

ЛЕКЦИЯ 21: Программирование в стандарте STEP-NC

(Standard for the Exchange of Product model data for NC)

Традиционное программирование станков с ЧПУ и стандарт STEP-NC

Сегодня: ограниченный обмен информацией между инженерными службами и цеховым уровнем

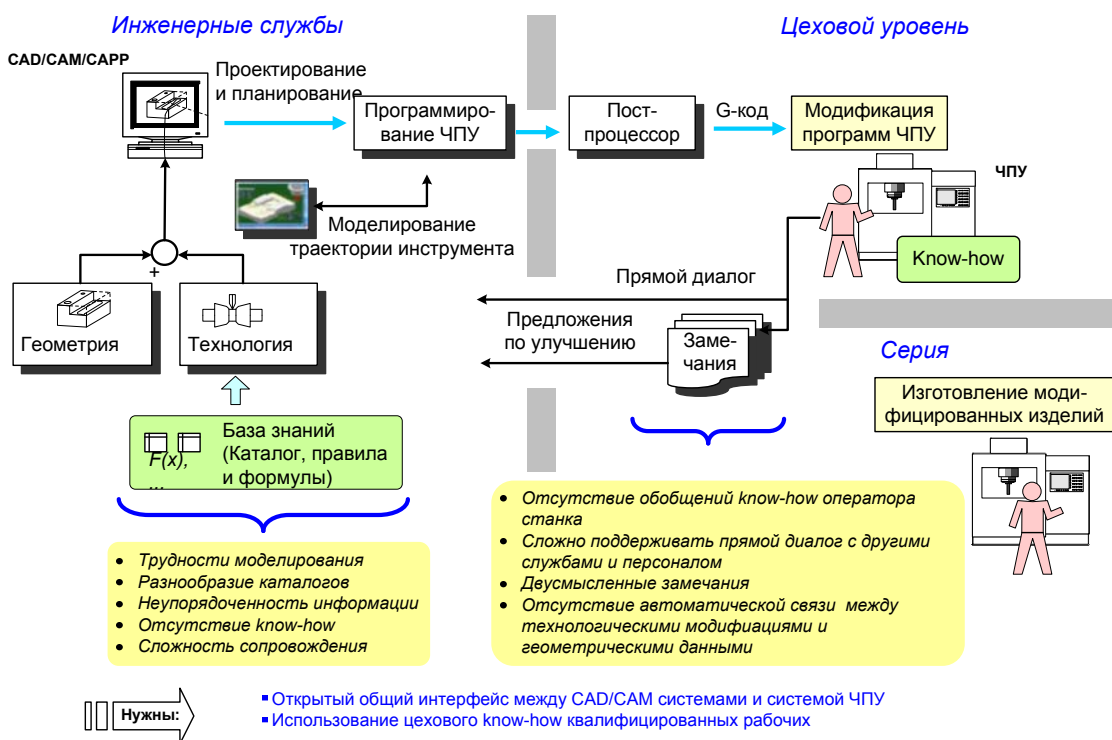


Рис.1. Структура двухстороннего потока информации между инженерными службами и цеховым уровнем

Понятийный аппарат STEP-NC

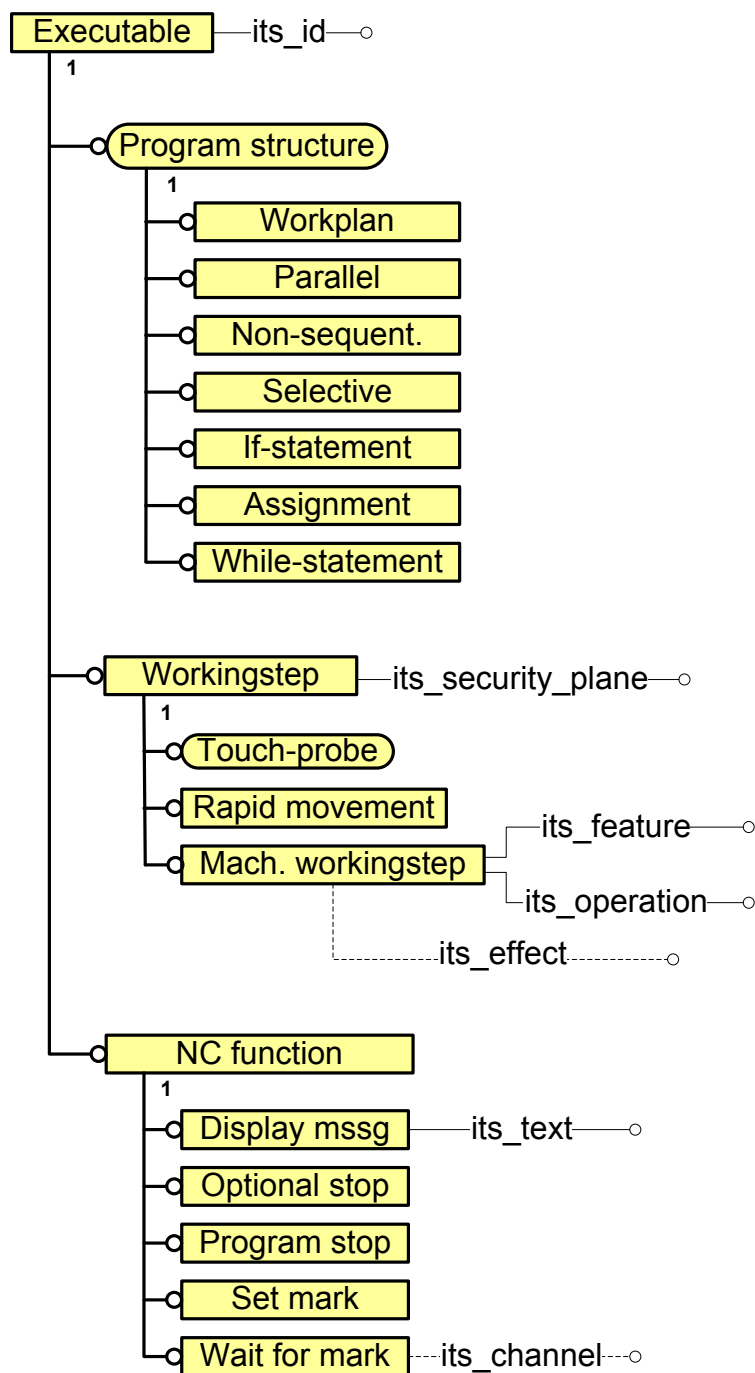


Рис.2. Компоненты управляющей программы ЧПУ соответственно стандарту ISO 14649 в виде набора типовых форм «executables»

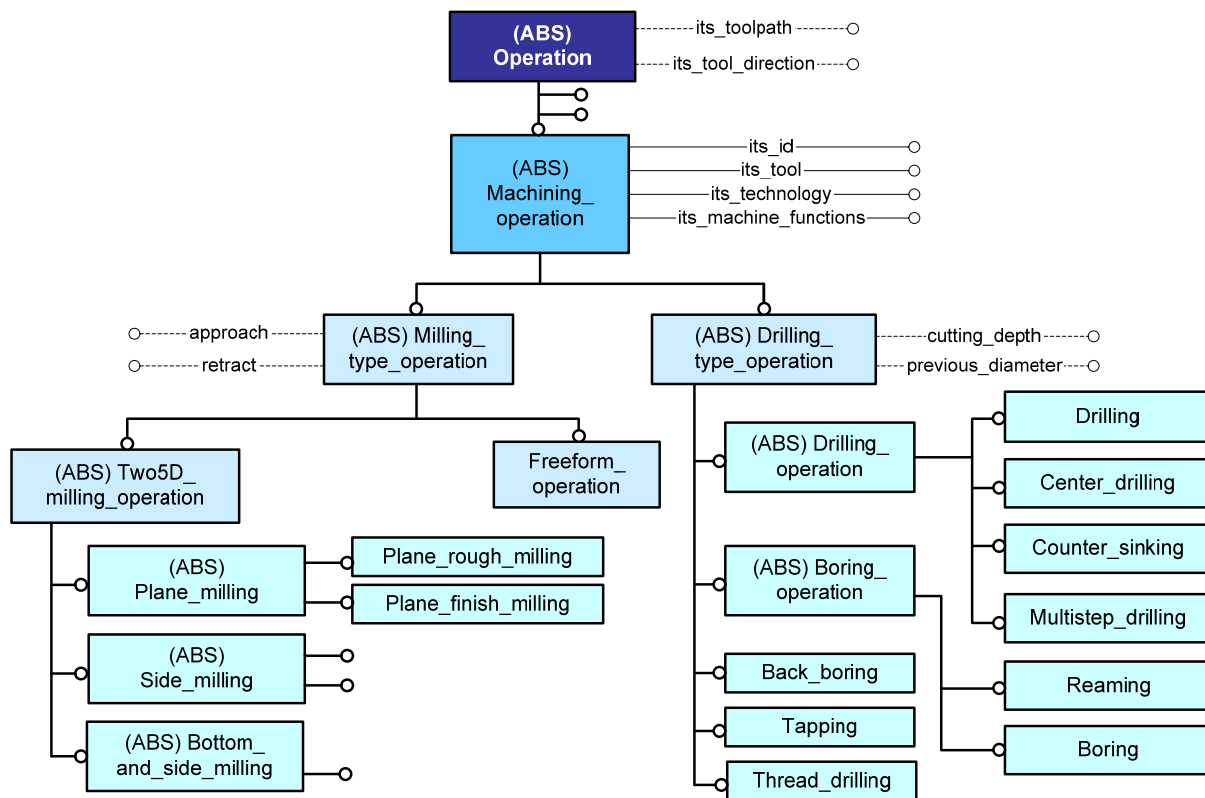


Рис.3. Структура перехода; (ABS) – абстрактный объект; Two5D – обработка типа 2,5D

Язык EXPRESS

```

ENTITY program_structure
ABSTRACT SUPERTYPE OF (ONE OF(workplan, parallel,
non_sequential, selective, if_statement, while_statement,
assignment))
SUBTYPE OF (executable);
END_ENTITY;

ENTITY workplan
SUBTYPE OF (program_structure);
its_elements: LIST[1:?] OF executable;
its_channel: OPTIONAL channel;
its_setup: OPTIONAL setup;
its_effect: OPTIONAL in_process_geometry;
WHERE
WR1: SIZEOF(QUERY(it <* its_elements | it = SELF)) = 0;
END_ENTITY;

```

Представления об EXPRESS и EXPRESS-G

```

SCHEMA machining_schema;
(* Version 4 date: 2001-08-29
* Author: ISO TC184/SC1/WG7
*)
...
END_SCHEMA; (* machining_schema *)

SCHEMA milling_schema;
(* Version 18 date: 01-08-29
* Author: ISO TC184/SC1/WG7
*)

```

```

REFERENCE FROM machining_schema (*ISO14649-10*)
(
machine_functions,
machining_operation,
machining_tool,
...
tool_direction);
...
END_SCHEMA; (* milling_schema *)

```

Элементарные типы

Simple Data Type

Binary
Boolean
Integer
Logical (*TRUE, FALSE* or *UNKNOWN*)
Real
Number (*Integer* or *Real*)
String

Перечисляемые типы

Enumeration
Data Type

Рис. 4. Обозначения типов в языке EXPRESS

Табл. 1. Таблица элементарных типов языка EXPRESS

Элементарные типы	Описание
REAL	Десятичное число. Десятичная точка должна присутствовать, даже если дробная часть равна нулю (например, 2.0).
INTEGER	Целое число.
NUMBER	Произвольное целое или действительное число.
LOGICAL	Значение может быть TRUE, FALSE или UNKNOWN
BOOLEAN	Значение может быть только TRUE или FALSE.
BINARY	Последовательность битов, каждый из которых может быть установлен в 0 или 1.
STRING	Последовательность регистров зависимых символов.

```

ENTITY toolpath
ABSTRACT SUPERTYPE OF (ONEOF(feedstop, trajectory, parameterised_path));
its_priority : BOOLEAN;
its_type : toolpath_type;
its_speed : OPTIONAL toolpath_speedprofile;
its_technology: OPTIONAL technology;
its_machine_functions: OPTIONAL machine_functions;
END_ENTITY;

```

```

TYPE rot_direction = ENUMERATION OF (cw, ccw);
END_TYPE;

```

```

TYPE rvalue = SELECT(nc_constant, nc_variable);
END_TYPE;

```

```

ENTITY workplan
SUBTYPE OF (program_structure);
its_elements: LIST[1:?] OF executable;
its_channel: OPTIONAL channel;
its_setup: OPTIONAL setup;
its_effect: OPTIONAL in_process_geometry;
WHERE
WR1: SIZEOF(QUERY(it <* its_elements | it = SELF)) = 0;
END_ENTITY;

```

Правила трансформации EXPRESS-G моделей формата STEP-NC в UML-модели

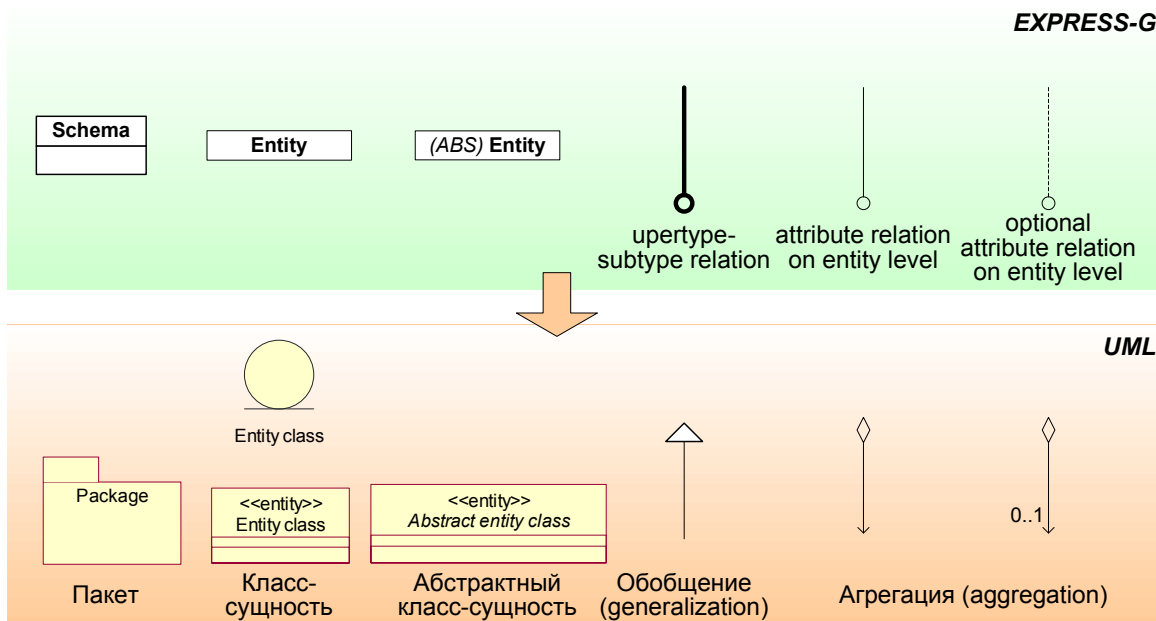


Рис. 5. Формальная замена элементов модели с одинаковой семантикой

Табл.2. . Специальные символы видимости в UML

Символ обозначения	Описание
+	Общедоступный (public). Общедоступное свойство или функция, видимые для других классов.
#	Защищенный (protected). Защищенное свойство или функция, видимые для содержащего их класса или для унаследованных классов.
-	Закрытый (private). Закрытое свойство или функция, видимые только для содержащего их класса.

Процессы и ресурсы в STEP-NC

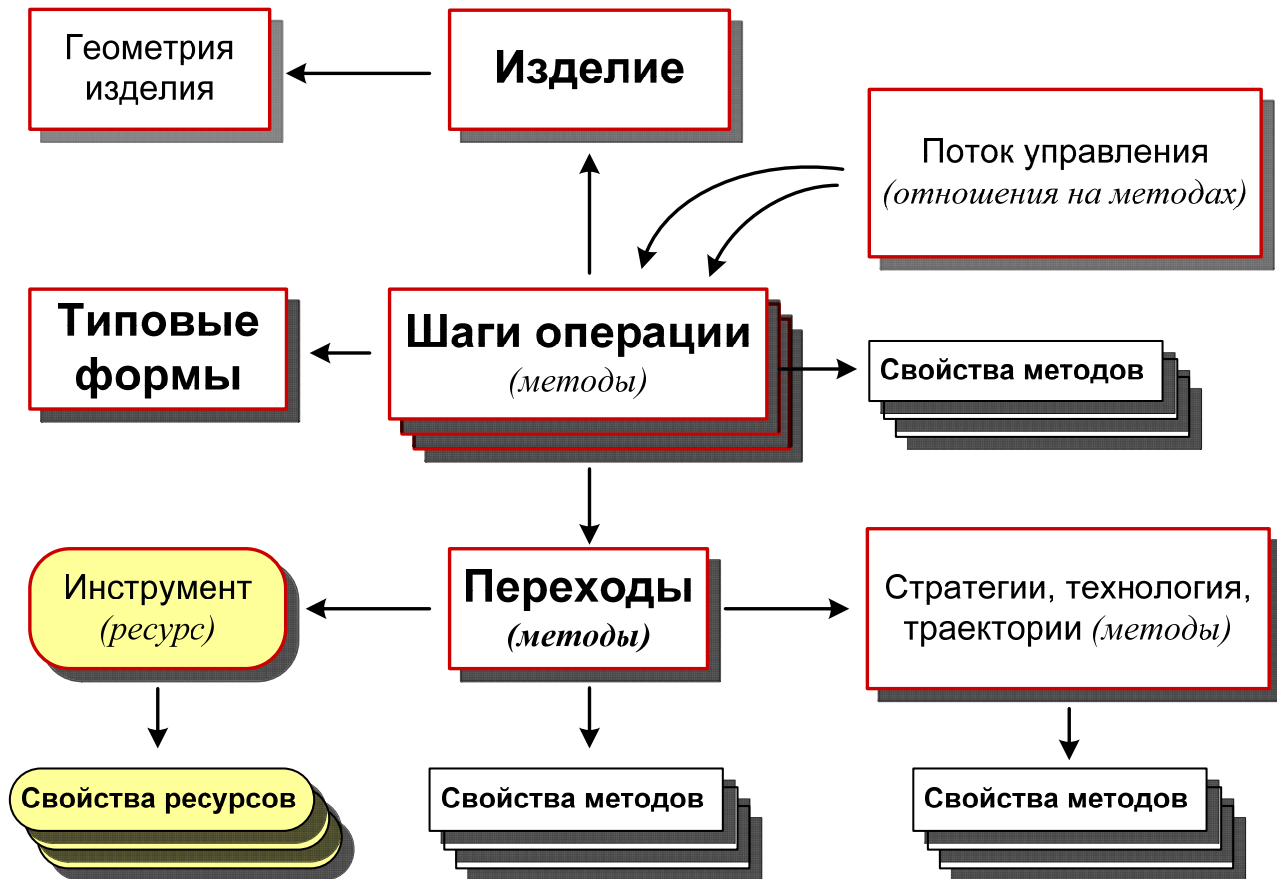


Рис. 6. Взаимодействие процессов и ресурсов в процессе обработки изделия

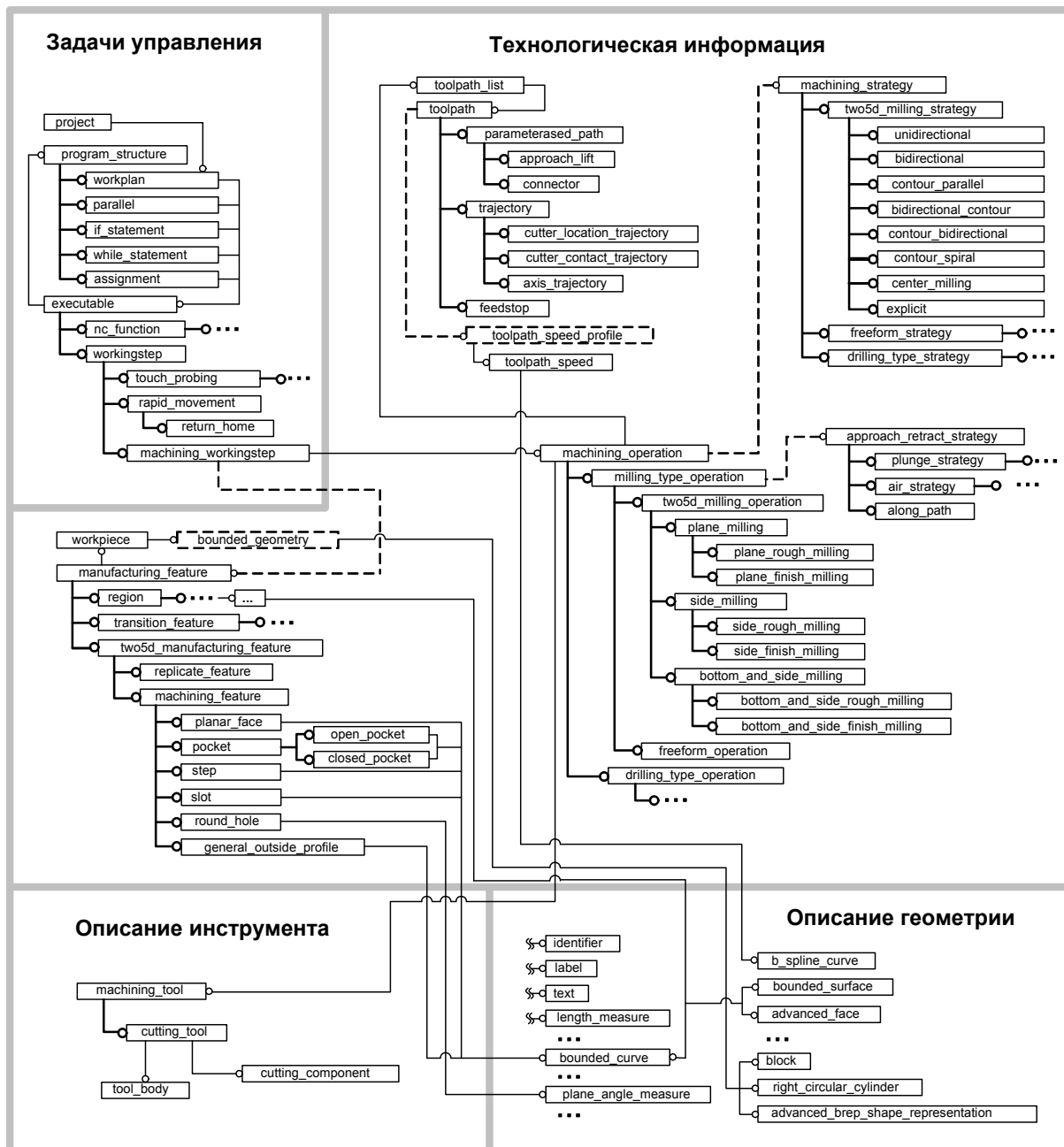


Рис. 7. Информация стандарта ISO 14649 на языке EXPRESS-G

```

ENTITY workpiece;
its_id: identifier;
its_material: OPTIONAL material;
global_tolerance: OPTIONAL shape_tolerance;
its_rawpiece: OPTIONAL workpiece;
its_geometry: OPTIONAL advanced_brep_shape_representation;
its_bounding_geometry: OPTIONAL bounding_geometry_select;
clamping_positions: SET [0:?] OF cartesian_point;
END_ENTITY;

```

```

ENTITY manufacturing_feature
ABSTRACT SUPERTYPE OF ONE OF(region,two5D_manufacturing_feature,
transition_feature));
its_id: identifier;
its_workpiece: workpiece;
its_operations: SET [0:?] OF machining_operation;
END_ENTITY;

```

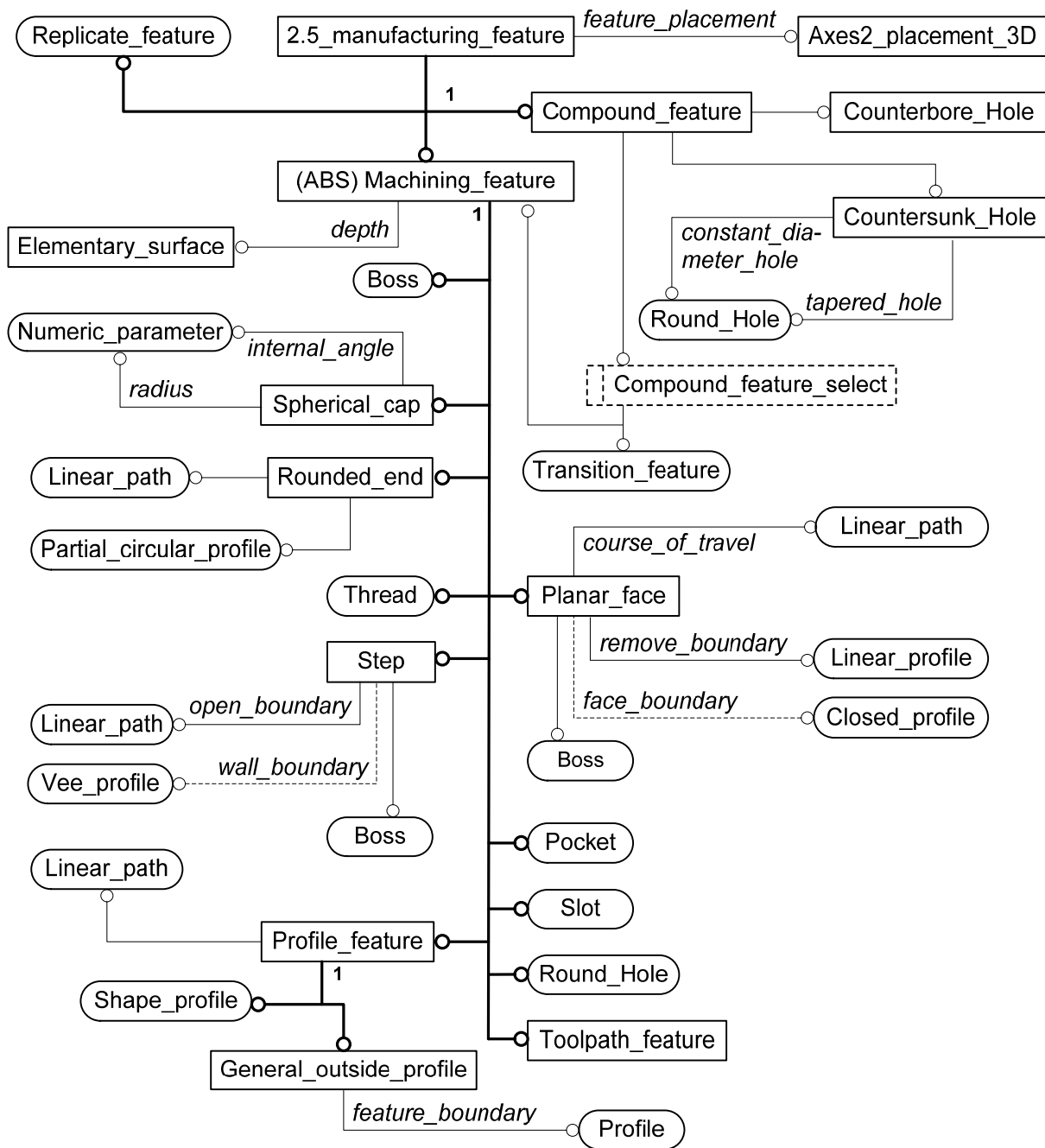


Рис.8. Структура типовой формы «feature».

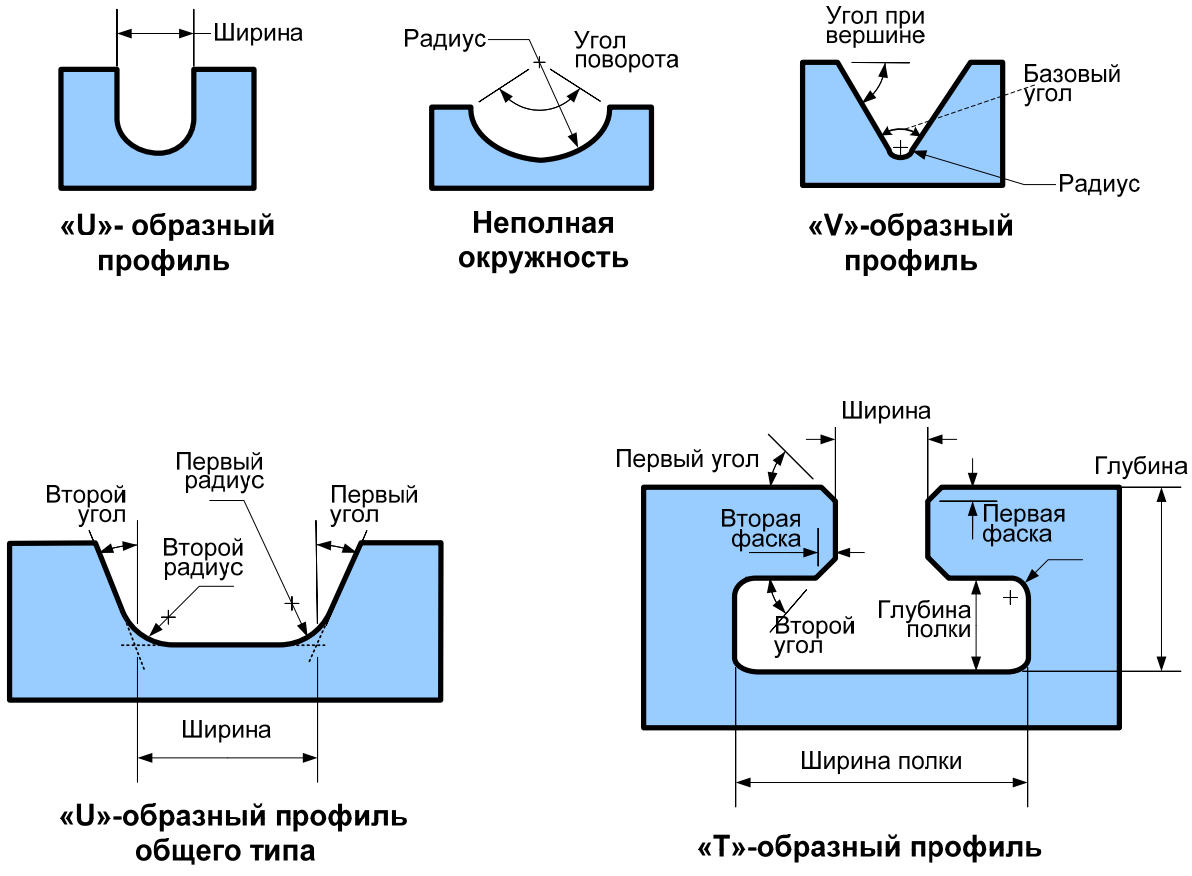


Рис.9 Примеры типовых форм при фрезерной обработке

Стандарт ISO 14649 объединяет геометрию, технологию и ход процесса

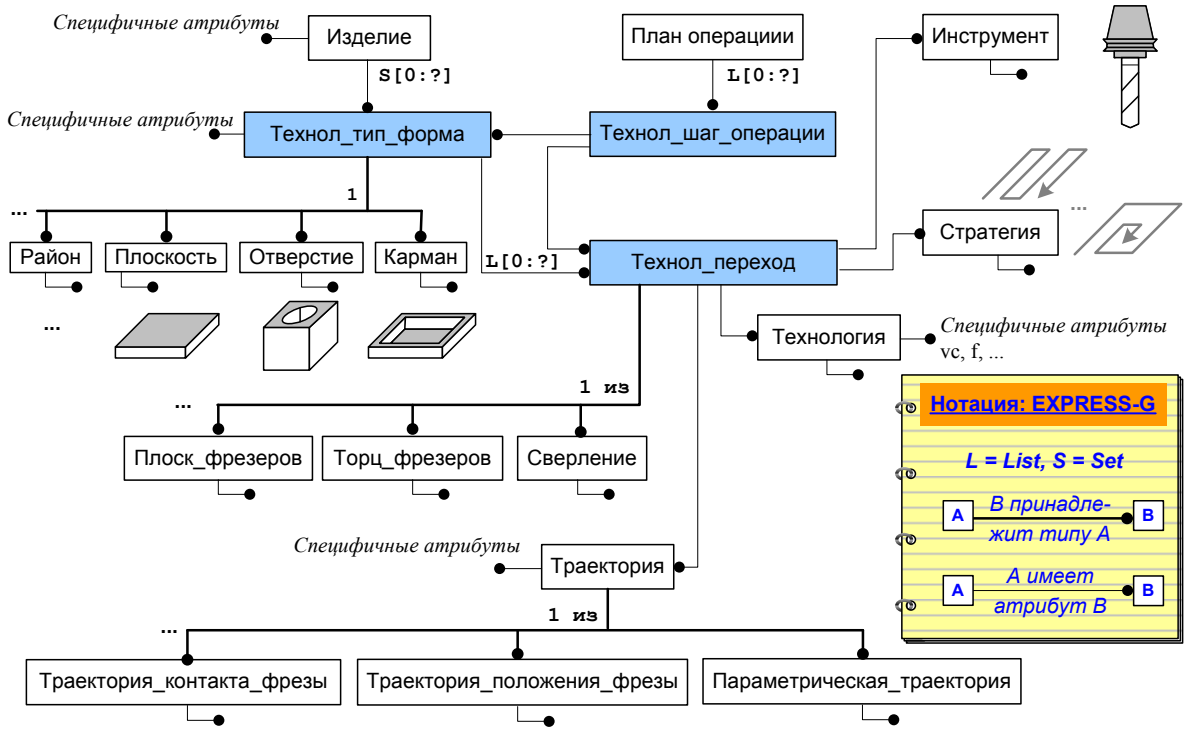


Рис.10. Система понятий на русском языке стандарта ISO 14649 в нотации EXPRESS-G

Смешанная архитектура



Изделие, полученное в результате 2.5D-обработки, описано с помощью типовых форм; а технология представлена шагами операций

```
// header
ISO- 10303- 21
HEADER;
ENDSEC;

DATA;
// workpiece and work plan
#1=WORKPIECE (...);
#2=MATERIAL (...);
#3=WORKPLAN ("name", (#10, #11,...),...);

// working steps
#10=MACHININD_WORKINGSTEP ("hole1", #20,...);
#11=MACHININD_WORKINGSTEP ("Pocket1_plunge",...);
...

// manufacturing features
#20=ROUND_HOLE (...,#1, #30, #40,...);
...

// geometric data
#30=CARTESIAN_POINT (...);
...

// operation data
#40=DRILLING (... , #50,);
#41=BOTTOM_AND_SIDE_ROUGH_MILLING (...);
...

// tool data
#50=CUTTING_TOOL ("spiral_drill_9mm"...);
```

Рис.11. Фрагмент управляющей программы с использованием типовых форм

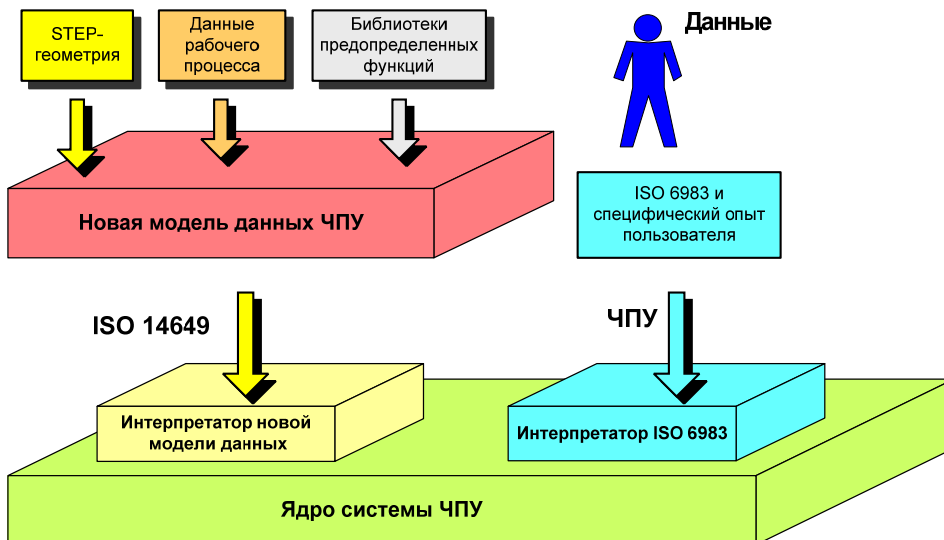


Рис.12. Смешанная архитектура системы ЧПУ, поддерживающая стандарты ISO 14649 и ISO 6983

Литература.

1. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Понятийный аппарат комплекса производственных стандартов для числового программного управления оборудованием, - ISO 14649 STEP-NC (Standard for the Exchange of Product model data for NC) // Мехатроника, автоматизация, управление. 2004. №8. С. 37-44.
2. Мартинов Г. М., Сосонкин В. Л. Формализация данных STEP-NC-формата: фаза построения UML-модели // Мехатроника, автоматизация, управление. 2005. №1. С. 49-56.