

# **ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

# Методы автоматизации проектирования технологических процессов



**Процесс проектирования** - процесс, заключающийся в преобразовании исходного описания объекта в окончательное описание на основе выполнения комплекса работ исследовательского, расчетного и конструкторского характера.

**Проектная процедура** - формализованная совокупность действий, выполнение которых оканчивается проектным решением

**Проектная операция** - действие или формализованная совокупность действий, составляющих часть проектной процедуры, алгоритм которых остается неизменным для ряда проектных процедур

# Методы автоматизации проектирования технологических процессов

## Состав проектных процедур САПР технологических процессов механической обработки резанием

- 1 Проектная процедура выбора технологического маршрута
- 2 Проектная процедура выбора металлорежущих станков
- 3 Проектная процедура выбора станочных приспособлений
- 4 Выбор содержания операций
- 5 Проектная процедура расчета припусков и операционных размеров
- 6 Проектная процедура выбора режущих инструментов
- 7 Проектная процедура выбора вспомогательных инструментов
- 8 Проектная процедура выбора измерительных инструментов
- 9 Проектная процедура расчета режимов резания
- 10 Проектная процедура нормирования технологических операций
- 11 Проектная процедура формирования текстовых технологических документов
- 12 Проектная процедура формирования графических технологических документов
- 13 Проектная процедура анализа результатов проектирования

# Методы автоматизации проектирования технологических процессов

## Метод адресации

Поиск ТТП, ГТП или ТП-аналога

Удаление, добавление элементов ТТП, ГТП и ТП-аналога

Параметрическая настройка проектируемого ТП

## Метод синтеза

Синтез на основе типовых решений

Синтез на основе поиска оригинальных решений

Комбинированный метод синтеза

# Методы автоматизации проектирования технологических процессов

## Метод адресации

Поиск ТТП, ГТП, ТП-аналогов может выполняться пользователем непосредственно в базе данных ТП или автоматически по заданному адресу или его элементам.

Адрес ТТП, ГТП или ТП-аналога представляет собой конструкторско-технологический код детали, который характеризует конструктивные особенности детали и технологии ее изготовления.

Конструкторская часть кода детали устанавливается на основе **Классификатора ЕСКД**.

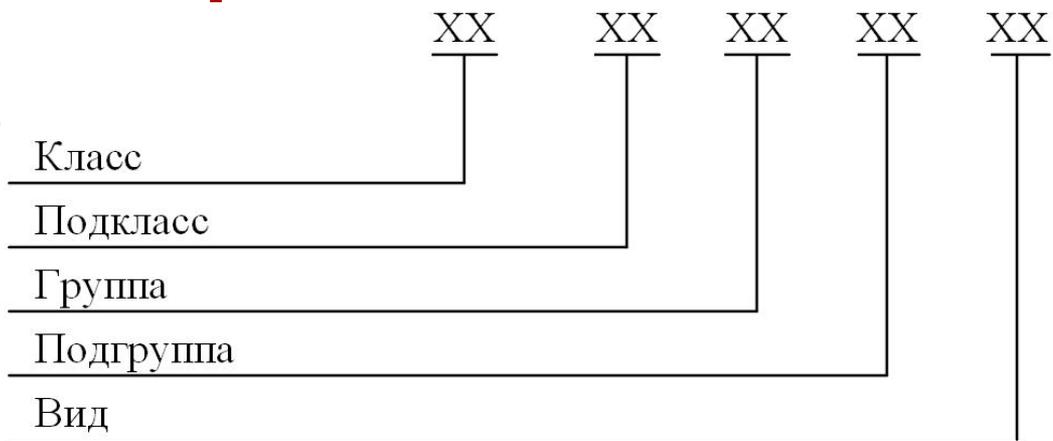
Технологическая часть кода детали устанавливается на основе **Технологического классификатора**.

# Методы автоматизации проектирования технологических процессов

## Метод адресации

### Классификатора ЕСКД

Классификатор ЕСКД содержит 99 классов. Класс 71 объединяет детали-тела вращения (кольца, втулки, валы). К классу 72 относятся те же детали, что и к классу 71,



но с элементами зубчатого зацепления, а также трубы, разрезные секторы, сегменты и пр.; класс 73 выделен для деталей, не являющихся телами вращения (для корпусов, крышек, кронштейнов и др.); класс 74 включает те же детали, что и класс 73, но изогнутые из листов, полос и лент; в классе 75 рассматриваются детали, являющиеся телами вращения и не являющиеся ими (кулачковые, карданные, арматуры, оптические и др.); класс 76 включает детали технологической оснастки и инструмента.

# Методы автоматизации проектирования технологических процессов

## Метод адресации

### Технологический классификатор



Конструкторский и технологический коды объединяются и представляют собой КТК—конструкторско-технологический код. Он может использоваться при проектировании ТП по аналогу для нахождения детали-аналога и при автоматизированном проектировании ТП на основе типизации.

# Методы автоматизации проектирования технологических процессов

## Метод Синтеза

### Синтез на основе типовых решений

Базу метода составляют локальные типовые решения, которые представляют собой типовые планы обработки поверхностей, обобщенные технологические маршруты и групповые операции.

Основные этапы синтеза ТП на основе типовых решений:

- 1** Выбор состава технологических переходов из типовых планов обработки;
- 2** Формирование технологических операций из выбранных переходов с использованием групповых операций;
- 3** Проектирование технологического маршрута с использованием обобщенных технологических маршрутов.

# Методы автоматизации проектирования технологических процессов

## Метод Синтеза

### Синтез на основе поиска оригинальных решений

Базой метода являются функциональные модели различных видов обработки, которые позволяют выбрать оптимальный состав технологических переходов в зависимости от требований к точности и качеству обработки элементарной поверхности с учетом конкретных организационно-технических условий конкретного предприятия.

Выявленные в процессе моделирования оптимальные планы обработки в дальнейшем используются для формирования операций и технологических маршрутов аналогично тому как это делается при использовании метода синтеза на основе типовых решений.

Данный метод синтеза обеспечивает проектирование оптимальных технологических процессов.

# Основные методы автоматизации проектирования технологических процессов

## Метод Синтеза

### Комбинированный метод синтеза

Комбинированный метод синтеза представляет собой комбинацию метода синтеза на основе типовых решений и метода синтеза на основе поиска оригинальных решений.

# Автоматизация выбора технологических маршрутов

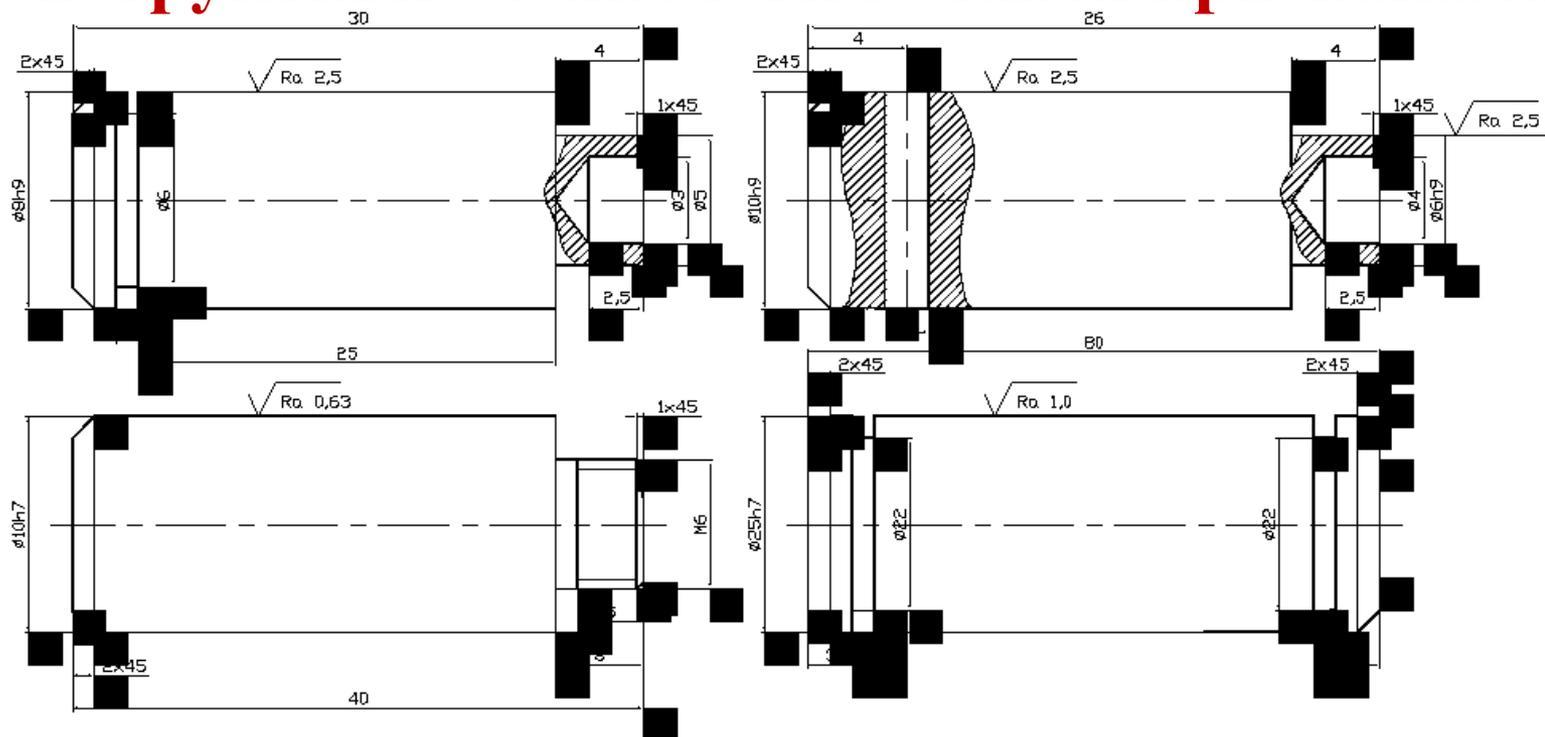
Формализация задачи выбора технологических маршрутов

- 1 Группирование деталей с подобными конструктивно-технологическими признаками**
- 2 Проектирование единичных технологических маршрутов**
- 3 Создание обобщенного технологического маршрута**
- 4 Задание условий выбора операций**

# Автоматизация выбора технологических маршрутов

Формализация задачи выбора технологических маршрутов

**Группирование деталей с подобными конструктивно-технологическими признаками**



# Автоматизация выбора технологических маршрутов

## Формализация задачи выбора технологических маршрутов

### Проектирование единичных технологических маршрутов

**Технологический маршрут  
механической обработки  
резанием детали 1**

- 1 Рубка
- 2 Транспортирование
- 3 Токарно-револьверная с ЧПУ
- 4 Промывка
- 5 Контроль

**Технологический маршрут  
механической обработки  
резанием детали 3**

- 1 Рубка
- 2 Транспортирование
- 3 Токарно-револьверная с ЧПУ
- 4 Бесцентровошлифовальная
- 5 Промывка
- 6 Контроль

**Технологический маршрут  
механической обработки  
резанием детали 2**

- 1 Рубка
- 2 Транспортирование
- 3 Токарно-револьверная с ЧПУ
- 4 Вертикально-сверлильная
- 5 Промывка
- 6 Контроль

**Технологический маршрут  
механической обработки  
резанием детали 4**

- 1 Ленточно-отрезная
- 2 Транспортирование
- 3 Токарно-револьверная с ЧПУ
- 4 Бесцентровошлифовальная
- 5 Промывка
- 6 Контроль

# Автоматизация выбора технологических маршрутов

Формализация задачи выбора технологических маршрутов

Создание обобщенного технологического маршрута

- 1 Рубка**
- 2 Ленточно-отрезная**
- 3 Транспортирование**
- 4 Токарно-револьверная с ЧПУ**
- 5 Вертикально-сверлильная**
- 6 Бесцентровошлифовальная**
- 7 Промывка**
- 8 Контроль**

# Автоматизация выбора технологических маршрутов

Формализация задачи выбора технологических маршрутов

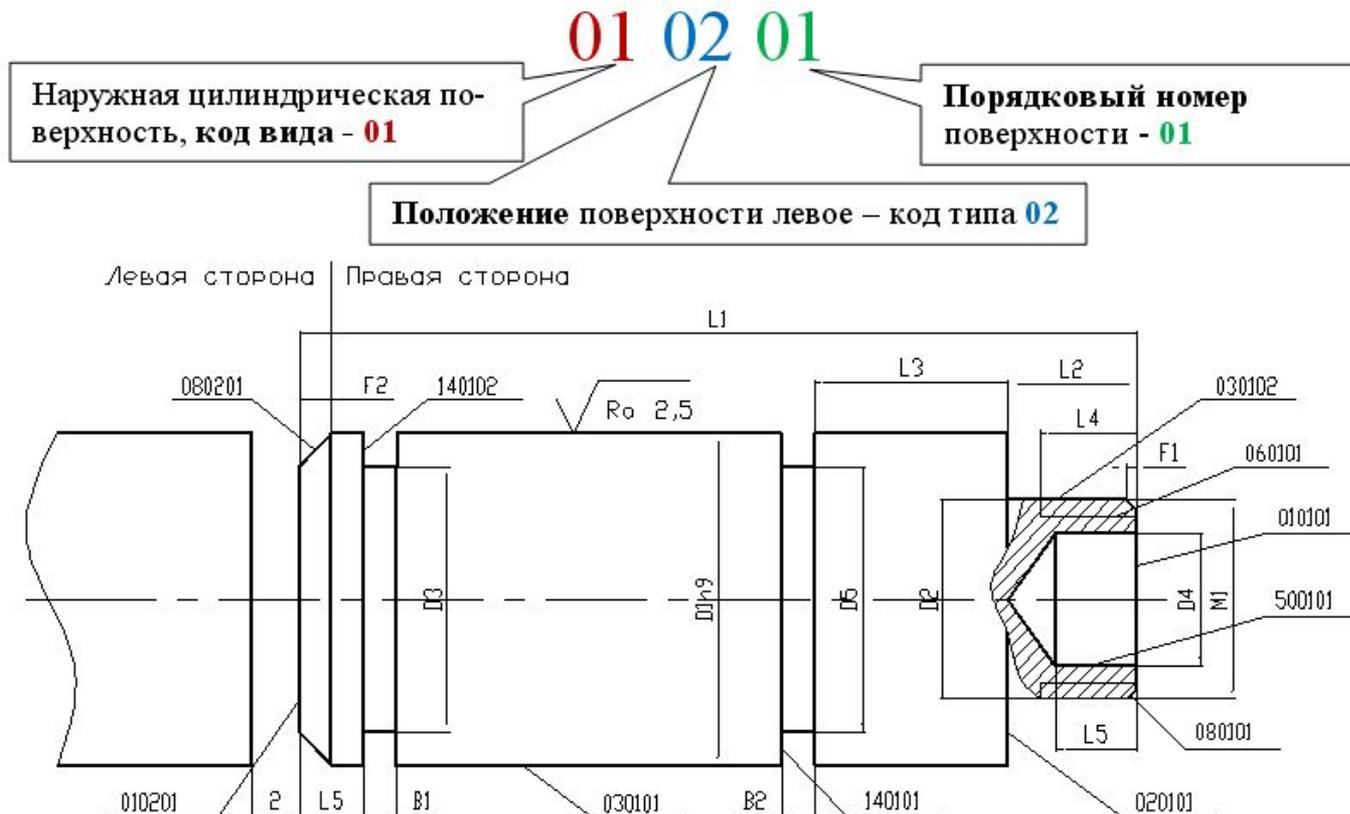
## Правила выбора операций технологического маршрута

Номер операции	Обозначение операции	Наименование операции	Правило выбора операции
1	3245	Рубка	Если диаметр заготовки меньше или равен 20мм
2	4285	Ленточно-отрезная	Если вид заготовки «Круг» и диаметр заготовки больше 20мм
3	0401	Транспортирование	Без условий выбора
4	4233	Токарно-револьверная с ЧПУ	Без условий выбора
5	4214	Вертикально-сверлильная	Если у детали имеется сквозное отверстие перпендикулярное ее оси.
6	4134	Бесцентровошлифовальная	Если у детали имеется открытая цилиндрическая поверхность с шероховатостью меньше или равной 1 мкм по параметру Ra.
7	0125	Промывка	Без условий выбора
8	0200	Контроль	Без условий выбора

# Автоматизация выбора технологических маршрутов

Формализация задачи выбора технологических маршрутов

## Правила кодирования формы поверхности



# Автоматизация выбора технологических маршрутов

Формализация задачи выбора технологических маршрутов

## Классификация формы элементарных поверхностей деталей

Поверхности наружные			
03	Цилиндр открытый	30	Цилиндр полуоткрытый
04	Эксцен-	09	Конус наружный
12	Сфера	01	Торец крайний
02	Торец уступа	08	Фаска
24	Галтель	27	Полусфера
18	Накатка	07	Шестигранник
06	Резьба	14	Канавка прямоугольная
15	Канавка радиусная	16	Паз шпоночный призматический

# Автоматизация выбора технологических маршрутов

Формализация задачи выбора технологических маршрутов

## Задание условий выбора операций

Номер операции	Обозначение операции	Наименование операции	Логическое условие выбора операции
1	3245	Рубка	$[D;030101] \leq 20$
2	4285	Ленточно-отрезная	$[D;030101] > 20$
3	0401	Транспортиование	Без условий выбора
4	4233	Токарно-револьверная с ЧПУ	Без условий выбора
5	4214	Вертикально-сверлильная	$[630101]$
6	4134	Бесцентровошлифовальная	$[Ra;030101] \leq 1.0$
7	0125	Промывка	Без условий выбора
8	0200	Контроль	Без условий выбора



# Автоматизация выбора технологических маршрутов

## Алгоритмизация проектной процедуры выбора технологических маршрутов

### Информационное обеспечение проектной процедуры

Таблица Общие сведения о детали - tOSD

KodDet	KodGrDet	KodMat	MasDet	LDet	DDet	BDet	NamDet	ObDet
1	1	1	2.5	200	40	0	Вал	A2.3.01
2	1	2	3.4	150	30	0	Ось	K4.12.5

Arrows from the text above point to the columns: tKTO; KodOperVS points to the first two columns (KodDet, KodGrDet); tOSD; KodDet points to the last two columns (NamDet, ObDet).

KodVTO – код выбранной технологической операции

KodOperVS – код операции внутрисистемный по классификатору операций

NomOper – порядковый номер операции в технологическом маршруте

KodDet – код детали

KodVidObr – код вида обработки



# Автоматизация выбора технологических маршрутов

## Алгоритмизация проектной процедуры выбора технологических маршрутов

### Информационное обеспечение проектной процедуры

Таблица Общие сведения о поверхностях детали - tOSPD

tOSD; KodDet ← → tKP; KodPovVS

KodPovVs	KodDet	KodFPov	PolPov	NomPov	D	L	B	H	Ra	КТ	ТТ	МТО
1	1	3	0	1	15	40	0	0	12	11	0	1
2	1	1	0	2	8	40	0	0	12	11	0	0

KodPovVS – код поверхности

KodFPov – код формы поверхности по классификатору

PolPov – положение поверхности

NomPov – номер поверхности

D, L, B, H, Ra, КТ, ТТ, МТО – основные размеры и тех. требования к поверхности

# Автоматизация выбора технологических маршрутов

## Алгоритмизация проектной процедуры выбора технологических маршрутов

### Информационное обеспечение проектной процедуры

Классификатор операций ОТП с условиями выбора - tKTO

tKGD; KodGrDet

KodOperVS	KodGrOper	NomOper	ObNamOp	LUV
1	1	1	3585 Рубка	[D;030101]<=20
2	1	2	4285 Ленточно-отрезная	[D;030101]>20
...	...	...	...	...

KodOperVS – код операции внутрисистемный по классификатору операций

KodGrDet – код группы деталей

NomOper – порядковый номер операции в технологическом маршруте

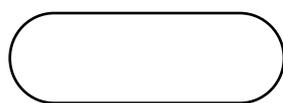
ObNamOp – обозначение и наименование операции

LUV – логические условия выбора

# Автоматизация выбора технологических маршрутов

## Алгоритмизация проектной процедуры выбора технологических маршрутов

Схемы алгоритмов, программ, данных и систем состоят из имеющих заданное значение символов, краткого пояснительного текста и соединяющих линий (ГОСТ 19.701-90).



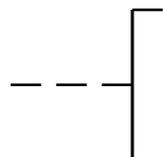
Начало и конец  
схемы алгоритма



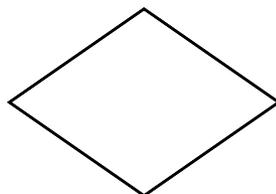
Проектная  
операция



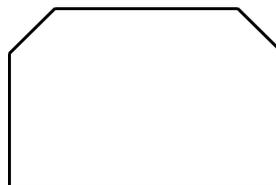
Проектная  
процедура



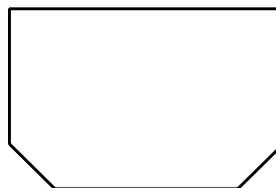
Комментарий



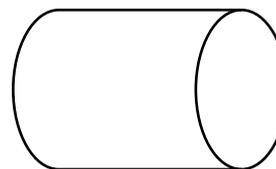
Переход по  
условию



Начало  
цикла



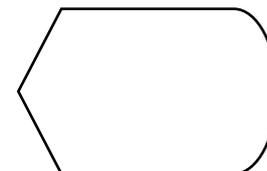
Конец  
цикла



Диск



Документ



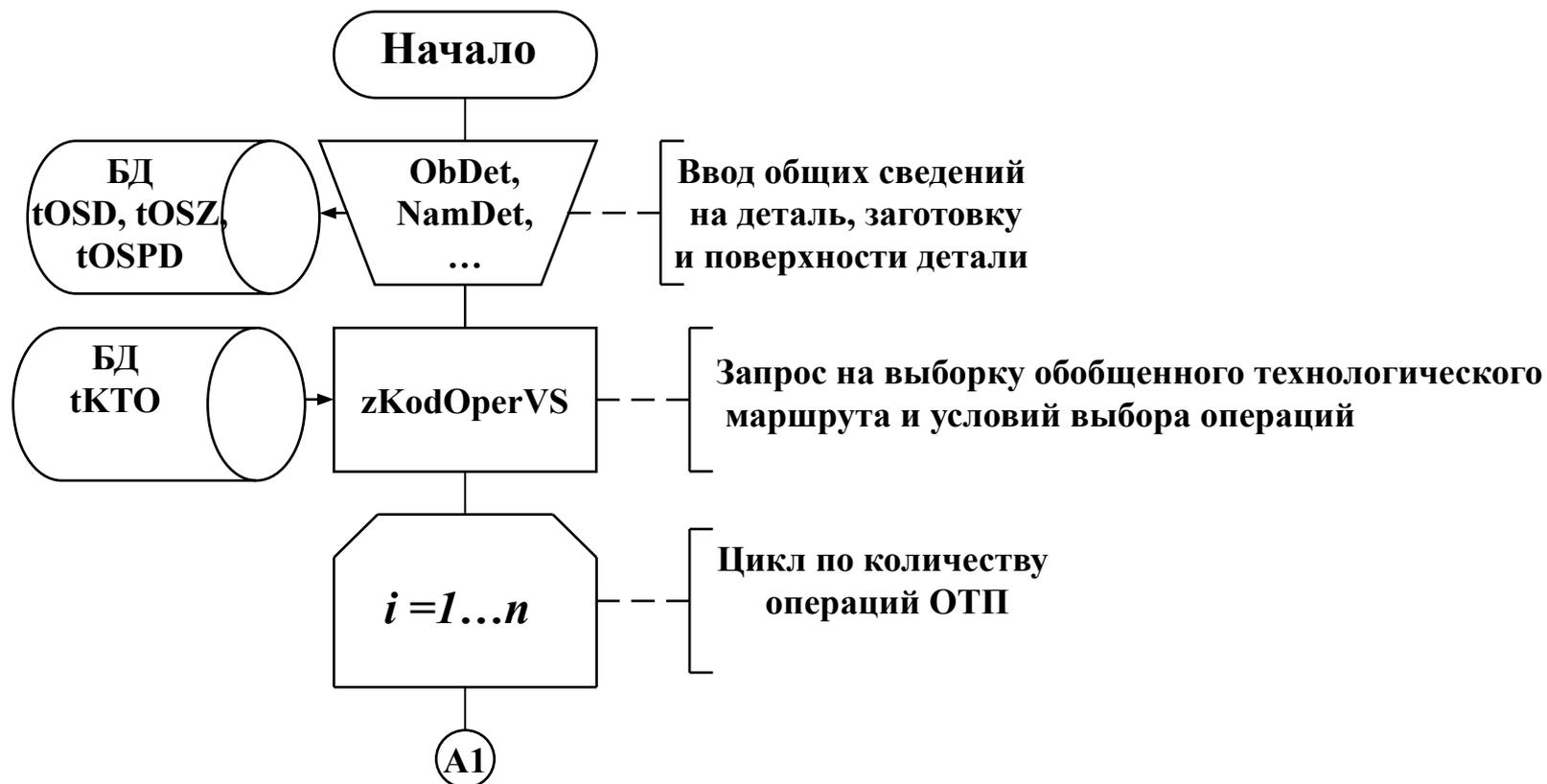
Дисплей



Ручное  
управление

# Автоматизация выбора технологических маршрутов

Алгоритмизация проектной процедуры выбора технологических маршрутов



# Автоматизация выбора технологических маршрутов

Алгоритмизация проектной процедуры выбора технологических маршрутов

