

Кореиков В.Н. Госстандарт Республики Беларусь,
Хейфец М.Л. Президиум НАН Беларуси, Минск
Давидовский Э.Н. Точило В.В. Полоцкий
государственный университет, Новополоцк, Беларусь

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ, УПРАВЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА И СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

Проектирование технологических процессов (ТП), средств их оснащения и контроля, с целью реализации как отдельных ТП, так и целых их классов с заданными качественными и экономическими характеристиками при использовании рассматриваемых технических средств без натурного моделирования, основывается на алгоритмах функционирования систем управления.

Важнейшим этапом проектирования является формирование требований к отдельным элементам системы «заготовка – инструмент – приспособление – станок» (ЗИПС) при проектировании новых ТП на существующих технических средствах, либо ко всему комплексу «система управления – ЗИПС» для вновь разрабатываемых технических средств на ранних этапах их проектирования.

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

Однако, при проектировании многофакторных технологических процессов, для определения управляющих воздействий, кроме аналитического синтеза, требуется применение структурного анализа процессов функционирования технологической системы и ее элементов.

Технология проектирования по составу, структуре, форматам входных данных и представленных результатов в определенной степени может рассматриваться как разновидность SADT-технологии (SADT - Structured Analysis and Design Technique). При этом технология проектирования выделяется значительным расширением класса

решаемых с ее помощью задач и сокращением сроков разработки, как систем управления, так и технологических систем в целом.

Одной из важнейших особенностей применения SADT-технологии при решении рассматриваемого класса задач является возможность, с одной стороны, разработки с ее помощью методов проектирования технологических систем, а с другой, использования полученных результатов для разработки конкретных технологических процессов изготовления детали.

SADT-диаграмма 0-уровня для разработки технологии проектирования и моделирования, управления и контроля технологических процессов рассматривает входные (I), управляющие данные (C), средства или механизмы (M), необходимые для решения поставленной задачи, и выходные данные (O): I₁ – конструкторская документация на изделие с геометрическими характеристиками его поверхности; I₂ – физико-механические параметры обрабатываемого материала; I₃ – тип станка, системы ЧПУ, инструмента и схема системы ЗИПС; C₁ – сроки проектирования; C₂ производительность; C₃ – себестоимость; M₁ – комплекс математических моделей системы ЗИПС; M₂ – моделирующий программный комплекс (МПК); M₃ – база данных (БД) материалов; M₄ – БД инструмента; M₅ – персонал отдела САПР; O₁ – требуемый ТП; O₂ – требования на корректировку управлений или входов.

Дальнейшая декомпозиция рассматриваемых задач, произведенная на основе SADT-технологии с учетом особенностей метода, предлагаемых для использования программно-аппаратных средств, а также анализа требований, предъявляемых в современных условиях к ТП, позволяет получить комплекс SADT-диаграмм (рис. 1, 2).

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

Наиболее сложной является детализация функции A2 – «Разработать вариант технологического процесса». Результатом декомпозиции этого блока является SADT-диаграмма уровня A2 (рис.2), где для блока A2 представлены входные (I₁–I₃), управляющие – по срокам проектирования (C₁ – выход блока A1), и по производи-

тельности (C_2) данные, необходимые средства или механизмы ($M_1 - M_5$), а также выходная информация: либо заданный ТП (без учета его себестоимости), либо требования по корректировке входных или управляющих данных. Последняя ситуация возникает в случае, когда анализ результатов моделирования позволяет сделать вывод о невозможности в текущей постановке задачи рассчитать параметры алгоритма оптимального управления, реализующего заданный ТП с требуемым качеством в определённое время.

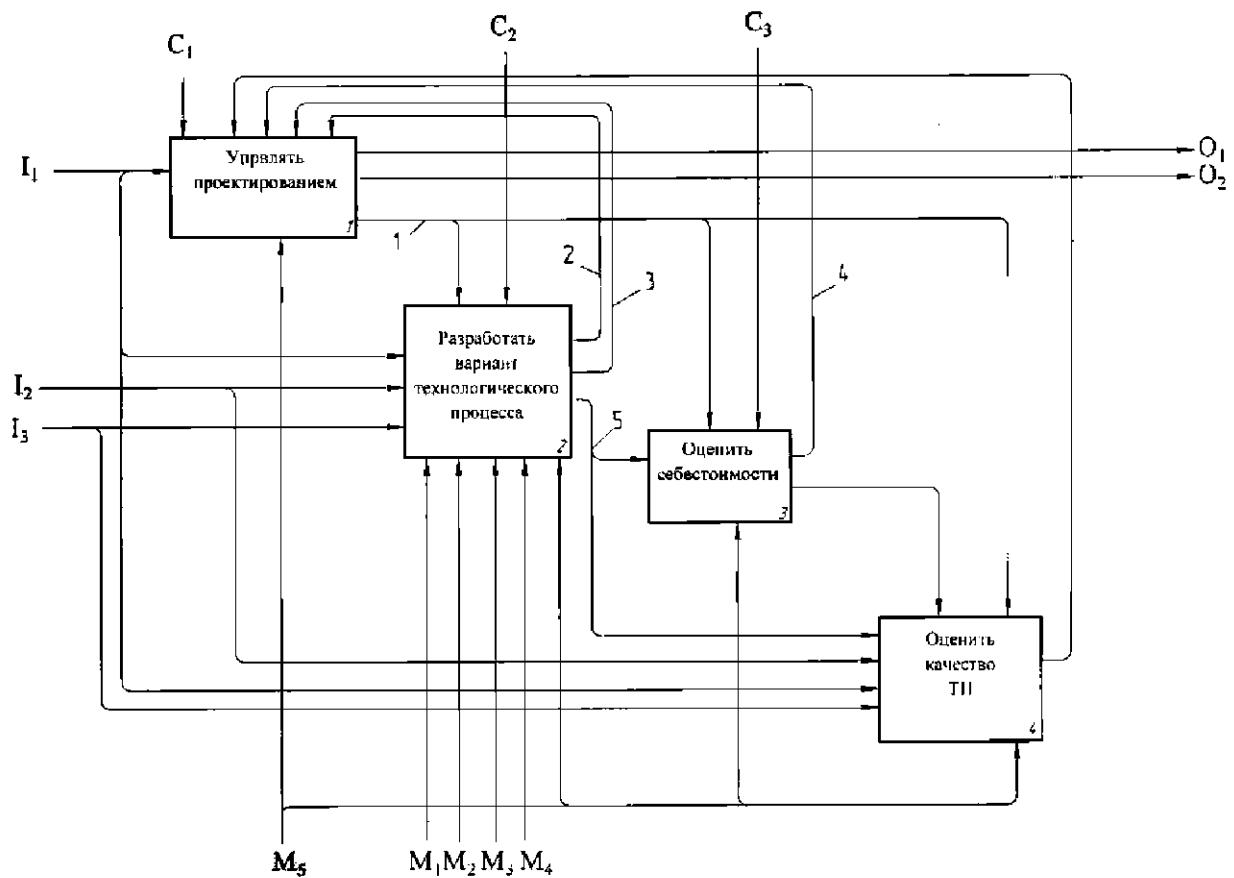


Рисунок 1 – SADT-диаграмма уровня А0:

1 – план проектирования ТП; 2 – корректировка по срокам; 3 – корректировка по производительности; 4 – корректировка по себестоимости; 5 – вариант ТП

При разработке технологии проектирования подробному анализу подвергаются функции A21, A22 и A23. Результатом структуризации функции является SADT-диаграмма уровня A23 (рис. 3).

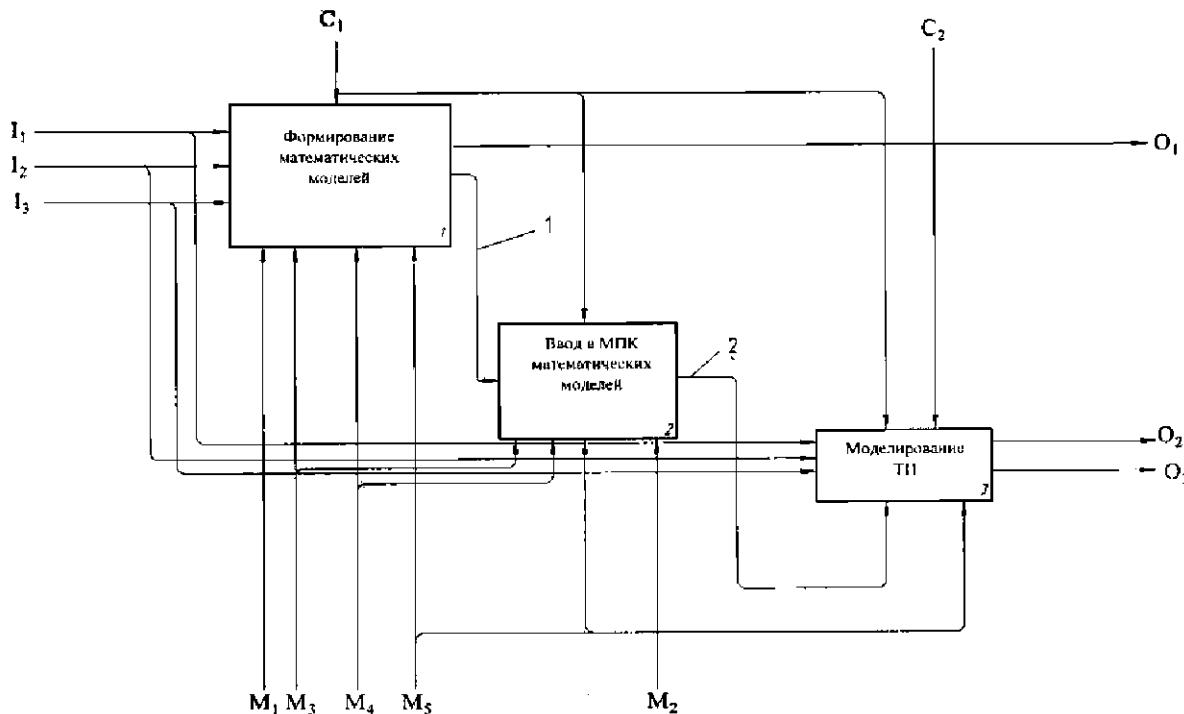


Рисунок 2 – SADT-диаграмма уровня А2: 1 – совокупность математических моделей; 2 – моделирующий программный комплекс

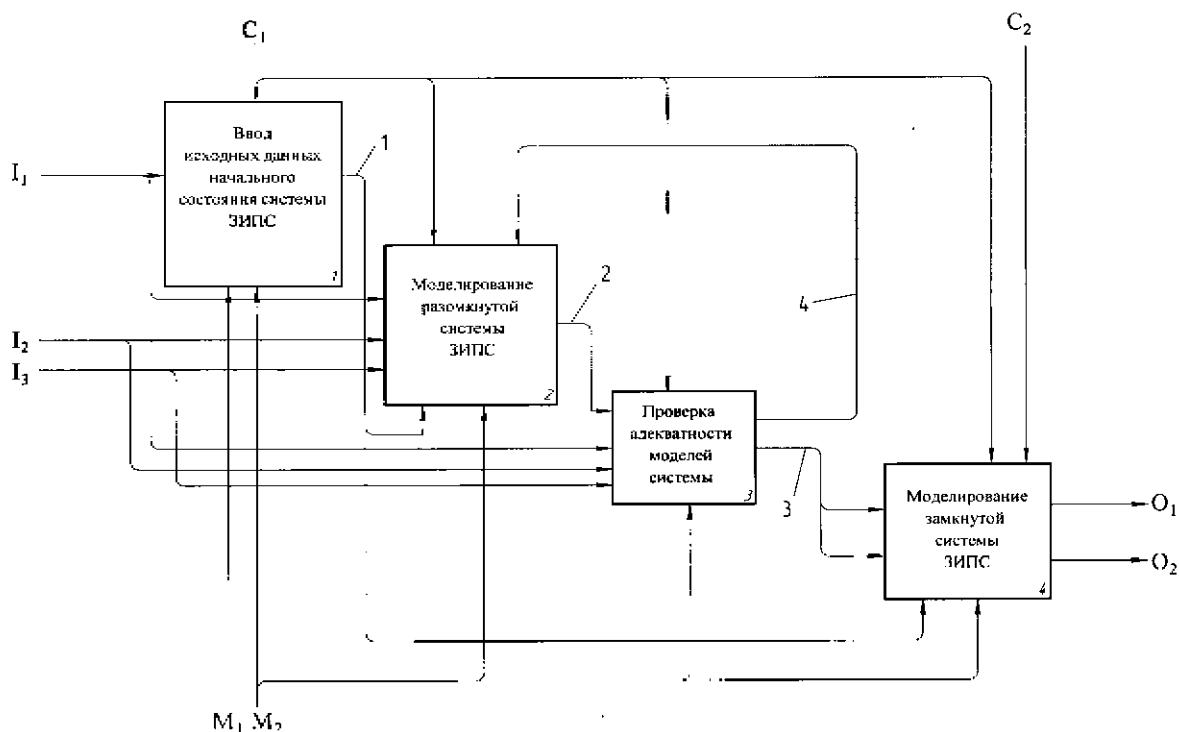


Рисунок 3 – SADT-диаграмма уровня А23:

1 – моделирующий программный комплекс; 2 – переходные процессы; 3 – геометрические и физико-механические параметры качества модели адекватны;
4 – требования корректировки условий моделирования

Таким образом, изучение особенностей проектирования и моделирования технологических процессов, учёт специфики управления и контроля технологической операцией позволяют заключить, что сочетание аналитического синтеза и структурного анализа обеспечивает управление обработкой по комплексу контролируемых параметров качества.