

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Т.А. Алексеева<sup>1</sup>, С.Н. Анкуда<sup>2</sup>, И.М. Хейфец<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Полоцкий государственный университет, Новополоцк

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, Минск

*Показано, что сочетание статистического анализа и структурного синтеза позволяет обеспечить управление технологическими операциями по комплексу параметров качества, оптимизировать факторы, через которые следует осуществлять процесс управления и определить параметры, которые следует контролировать в режиме реального времени.*

Основу технологии автоматизированного проектирования, производства и контроля составляет метод аналитического синтеза замкнутых систем управления, полученные с его помощью алгоритмы управления, позволяют обеспечить на этапе синтеза заданные характеристики процессов управления, а на этапе моделирования заданные, либо достижимые показатели качества обработки.

Технологии автоматизированного проектирования и управления по составу, структуре, форматам входных данных и представляемых результатов в определенной степени могут рассматриваться как разновидность SADT-технологии (SADT – Structured Analysis and Design Technique). В детальной формулировке назначением SADT-технологии являются проектирование и управление процессами, состоящими из последовательности многофакторных воздействий и операций, характеризующих совокупностью оптимизируемых параметров качества.

SADT-диаграмма начального «нулевого» уровня (A0), сформированная на основании традиционного подхода к проектированию процессов (рис. 1), предполагает наличие четырех основных функций (блоков): управление проектированием (A1), разработка варианта технологического процесса (A2), оценка его себестоимости (A3) и оценка его качества (A4).

Наиболее сложной для детализации является функция (A2) по разработке технологического процесса (рис. 2). Результатом декомпозиции этого блока является SADT-диаграмма уровня A2, в которой представлены как процессы формирования совокупности математических моделей (A21), моделирующего программного комплекса (A22), так и собственно процесс моделирования (A23). При разработке технологии проектирования подробному анализу подвергаются функции A21, A22 и A23, а результатом их структуризации являются SADT-диаграммы соответствующего уровня.

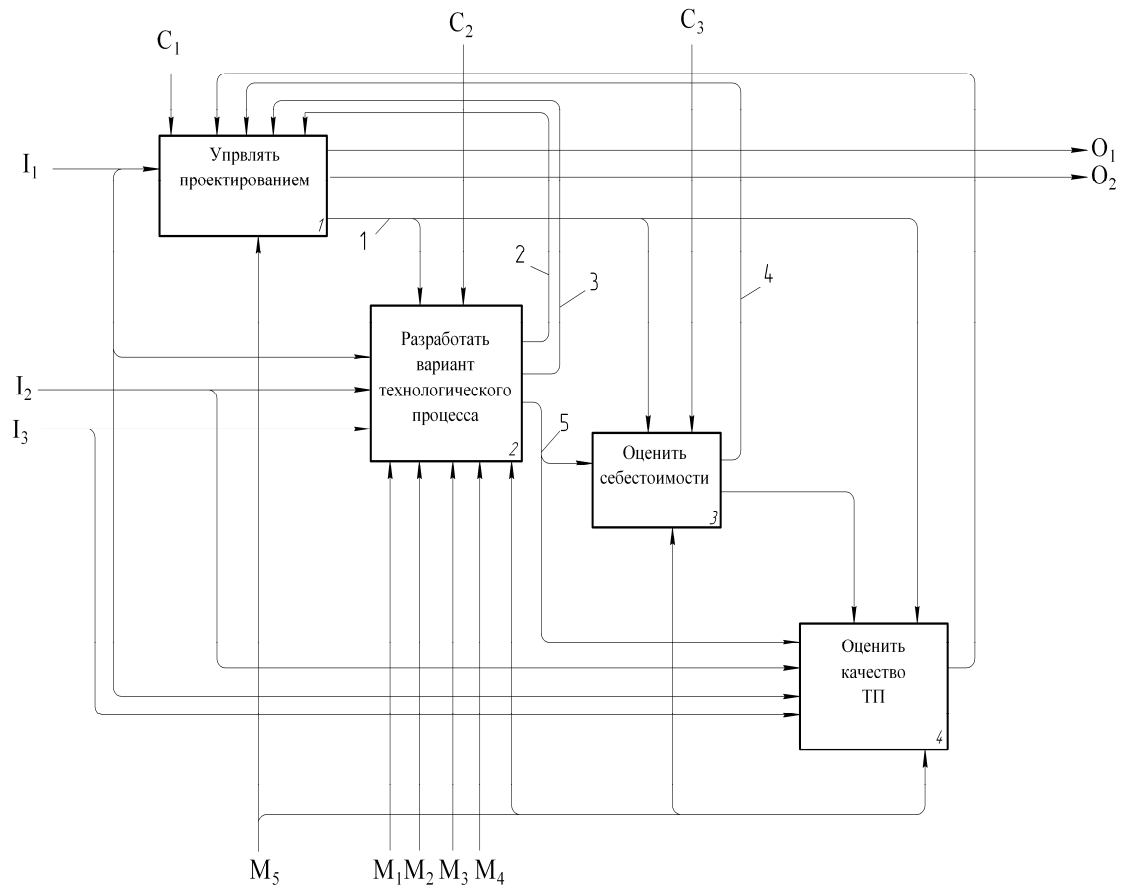


Рис. 1. SADT-диаграмма уровня А0: 1 – план проектирования ТП; 2 – корректировка по срокам; 3 – корректировка по производительности; 4 – корректировка по себестоимости; 5 – вариант ТП

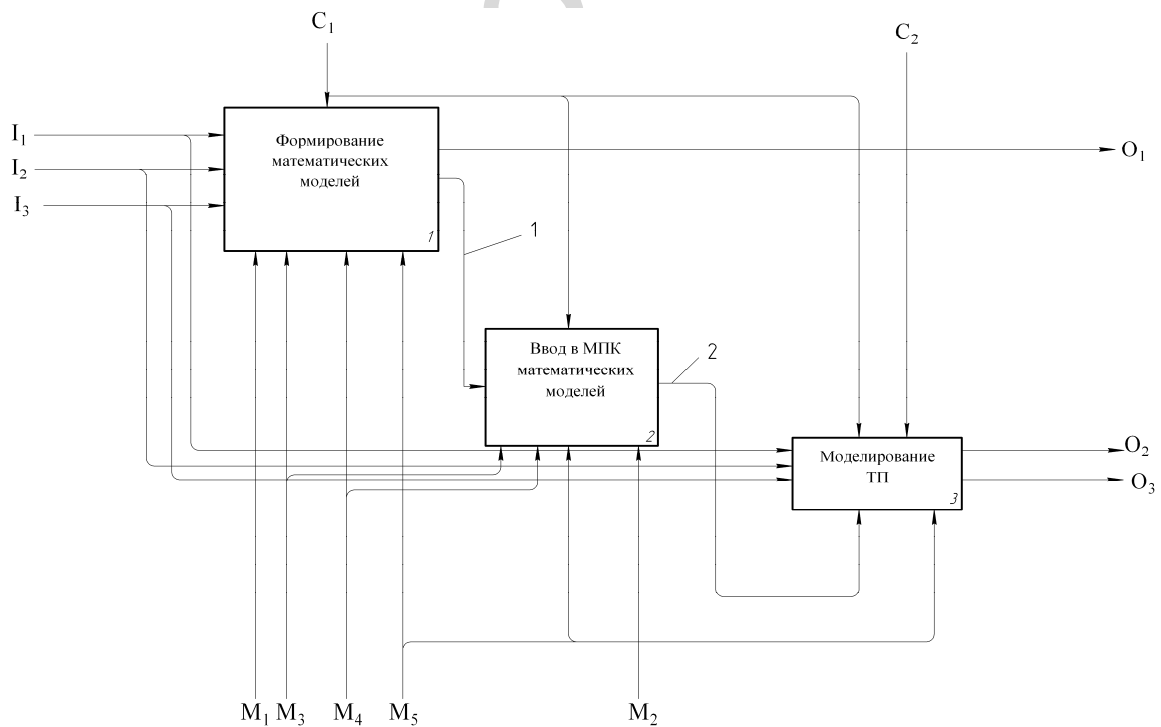
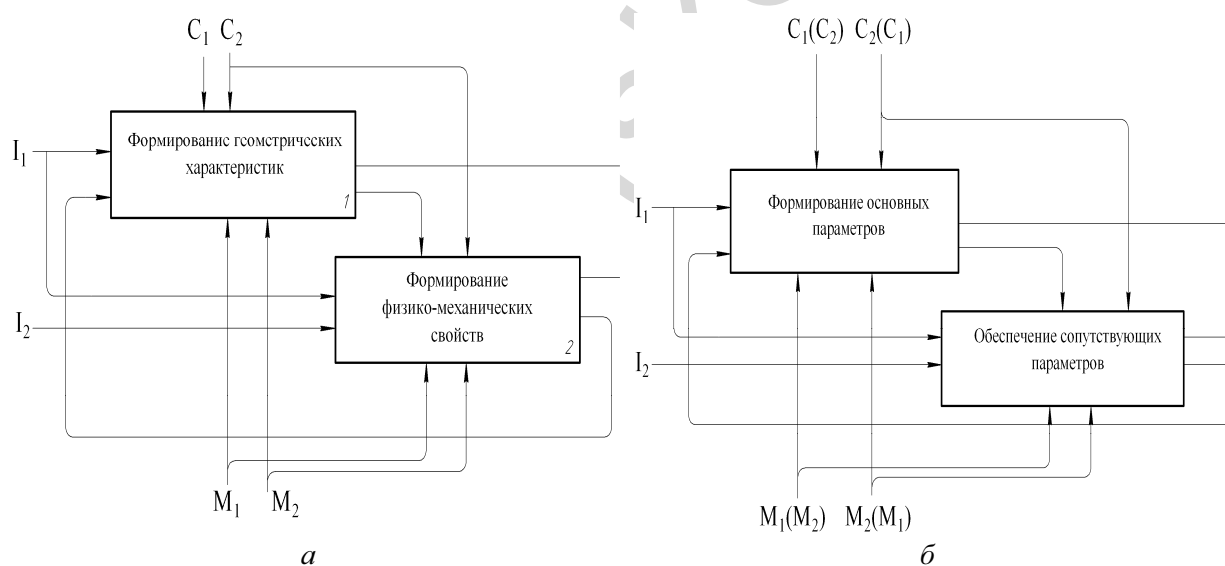


Рис. 2. SADT-диаграмма уровня А2: 1 – совокупность математических моделей; 2 – моделирующий программный комплекс

В SADT-диаграмму уровня A23 входят: ввод краевых условий (A231); моделирование программным комплексом (A232); корректировка условий процесса и оптимизация моделирования (A233); управление геометрическими и физико-механическими параметрами качества (A234).

Моделирование управления параметрами качества технологического процесса, обозначенное блоком A234, рассмотрим для многофакторной операции комбинированной упрочняюще-размерной термомеханической обработки поверхности детали.

По полученным из уравнений регрессии данным при структурном синтезе процесса комбинированной обработки, для детализации на SADT-диаграмме технологической операции целесообразно разделять группы физико-механических и геометрических параметров качества (рис. 3, а). Проведенный статистический анализ, полученных многофакторным планированием экспериментов квадратичных моделей, установил, что для управления геометрическими параметрами следует использовать кинематические факторы и рационально размещать инструмент, а для управления физико-механическими параметрами – термомеханические факторы и регулировать мощность источника энергии (рис. 3, б).



Технологические факторы:  $C_1$  – кинематические и  $C_2$  – термомеханические. Исходные параметры:  $I_1$  – геометрические  $Y_3 = Sm$  (волнистость),  $Y_4 = Ra$  (шероховатость) и  $I_2$  – физико-механические  $Y_1 = HRC$  (твердость),  $Y_2 = U_n$  (степень упрочнения поверхности). Малоизменяющиеся характеристики:  $M_1$  – размещение источника энергии относительно обрабатываемой поверхности и  $M_2$  – мощность источника. Выходные параметры качества:  $O_1$  – геометрические ( $Sm, Ra$ ) и  $O_2$  – физико-механические ( $HRC, U_n$ )

Рис. 3. SADT-диаграммы уровня A234 (а) и A2341(A2342) (б) для операции комбинированной обработки

Таким образом, системный подход позволяет анализировать и моделировать технологический процесс, представленный в виде отдельных блоков, что существенно упрощает описание сложных явлений, не упуская из вида пространственно-временную структуру моделируемой системы и характер связей между отдельными подсистемами.