

## АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Б.Н. Сухиненко

Как известно – специфика процесса проектирования связана с преобразованием не реальных объектов, а информации о них. Отсюда – технологическое проектирование является процедурой создания информационной модели технологического процесса (и не более того!). Алгоритм технологического проектирования обладает всеми признаками сложной системы: имеет сложное внутреннее строение, обособлен от окружающей среды, а результат его деятельности не сводим к простой сумме результатов деятельности отдельных элементов. В соответствии с основными положениями системотехники для формального описания системы проектирования необходимо последовательно:

- определить параметры его связей с окружающей средой;
- описать функцию преобразования ресурсов;
- выявить рациональную конфигурацию системы;
- определить принципы работы элементов конфигурации.

Система проектирования и отдельные ее процедуры имеют общее строение. Основой системы является *процессор*, преобразующий информацию на основе некоторых принципов, соответствующих решаемой задаче. Обычно в проектном процессоре используется справочная информация, позволяющая привести задачу к типовому решению. Результат решения оформляется в *постпроцессоре* для удобства его последующего преобразования. Входная информация подвергается соответствующей обработке в *препроцессоре*.

*Связи с окружающей средой.* Для определения связей технологического проектирования, как процедуры преобразования конструкторской информации в производственные директивы, следует уточнить классическое определение задачи технолога: технолог должен разработать такую *модель* технологического процесса, *реализация* которой обеспечит выпуск продукции (в частном случае – детали) требуемого качества в заданном количестве с наименьшими затратами труда.

Рассматривая результат труда технолога как оформленные материалы для исполнения на рабочих местах, следует отметить три традиционных вида директивной технологической информации:

- управляющая *программа* для ЧПУ – наиболее формализованный вид технологической информации;
- лингвистический и графический вид представлен маршрутными, маршрутно-операционными, операционными *картами* и операционными эскизами;
- в индивидуальном производстве применяется наименее формализованный вид технологической информации – *эскиз* детали.

В действительности для производства годных деталей, даже при таких различиях внешних признаков, сущность и содержание технологической модели должно быть неизменно при прочих равных условиях. В ином случае неизбежно нарушение заданных требований. Таким образом, видно – если технологическая модель не создается технологом, то ее разработка возлагается на других участников производственного процесса (в частном случае – на рабочего).

*Функция преобразования ресурсов.* Ресурсами технологического проектирования является чертеж детали и программа выпуска. Разумеется, исходная информационная модель плана продукции (эскизы, чертежи, материал детали, количественные параметры программы выпуска и т.п.) должна быть избыточна и непротиворечива. В ином случае неизбежно создание ложной модели технологического процесса.

В ходе проектирования технолог преобразует модель плана продукции в модель технологического процесса. Таким образом, процесс преобразования представляет собой трансляцию модели продукции, описанную на языке конструктора, в

технологическую модель, описанную на языке технолога. Трансляция основана на методе поиска в каталогах рационального технологического решения, соответствующего поставленной конструкторско-экономической задаче. В качестве каталогов технологи используют дополнительные ресурсы, к которым относятся справочные данные, параметры существующей технологической системы и опыт разработчика. В обычных условиях открытия и изобретения при такой трансляции неуместны.

*Рациональная конфигурация системы трансляции.* В любых условиях технологического проектирования в состав системы преобразования с неизбежностью входит целый ряд относительно обособленных подсистем трансляции, связанных между собой сложным комплексом информационных отношений:

- Блок № 1 – «Подготовка исходной информации» является препроцессором технологического проектирования и содержит три процедуры, каждая из которых уточняет полученную модель и сужает область технологического выбора.
- Блок № 2 – «Выбор методов получения требуемого качества элементов детали» обеспечивает определение необходимых элементов технологического процесса (операций), обеспечивающих достижения необходимой точности и свойств материала детали.
- Блок № 3 – «Разработка маршрута обработки» представляет собой конфигурационный синтез временной последовательности создания и изменения формы и свойств материала объекта производства, ограниченный техническими требованиями и современными методами.
- Блок № 4 – «Формирование технологической системы» содержит процедуры выбора (редко – проектирования) технических средств, достаточных для преобразования информационной модели технологического процесса в реальную деталь.
- Блок № 5 – «Экономическое обоснование» призван определить затраты на производство и однозначно выбрать наиболее эффективный (читай «дешевый») способ изготовления детали.
- Блок № 6 – «Оформление технологической документации» является постпроцессором технологического проектирования и содержит процедуры, транслирующие теоретическую модель в форму понятную системе, реализующей технологический процесс.

Как видно из представленной схемы блоки-трансляторы от № 2 до № 5 обеспечивают многовариантность решений поставленных задач. Блок № 1 является констатационным, блок № 5 обеспечивает выбор варианта по критерию затрат, а блок № 6 оформляет выбранный вариант. Представленный алгоритм моделирования технологического процесса не является линейным. При невозможности и/или нерациональности синтезированного решения в одной из процедур возникает потребность в обратных информационных связях. Процедуры № 2б и № 5а отражают сложившуюся на предприятиях практику выбора заготовки по техническим требованиям и выбор вспомогательных операций.

*Принципы работы процедур трансляции.* На современном этапе многие типовые решения ряда процедур достаточно формализованы для их выполнения в диалоговом режиме проектирования (на рисунке отмечены штриховкой). Дальнейшее развитие машиностроения приведет к некоторым дополнительным технологическим вариантам, которые могут быть учтены в программном обеспечении соответствующей процедуры в виде информационной ячейки матрицы решений.

Не останавливаясь на подробном описании каждой из представленных процедур, следует отметить, что большинство из них основано на известных теориях. К сожалению, современные отечественные технологические теории уходят корнями в глубокую древность первичных абстракций.

Так, учитывая относительную простоту формы большинства машиностроительных деталей, конструкторы и технологи в своих геометрических построениях не выходят за рамки традиционной геометрии (без применения топологии и неевклидовой геометрии). Но при этом многие очевидные истины не воспринимаются и не применяются профессиональными технологами.

Широко применяемая в машиностроении теория резания, основана на принципе разрушения «слабых» межмолекулярных связей объекта производства при помощи режущих инструментов, имеющих более «прочные» связи между молекулами или кристаллами. Однако в лазерном луче отсутствуют даже атомы, а процесс резания осуществляется.

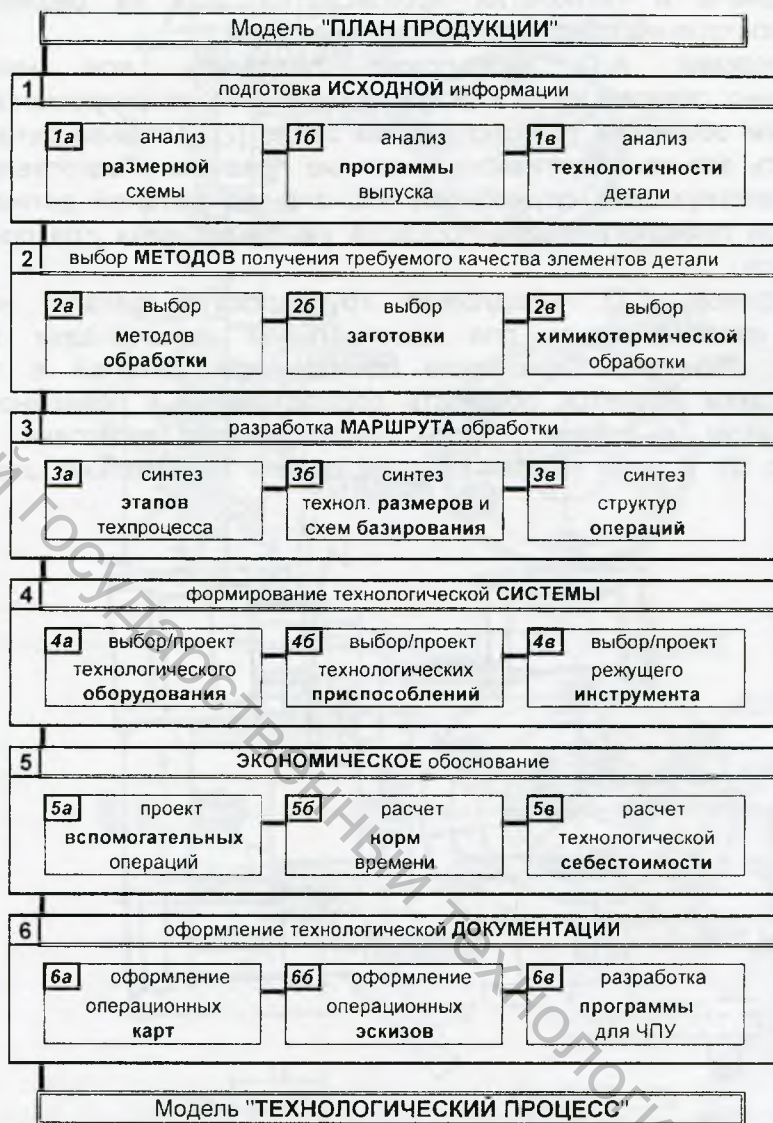
Теория размерных цепей, рожденная потребностями массового производства оружия, подразумевает возможность предварительного расчета результатов формообразования, однако до настоящего времени на отечественных предприятиях при внедрении нового технологического процесса применяется дорогостоящий метод проб и ошибок.

Теория базирования, разработанная в середине XX века, остается теорией оторванной от практики, т.к. абстрактное базирование – первая ступень восхождения к конкретному расположению объекта производства и инструмента в обрабатываемом комплексе.

Кроме точности размеров в ходе выполнения технологического процесса необходимо снижение времени его реализации и сокращение расходов на изготовление продукции. При современном развитии методов и средств резания дальнейшее их совершенствование приведет к повышению производительности на десятки доли процента. С другой стороны, модернизация вспомогательных процессов позволит многократно сократить затраты времени на преобразование чертежа в деталь. Но для этого разработчики должны использовать науки, не традиционные для машиностроения: теорию массового обслуживания, теорию расписаний, теорию принятия решений, системотехнику и т.п. Перечисленные теории давно и успешно применяются в других областях деятельности, но не затрагивают консервативного машиностроения.

## ВЫВОДЫ

Предлагаемый «рамочный» алгоритм является основой системы трансляции конструкторской и экономической информационной модели плана продукции в информационную модель рационального технологического процесса. Конфигурация алгоритма разработана на основе обобщенного опыта и практики современных отечественных машиностроительных предприятий и отражает традиции производства. Наиболее сложным в разработке подробного алгоритма является выявление прямых и обратных информационных связей между отдельными процедурами. В основе принципов функционирования процедур технологического проектирования лежат исключительно традиционные методы, что существенно упрощает его применение на практике. В ходе разработки отдельных процедур неизбежно уточнение общепринятых регламентов и требований ЕСКД, ЕСТД и ЕСТПП. Применение алгоритма упростит обучение технологов в учебных заведениях, а, так же, повысит качество и производительность производственных предприятий.



Блок-схема моделирования технологического процесса

### SUMMARY

Synthesis of modelling of technological process is offered. The structure of complex system of the technological compiler is certain.

УДК 658.512.4

## СЛУЖЕБНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ КАК ОСНОВА ВЫДЕЛЕНИЯ КОНСТРУКТИВНОГО ИНВАРИАНТА ПРОДУКЦИИ КОМПАКТНОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Д.Н. Свирский**

Компактный (минималистский) подход к организации эффективных систем машиностроительного производства основан на выделении и преобразовании интеллектуальной САПР/АСТПП конструктивного инварианта продукции в технологический и далее в технический инварианты производственной системы предприятия [1]. Проблема выделения инварианта как существенно общего в