



ИФВЭ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 96-43  
ОАПиЭС

Т.В. Егошина

**ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОПИСАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АСУ**

Протвино 1996

## Аннотация

Егошина Т.В. Формализация описания технологических процессов в АСУ: Препринт ИФВЭ 96-43. – Протвино, 1996. – 7 с., библиогр.: 8.

Обсуждается проблема автоматизированного построения описания технологии информационных процессов в АСУ. Приводятся возможные условия реализации предлагаемого метода решения проблемы. Даются основные направления работы в этой области.

## Abstract

Egoshina T.V. Formalization of Description of Technology Processes in ACS: IHEP Preprint 96-43. – Protvino, 1996. – p. 7, refs.: 8.

The problem of automatization construction of description the technology of information processes in ACS is discussed. The possible conditions of realization the propose method of decision the problem are resumed. The general directions of working in this area are given.

## **Введение**

Работа автоматизированной системы управления (АСУ) связана с действием множества информационных процессов, происходящих внутри системы и вокруг нее. То, что происходит внутри, в основном обеспечивается программами, то, что — вокруг, “заязано” на людей, участвующих в эксплуатации данной АСУ или использующих результаты работы системы. Действия человека, связанные с работой программ, требуют соблюдения определенной технологии. В связи с этим возникает необходимость решения, по крайней мере, двух больших проблем: 1) автоматизированное построение технологических процессов обработки информации в АСУ с учетом всех звеньев и ответвлений, 2) включение в уже существующее описание новых схем технологических процессов. Последнее связано с включением в уже существующую АСУ новых задач.

Создание языка описания технологических процессов (ЯОТП), который должен настраиваться на конкретное окружение (операционную систему, СУБД, организационные условия и т.п.) посредством как внутриязыковых возможностей, так и базы знаний технологии работы системы, позволит решать обозначенные выше проблемы.

Таким образом, речь идет о создании средств, которые дадут возможность разработчикам и пользователям АСУ решать проблемы автоматизированного построения технологических процессов и включения новых схем в имеющееся описание.

### **1. Существующие методы автоматизации проектирования технологических процессов**

Интересен опыт автоматизации процесса проектирования сложных технологических систем механической обработки изделий в машиностроении. Важное место в технологической подготовке производства занимает разработка технологических процессов изготовления деталей. Принятыми формами рабочей документации технологических процессов являются маршрутные и операционные карты, описывающие

последовательность выполнения операций над деталями. Они предназначены для человека–исполнителя (рабочего, кладовщика и т.д.), участвующего в производстве. Таким образом, конечной целью технологической подготовки производства является получение конструкторско–технологической документации в виде маршрутных карт. Необходимо отметить, что в настоящее время получил распространение новый альтернативный метод технологической подготовки производства, являющийся составной частью систем автоматизации проектирования (САПР) и гибких производственных систем (ГПС), которые реализуют “безлюдную” технологию. Здесь же обсуждаются технологические процессы производства с участием человека.

Автоматизация проектирования конструкторско–технологической документации сокращает сроки разработки технологических процессов и повышает их качество. Существуют определенные методы автоматизации проектирования технологических процессов на основе проблемно–ориентированных языков. Языки описания технологических процессов (ЯОТП) составляются исходя из потребностей той или иной технологической оснастки производства. С помощью программных средств ЯОТП создается выходная информация в виде маршрутных или операционных карт.

На основании чертежа изделия технолог, используя команды ЯОТП, обычно в диалоговом режиме составляет некую программу. Разработанная программа может быть сохранена и использована в дальнейшем. Известные методы проектирования маршрутных карт, основанные на ранее разработанных технологических процессах, — это проектирование маршрутной карты на основе процесса–аналога и проектирование на основе типовых технологических маршрутов. Первый метод основан на использовании ранее разработанного технологического процесса путем его заимствования и коррекции (метод заимствования [1]). Второй метод — проектирование на основе типовых технологических маршрутов — является перспективным в условиях мелкосерийного и опытного производства, когда различные изделия проходят одинаковые отдельные маршруты при изготовлении. Типовой технологический маршрут должен содержать от одной до трех (четырех) операций, чтобы ее можно было применять достаточно часто. Более длинные типовые маршруты перестают быть типовыми, и это затрудняет их дальнейшее использование [2].

Применение переменных при автоматизированном проектировании позволяет разработчику указывать конкретные размеры деталей или типы отдельных операций.

Нужно отметить, что существуют диалоговый неавтоматизированный и диалоговый автоматизированный режимы проектирования маршрутных технологических карт. Хотя второй режим является более эффективным, первый может сыграть важную роль в процессе обучения пользователя работе на ЭВМ при автоматизации проектирования технологических процессов.

## **2. Автоматизированное построение описания технологии информационных процессов в АСУ**

Рассмотрим возможности применения приведенного метода автоматизированного проектирования к описанию технологии информационных процессов в АСУ. В основном применять этот метод можно для составления описаний (инструкций) персоналу, участвующему в эксплуатации автоматизированной системы управления или получающему результаты работы такой системы.

Технологический информационный процесс определяет действия, их последовательность, исполнителей, программы, средства и ресурсы, необходимые для выполнения этих действий.

Под технологией автоматизированной системы управления будем понимать взаимосвязанную по выходам и входам последовательность технологических операций обработки информации, выполнение которых приводит к достижению требуемого результата — бесшаблонному функционированию АСУ. В результате выполнения некоторой технологической операции могут быть получены компоненты, являющиеся промежуточными, использующиеся в качестве входа следующей технологической операции.

Любая сложная автоматизированная система управления содержит несколько точек ввода и вывода информации из ЭВМ. И, конечно, ЭВМ или комплекс ЭВМ является центральным звеном организации технологии информационных процессов. Кроме того, любая сложная АСУ — это совокупность информационно-согласованных подсистем. Информационная согласованность означает, что работа подсистем обеспечивается информационно-согласованными программами, т.е. результаты работы одних программ будут исходными данными для других.

Рассмотренный подход к формализации построения технологических процессов в АСУ позволяет создать описания технологии с помощью взаимосвязанных технологических операций.

Пусть имеется некоторое множество технологических операций —  $\{ T_i \}$ ,  $i=1,...,N$ .

Верны следующие утверждения по определению отношений между технологическими операциями.

*Утверждение 1.* Две технологические операции  $T_m$  и  $T_n$  находятся в следующем отношении:  $T_m$  “связана и предшествует”  $T_n$ , если существует хотя бы один компонент выхода  $y_m$  операции  $T_m$ , совпадающий с некоторым компонентом входа  $x_n$  операции  $T_n$ .

*Утверждение 2.* Две технологические операции  $T_m$  и  $T_n$  находятся в следующем отношении:  $T_m$  “связана и следует” за  $T_n$ , если существует хотя бы один компонент выхода  $y_n$  операции  $T_n$ , совпадающий с некоторым компонентом входа  $x_m$  операции  $T_m$  [3].

Используя набор технологических операций, можно создать описания (инструкции), ориентированные на разные категории персонала: операторов, системотехников, программистов, администраторов системы, пользователей, аналитиков и т.д.

Для каждой категории персонала требуется свой класс инструкций. В каждой такой инструкции подробно, детально описываются те действия, которые представляют интерес именно для данной группы специалистов или пользователей, и обобщенно в виде укрупненных интегрированных технологических операций те фрагменты, которые их мало интересуют.

Любая сложная АСУ включает такое количество информационных процессов, что без соответствующих инструкций (описаний действий людей в тех или иных ситуациях) наладить работу информационной системы невозможно. Иногда один человек вынужден выполнять множество действий согласно множеству инструкций. Поэтому правильная разработка описаний представляет собой серьезную задачу. Даже при наличии набора типовых инструкций организовать работу АСУ трудно, так как действия согласно шаблонной инструкции не всегда соответствуют реальной обстановке и требуют предварительной детализации.

Применение метода автоматизированного описания технологических процессов в АСУ возможно, поскольку все действия в информационных процессах связаны со строго формализуемыми объектами. В качестве таких можно привести понятия файла, базы данных, программы и т.п.

Однако существуют принципиальные отличия автоматизированного описания технологических информационных процессов в АСУ от аналогичных построений описаний в технологической подготовке производства.

Во–первых, в АСУ существует более высокий уровень элементарных понятий или действий, связанных со сложной структурой информации. Требуется выяснить возможные типы элементарных действий, предпринимаемых человеком, работающим на ЭВМ или участвующим в технологическом процессе, а также классифицировать понятия и действия, связанные с работающими программами (например, инициализация файлов, организация файлов, архивное хранение файлов и т.п.). Определенная работа в этом направлении уже проделана, например в работах [4] и [5], однако достаточной классификации пока нет. Элементарные понятия должны быть теми “кирпичиками”, из которых можно строить формализованные описания технологии.

Во–вторых, в инструкции для исполнителя, участвующего в технологическом информационном процессе, обязательно появятся условные операции (ветвление действий). Например, в инструкции оператора, осуществляющего ввод информации в базу данных с дискет, будет записано:

если *файл с данными не найден*,  
то *проверьте имя файла*,  
иначе, *ищите файл на другом диске*.

Таким образом, инструкция, содержащая последовательность выполнения операций персоналом, представляет алгоритм его действий.

В–третьих, большую сложность вызывает незавершенность информационных процессов. В качестве примера можно рассмотреть тот факт, что заранее неизвестно, в какой момент времени вводимая в базу данных информация окажется

существенной и повлияет на результаты выходных данных или на последующий ввод информации.

В-четвертых, существуют обратные связи информационных потоков, т.е. обрабатываемая на поздних стадиях технологического процесса информация может оказаться влияние на предыдущую стадию. Например, при вводе информации в базу данных средствами СУБД обнаруживается ошибка или несовместимость вводимых данных, тогда необходимо направить эту часть входной информации по альтернативному варианту технологии.

В-пятых, ввиду параллельности информационных процессов необходимо обеспечить непротиворечивость инструкций, т.е. их согласованность друг с другом и с некоторыми заранее заданными утверждениями. Например, инструкция оператору не должна противоречить аналогичной инструкции конечному пользователю, мешать ему или приводить к уничтожению проделанной им работы.

В использовании описаний технологических информационных процессов в АСУ большое место занимает проблема ответственности за правильность выполнения технологии обработки информации. В общем случае полученный набор инструкций для персонала должен четко делить ответственность между людьми таким образом, чтобы всегда можно было ответить на вопрос, на каком этапе допущена ошибка, и в чем она состоит. И именно каждый сотрудник должен выполнять свои обязанности в соответствии с используемой им инструкцией.

### **3. Возможные условия реализации**

Исходя из ранее изложенного, можно назвать следующие условия реализации автоматизированного построения описания технологии информационных процессов в АСУ.

Наличие языка описания технологических процессов обработки информации позволит формализовать построение технологии прикладной задачи. Используя программные средства ЯОТП, можно будет составить документы разных видов, таких как:

- набор инструкций для персонала с содержанием алгоритмов их действий,
- маршрутно-технологические карты для системотехника,
- автоматизированные оценки эффективности информационных процессов.

Необходимость последнего вида документов объясняется тем, что любая работа на ЭВМ должна быть осмысленной для человека, в ней участвующего, а иначе она может привести к непредсказуемым результатам. Более полно этот вопрос затронут в работах [6] и [7].

ЯОТП должен быть настраиваемым на конкретное окружение (операционную систему, СУБД, организационные условия и т.п.) посредством как внутриязыковых возможностей, так и базы знаний технологии работы системы. Параметры настройки должны задавать конкретную проблематику ЯОТП.

Одна из возможных реализаций ЯОТП может быть выполнена на основе макрогенерации после формализации предметной области. Полезно предусмотреть ге-

нерацию из шаблонов пояснительных текстов–описаний для разъяснения действий малообученному персоналу. На этом пути возникает ряд проблем, требующих решения.

Во–первых, параллельность технологических процессов, предполагающая согласованность инструкций, является недостаточно изученной областью, по крайней мере в АСУ.

Во–вторых, обратная связь в информационных процессах сложных систем может приводить к альтернативным вариантам технологии.

В–третьих, в случае, если формализация связи объектов не привела к их конкретному описанию, но связи между ними на логическом уровне установлены, то для принятия решений нужно проводить сложный анализ графа зависимостей между входными параметрами, факторами решения и выходными параметрами [8].

## Заключение

Итогом рассмотрения проблемы формализации описания технологических процессов обработки информации в АСУ станет определение основных направлений работ в этой области.

В первую очередь, необходимо разобраться в понятиях прикладной задачи с прицелом на изложенный метод. Без этого шага любая дальнейшая работа невозможна. Затем на базе элементарных понятий необходимо построить механизм преобразования исходных данных в закодированный вид описания технологии информационных процессов. Иначе говоря, создать ЯОТП.

При наличии ЯОТП можно построить компилятор или интерпретатор этого языка с целью получения алгоритмизированных инструкций для персонала и формирования маршрутно–технологических карт для системотехников (задача, максимально сходная с построением маршрутных карт при автоматизации технологической подготовки производства).

Наиболее сложной задачей будет попытка разобраться в возможностях автоматизированного анализа технологии информационных процессов в АСУ.

## Список литературы

- [1] Максимов М.Г., Шипилова В.Л., Тимохин С.А. САПР технологических процессов на базе СМ ЭВМ. // Приборы и системы управления, 1987, т.1, с. 5-7.
- [2] Широбоков Ю.А. Автоматизация проектирования технологических процессов на основе проблемно–ориентированного языка: Препринт НИИЭФА П–МО–0720. — ЦНИИАТОМИНФОРМ, Москва, 1986.
- [3] Сольницев Р.И., Кононюк А.Е., Кулаков Ф.М. Автоматизация проектирования ГПС. — Ленинград: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1990.

- [4] Кирилюк Н.И., Лещенко В.М., Воронков В.И., Романюк Е.А., Черных А.А. Технология обработки данных в АСУ. — Киев: Техника, 1982.
- [5] Липаев В.В., Серебровский Л.А., Гаганов П.Г., Каганов Ф.А., Минаев М.А., Штрик А.А. Технология проектирования комплексов программ АСУ. — М.: Радио и связь, 1983.
- [6] Мичи Д., Джонстон Р. Компьютер—творец. — М.: Мир, 1987.
- [7] Поляков А.О., Лачинов В.М., Фомичев А.Н. Некоторые вопросы методологии разработки автоматизированных систем управления: Препринт НИИЭФА, П-МО-0595. — Ленинград, 1983.
- [8] Соломенцев Ю.М., Диденко В.П., Митрофанов В.Г., Прохоров А.Ф. Робототехника и гибкие автоматизированные производства. / Кн. 8. Основы построения систем автоматизированного проектирования гибких производств. М.: Высшая школа, 1986.

*Рукопись поступила 14 мая 1996 года.*

Т.В.Егошина.

Формализация описания технологических процессов в АСУ.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

Редактор М.Л.Фоломешкина.

---

Подписано к печати 03.07.96. Формат 60 × 84/8.  
Офсетная печать. Печ.л. 0,8. Уч.-изд.л. 0,64. Тираж 100. Заказ 798.  
Индекс 3649. ЛР №020498 17.04.97.

---

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий  
142284, Протвино Московской обл.

Индекс 3649

---

ПРЕПРИНТ 96-43, ИФВЭ, 1996

---