

УДК 621.923

Т.А. Алексеева, ст. преп.

А.К. Ляхович, аспир.

В.В. Точило, ассист.

М.Л. Хейфец, д.т.н., проф.

Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк, Беларусь

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МНОГОФАКТОРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SADT-ДИАГРАММ

Показано, что автоматизированное проектирование технологических процессов на основе использования SADT-диаграмм заключается в выполнении последовательности этапов: анализа класса задач, подлежащих решению, разработки программных модулей, моделирования динамического объекта, расчёта конкретных параметров модели, анализа результатов моделирования, принятия решения о применимости разработанной системы.

Введение. Технология автоматизированного проектирования технологических процессов (ТП) предназначена для разработки алгоритмов функционирования систем управления и исследования динамики ТП, возможности реализации отдельного ТП с заданными качественными и экономическими характеристиками при использовании рассматриваемых технических средств [1, 2].

Важнейшей функцией технологии автоматизированного проектирования является формирование рекомендаций или требований к отдельным элементам системы «заготовка–инструмент–приспособление–станок» (ЗИПС) при проектировании новых ТП для существующих технических средств, либо ко всему комплексу «система управления—ЗИПС» для вновь разрабатываемых технических средств, позволяющих обеспечить технико-экономические показатели при реализации заданного класса ТП [3, 4].

Технология автоматизированного проектирования в единстве с реализующим ее программным комплексом должны представлять собой достаточно удобный и наглядный инструмент для консультаций и подготовки специалистов, занимающихся научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами в области автоматического управления динамическими объектами [5, 6].

Технология проектирования многофакторных процессов. Технология проектирования представляет собой упорядоченную

совокупность операций по обработке и анализу экспериментальной и формированию аналитической информации: о цели управления ТП, о системе ЗИПС; о формализации управления ТП. Последняя задача как задача оптимального управления вводится в специальный моделирующий программный комплекс (МПК), либо возможна адаптация уже имеющихся программных модулей к решению сформированной задачи: проведение цикла моделирования; анализ результатов этой технологии моделирования, формирование выводов и оформление их в требуемом заказчику или руководителю проекта виде [5].

Состав и структура информационной технологии в области проектирования определяется ее назначением, составом, структурой и физической сущностью моделируемых элементов, требованиями, предъявляемыми к исследуемой системе и ее элементам, ограничениями, накладываемыми на процесс их функционирования, с одной стороны, а также используемыми для решения поставленной задачи математическими методами, с другой стороны [6].

Основу технологии составляют метод аналитического синтеза замкнутых систем управления, полученные с его помощью алгоритмы управления в общем виде, позволяющие обеспечить на этапе синтеза заданные характеристики устойчивости и качества процессов управления, а на этапе моделирования заданные, либо достижимые показатели точности [3, 4].

Технология автоматизированного 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)[6]. При этом технология автоматизированного проектирования выделяется значительным расширением класса решаемых с ее помощью задач и сокращением сроков проектирования, как систем управления, так и динамических объектов в целом.

К основным преимуществам SADT-технологии по сравнению с другими подходами к решению сложных задач структурного анализа, синтеза, и последующего моделирования, которые обусловили выбор ее в качестве основного средства при решении рассматриваемой задачи, относятся [5, 6]:

1. Строгая формализация самого процесса проектирования, а также оформления результатов, что обеспечивает удобство восприятия и анализа моделей, а также простоту стыковки моделей разных уровней, либо полученных разными разработчиками.

2. Достаточный компромисс между наглядностью моделей и их информативностью.

3. Развитая система редактирования и коррекции, как в плане удобства ввода изменений на любом уровне иерархии диаграмм, так и в плане учета их на связанных с редактируемым элементом диаграммы уровнях SADT-модели.

4. Значительные удобства формирования диаграмм, обеспечивающие графические возможности при формировании блоков на уровне современных программных комплексов и автоматическое изображение дуг любой сложности в соответствии с требованиями SADT-технологии.

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

Таким образом, в наиболее обобщенной формулировке назначением полученной с использованием SADT-подхода технологии является проектирование многофакторных технологических процессов, оптимизируемых по множеству параметров качества.

Детализация структурных диаграмм. SADT-диаграмма 0-уровня для разработки технологии автоматизированного проектирования и моделирования технологических процессов рассматривает входные, управляющие данные, средства (механизмы), необходимые для решения поставленной задачи, и выходные данные (рис. 1):

I_1 – конструкторская документация на изделие;

I_2 – тип станка, системы ЧПУ, характеристика инструмента и расчётная схема системы ЗИПС;

I_3 – параметры обрабатываемого материала;

C_1 – сроки проектирования;

C_2 – производительность;

C_3 – себестоимость;

M_1 – комплекс математических модели (КММ) системы ЗИПС;

M_2 – моделирующий программный комплекс (МПК);

M_3 – база данных (БД) материалов;

M_4 – БД инструмента;

M_5 – персонал отдела САПР;

O_1 – требуемый ТП;

O_2 – требования на корректировку управлений или входов.

Дальнейшая декомпозиция рассматриваемой задачи, произведенная на основе SADT-технологии с учетом особенностей метода, предлагаемых для использования программно-аппаратных средств [5], а также анализа требований, предъявляемых в современных условиях к ТП, позволяет получить комплекс SADT-диаграмм (рис. 2–3).

SADT-диаграмма уровня A0 (рис. 2) сформированная на основании традиционного подхода к проектированию подобных процессов, предполагает наличие четырех основных функций-блока: 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. 3), где для блока A2 представлены входные (I1–I3), управляющие — по срокам проектирования (выход блока A1), и по производительности (C2) данные, необходимые средства (механизмы) (M1–M6), 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 требуемой точностью в определенное время.

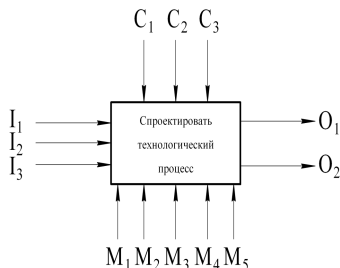


Рис. 1. SADT-диаграмма 0-уровня технологии автоматизированного проектирования технологического процесса

Необходимо отметить, что SADT-технология распространяется не только на проектирование непосредственно процессов обработки, но и на процессы их подготовки, обеспечения и межоперационные переходы [1, 6].

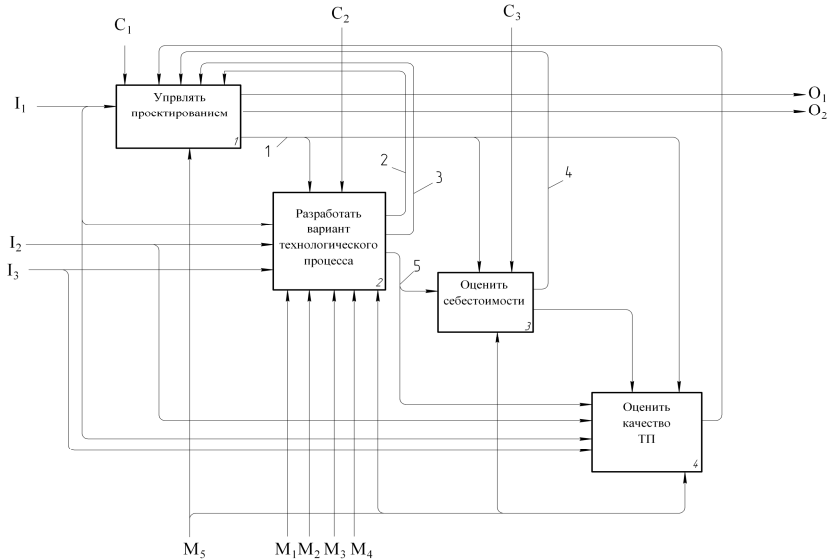


Рис. 2. SADT-диаграмма уровня A0: 1 – план проектирования ТП; 2 – корректировка по срокам; 3 – корректировка по производительности; 4 – корректировка по себестоимости; 5 – вариант ТП

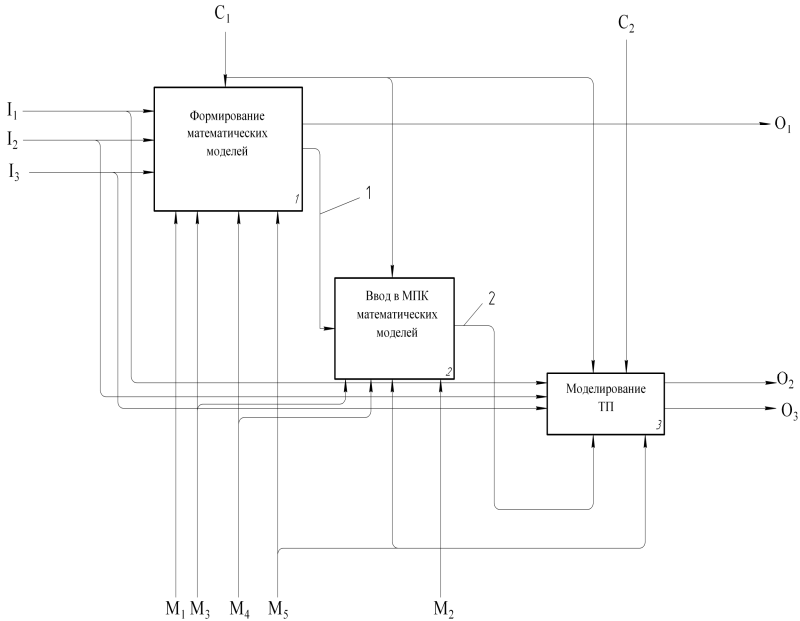


Рис. 3. SADT-диаграмма уровня A2: 1 – совокупность математических моделей; 2 – МПК

Выводы. Из рассмотренных SADT-диаграмм (рис. 1–3) видно, что технология автоматизированного проектирования систем управления динамическими объектами, заключается в выполнении последовательности этапов [4, 5]:

1. Построение математических моделей, определение ошибки управления, то есть предварительный анализ класса задач, подлежащих решению, выбор системы координат, векторов состояния и управления, формирование в выбранной системе координат математических моделей, а также ошибки управления. Указанные функции в выражениях могут быть заданы аналитически, таблично, либо смешанным образом, поэтому часто возникает необходимость использования методов и соответствующих им алгоритмов аппроксимации. Построенные модели позволяют обратившемуся к базе данных, содержащей разработанные ранее модели, сделать вывод о возможности использования в процессе проектирования готовых программных модулей.

2. Разработка, в случае отсутствия необходимых аналогов, программных модулей, реализующих полученные математические модели и позволяющих в каждый момент времени рассчитать положение границ эксплуатационной области, состояние динамического объекта, ошибки управления и ввод их в комплекс математических моделей (КММ) и соответствующие базы данных (БД) или использование уже имеющихся в соответствующей программе при последующем формировании требуемой совокупности моделей.

3. Моделирование динамического объекта, проверка и обеспечение адекватности моделей. Ввод в диалоговом режиме в моделирующий программный комплекс параметров исходного и заданного состояний динамического объекта, начального и конечного моментов времени, а также требуемых характеристик точности и качества процессов управления.

4. Собственно моделирование динамического объекта, в том числе выполнение следующих операций: расчет, конкретных значений коэффициентов всех моделей для данных значений векторов состояния и управления; проверка управляемости линейной нестационарной математической модели динамического объекта и совместности нестационарной математической модели. Проверка условия окончания моделирования и завершение моделирования при его выполнении.

5. Анализ результатов цифрового моделирования и принятия решений либо о применимости разработанной системы управления для решения рассмотренного класса задач, либо о минимальной конфигурации и характеристиках технических и технологических средств самого объекта управления. В комплекс вводятся параметры начального состояния динамического объекта, ошибки управления, рассматриваемый интервал времени, после чего комплекс переходит в автоматический режим моделирования движения динамического объекта.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *Васильев А.С.* Технологические аспекты конверсии машиностроительного производства / *А.С. Васильев, С.А. Васин, А.М. Дальский и др.* – М.–Тула : ТулГУ, 2003. – 271 с.
2. *Корешков В.Н.* Менеджмент качества предприятий машиностроения / *В.Н. Корешков, Н.А. Кусакин, Ж.А. Мрочек и др.* – Мн. : Экономика и право, 2003. – 224 с.
3. Информационные технологии в наукоемком машиностроении: компьютерное обеспечение индустриального бизнеса / под общ. ред. А.Г. Братухина. – К. : Техника, 2001. – 728 с.
4. Интеллектуальное производство: состояние и перспективы развития / под общ. ред. М.Л. Хейфеца, Б.П. Чемисова. – Новополоцк : ПГУ, 2002. – 268 с.
5. *Акаев А.Б.* Управление движущимися объектами : препринт / *А.Б. Акаев, Л.В. Зайцева, Д.М. Мурашов.* — АН СССР, Научный совет по комплексной проблеме "Кибернетика". – М., 1988. – 52 с.
6. *Окулесский В.А.* Функциональное моделирование – методологическая основа реализации процессного подхода / *В.А. Окулесский.* – М. : НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2001.

АЛЕКСЕЕВА Татьяна Анатольевна – старший преподаватель кафедры конструирования и технологии радиоэлектронных средств Полоцкого государственного университета, г. Новополоцк, Беларусь.

Научные интересы:

- автоматизация проектирования и производства;
- технология машиностроения и приборостроения.

ЛЯХОВИЧ Александр Константинович – аспирант кафедры технологии и оборудования машиностроительного производства Полоцкого государственного университета, г. Новополоцк, Беларусь.

Научные интересы:

- автоматизация проектирования и производства;
- технология машиностроения.

ТОЧИЛО Владимир Владимирович – ассистент кафедры технологий программирования Полоцкого государственного университета, г. Новополоцк, Беларусь.

Научные интересы:

- автоматизация проектирования и производства;
- управление качеством и стандартизации.

ХЕЙФЕЦ Михаил Львович – доктор технических наук, профессор кафедры технологии и оборудования машиностроительного производства Полоцкого государственного университета, г. Новополоцк, Беларусь.

Научные интересы:

- автоматизация проектирования и производства;
- технология машиностроения;
- процессы комбинированной обработки материалов.

Тел.: 8(0214)426171.

E-mail: mlk-z@mail.ru

Подано 03.10.2009