймов.

Существует несколько способов получения слотом значений во фрейме-экземпляре:

- по умолчанию от фрейма-образца (Default-значение);
- по формуле, указанной в слоте;
- через присоединенную процедуру;
- явно из диалога с пользователем;
- из базы данных.

Основным *преимуществом* фрейма как модели представления *фактуальных знаний* является то, что он *отражает концептуальную основу организации памяти человека, а также ее наглядность*. Фреймы служат для той же цели, что и базы данных, т.е. с их помощью можно моделировать объекты. При этом, *фреймы позволяют представлять сведения о более сложных объектах*, и значения в слотах могут определяться множеством способов.

Заключение

Изучение принципов и признаков классификации изделий в Классификаторе ЕСКД, а так же приобретение практических навыков нахождения в нем кодов классификационных характеристик изделий и конструкторских документов и присвоения обозначений изделиям и конструкторским документам в соответствии с ГОСТ 2.201-80, ГОСТ 2.102-68 является обязательным для инженера конструктора.

К основным нормативным документам относятся:

- ГОСТ 2.201-80 «Обозначение изделий и конструкторских документов»;
- ГОСТ 2.102-68 «Виды и комплектность конструкторских документов»;
- Общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов ОК 012-93 (ОК ЕСКД).

Разработал:
доцент кафедры, к.п.н.

В. Мордовин

«____» _____ 201 года

Рецензировал:

«____» _____ 201 года