



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РФ

К.Ю. Шилин

МАКРОПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА
МЕЖДУ КРИЗИСОМ И МОДЕРНИЗАЦИЕЙ

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ДЕЛО»

УДК 004
ББК 32.81
Ш55

Шилин, К.Ю.

Ш55 Макропроектирование компьютерных обучающих систем / К.Ю. Шилин. — М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2013. — 184 с. — (Экономическая политика : между кризисом и модернизацией).

ISBN 978-5-7749-0733-5

В работе изложены основы макропроектирования компьютерных обучающих систем, представлен основной понятийный аппарат и технологии проектирования. Приводятся подробные технологические таблицы этапов проектирования, состав и организация выполнения проектных работ. Рассмотрены методы решения основных задач, возникающих при проектировании компьютерных обучающих систем. Книга предназначена для специалистов в области проектирования сложных систем, магистров и аспирантов, ведущих исследования на стыке наук в областях системотехники и педагогики.

**УДК 004
ББК 32.81**

ISBN 978-5-7749-0733-5

© ФГБОУ ВПО «Российская академия
народного хозяйства и государственной
службы при Президенте
Российской Федерации», 2013 .

Оглавление

Введение	7
Глава 1. Концепция проектирования компьютерной технологии обучения	15
1.1. Структура компьютерной технологии обучения . . .	15
1.2. Специфика проектирования компьютерных технологий обучения	30
1.3. Состав функций управления обучением	40
1.4. Требования к средствам создания и реализации компьютерных технологий обучения	58
Выводы	70
Глава 2. Организация работ по созданию КОС	77
2.1. Обоснование подхода к организации работ по проектированию КОС	77
2.2. Содержание и последовательность стадий и этапов проектирования КОС	83
2.3. Организация выполнения проектных работ	97
Выводы	119
Глава 3. Методы решения задач макропроектирования компьютерных обучающих систем	125
3.1. Структуризация принципов классификации систем автоматизированного обучения	126
3.2. Проектно-ориентированная классификация компьютерных обучающих систем	132
3.3. Оценка возможностей информационных технологий в представлении содержания обучения	149
3.4. Принципы сравнительной оценки стратегий обучения	157

3.5. Метод определения номенклатуры автоматизируемых функций управления обучением	161
3.6. Метод оценки целесообразности автоматизации функций управления обучением	167
Выводы	171
Заключение	177
Список литературы	178

Глава 1

Концепция проектирования компьютерной технологии обучения

1.1. Структура компьютерной технологии обучения

Для разработки структуры КТО, прежде всего, необходимо определиться с трактовкой понятий «технология обучения» и «компьютерная технология обучения». Их статус до сих пор не определен.

Термин «технология» имеет несколько толкований. В широком смысле под технологией понимают науку о законах производства материальных благ, вкладывая в нее три основные части: идеологию, т. е. принципы производства; орудия труда, т. е. станки, машины, агрегаты; кадры, владеющие профессиональными навыками. Эти составляющие называют, соответственно, информационной, инструментальной и социальной. Для конкретного производства технологию понимают в узком смысле как совокупность приемов и методов, определяющих такую последовательность действий, которая гарантирует реализацию производственного про-

цесса и получение конечного продукта вполне определенного качества [35].

Для любой технологии могут быть выделены цель, предмет и средства. *Целью технологии* в производстве является повышение качества продукции, снижение ее себестоимости и сокращение сроков изготовления. *Предметом технологии* выступают материальные и идеальные объекты, воздействуя на которые человек получает конечный продукт. *Средства технологии* — совокупность методических, математических, информационных, программных и технических средств, на основе которых проектируется и реализуется технология. В любой технологии выделяется методология и средства реализации.

Методология технологии в общем случае включает в себя:

- декомпозицию технологизируемого процесса на отдельные взаимосвязанные и подчиненные составляющие;
- алгоритмизированную реализацию определенной последовательности этих составляющих в соответствии с целью технологии;
- детерминированность предписаний по выполнению отдельных операций и процедур, формализуемую в технологической документации [36].

Технология как процедура, гарантирующая вполне определенное качество конечного продукта, должна отвечать требованиям результативности, массовости и детерминированности, т. е. всем требованиям, предъявляемым к алгоритму по А. А. Маркову. Эти требования определяют отличия двух возможных видов описания процедуры получения конечного продукта: нормативного описания технологии и методики. Данные отличия приведены в табл. 1.1.

Соотношение методологии технологии и ее средств таково: методология устанавливает такую последовательность действий, которая гарантирует реализацию производственного процесса и получение конечного продукта вполне определенного качества [35], а средства обеспечивают ее реализацию. Процесс реализации любой технологии есть процесс управления. Управление есть целенаправленное воздействие на параметры технологического процесса с целью обеспечения заданного качества конечного продукта [35]. Оно осуществляется на основе определенных методов и средств управления.

Структура основных компонентов технологии и методологических основ их разработки, обоснованная Б. Я. Советовым в [35, 36],

Таблица 1.1

Основные характеристики методики и нормативного описания
технологии

Признак	Методика	Нормативное описание технологии
Цель разработки	Определение процедуры получения конечного продукта	
Показатели качества и количества исходного продукта	Качественные	Количественные
Требования к описанию отдельной операции (действия)	Качественная определенность объекта и производимого в отношении его действия	Количественная определенность всех характеристик объекта и воздействий, определяющих успешность завершения операции
Требования к средствам реализации отдельной операции	Не формулируются или формулируются на качественном уровне	Определяются количественными параметрами реализуемого воздействия
Критерии завершения отдельной операции и процедуры в целом	Качественные	Количественные
Способ оценки завершения отдельной операции	Констатация факта выполнения операции или экспертная оценка состояния объекта воздействия	Измерение параметров объекта воздействия, характеризующих успешность операции
Фактор, определяющий эффективность (успешность, результативность)	Квалификация субъекта, реализующего процедуру	Выполнение требований нормативного описания процедуры
Степень гарантированности необходимого качества конечного продукта	Определенная вероятность	Полная гарантия

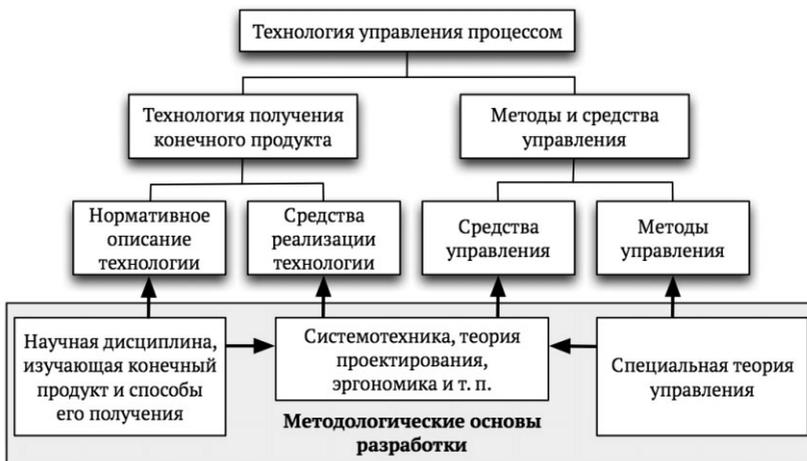


Рис. 1.1. Компоненты технологии управления и методологические основы их разработки

представлена на рис. 1.1. Важнейшей особенностью этой структуры является включение в ее состав методов и средств управления технологическим процессом, т. е. тех элементов, без которых реализация технологии становится невозможной.

В педагогике понятие «технология» до сих пор трактуется исключительно в широком смысле. Отличие понятий «методика» и «технология» определяется только учетом средств их реализации. Наиболее полно общепринятому понятию технологии в широком смысле соответствует трактовка Е. И. Машбица: технология обучения представляет собой систему материальных и идеальных средств, используемых в обучении, и способы функционирования этой системы [22]. Подобные дефиниции, объединяя способы (приемы) обучения со средствами их реализации, никак не определяют требования к технологии обучения как процедуре управления деятельностью обучаемых.

Сформулируем понятие технологии обучения в узком смысле. *Технология обучения — это такая процедура управления деятельностью обучаемого, которая соотнесена со средствами ее реализации и определяет последовательность обучающих воздействий, гарантирующую достижение целей обучения.*

Компьютерная технология обучения (КТО) — это технология обучения, реализуемая с использованием АПС ЭВМ.

Рассмотрим содержание компонентов технологии управления применительно к технологии обучения.

Методы управления. Повышение квалификационных характеристик управляющих объектов в отношении реализуемых ими функций (обучение) в качестве цели управления в теории управления до сих пор не рассматривалось. Формулировка задач в отношении квалификационных характеристик эргатических элементов была ограничена:

- 1) определением технических нормативных характеристик деятельности этих элементов, которые обеспечивают достижение заданных показателей функционирования системы;
- 2) установлением соответствия нормативных характеристик деятельности эргатических элементов психофизиологическим;
- 3) созданием комфортных условий для деятельности эргатических элементов.

Решение задачи создания АОС как управляющей системы класса АСУ, осуществляющей управление эргатическими элементами с целью повышения их определенных квалификационных характеристик, что предполагает развитие теории управления и включение в ее состав соответствующего специфического направления, определяющего законы управления с целью обучения. Такая специальная теория управления должна исходить из положений общей теории управления и определять закономерности, принципы и методы управления в соответствии с новой для теории управления формулировкой целей функционирования системы.

Единственной областью человеческого знания, целенаправленно изучающей процессы управления в целях повышения тех квалификационных характеристик эргатических элементов, которые определяют качество их функционирования в некоторой другой системе, а другими словами, занимающейся обучением, является педагогика. Таким образом, *в отношении задач управления с целью повышения квалификационных характеристик эргатического объекта управления педагогика должна рассматриваться в качестве специальной теории управления, определяющей все законы, принципы, методы и способы управления с целью обучения.* Проблема включения педагогики в общую структуру специальных теорий управления — это проблема формализации эмпирических педагогических

знаний на основе положений общей теории управления, а также согласования терминологии этих двух предметных областей.

Нормативное описание технологии. В соответствии с приведенными выше положениями нормативное описание технологии обучения должно определять такую последовательность процедур формирования и предъявления образа УЭ (приемов, способов обучения), которая гарантирует его усвоение обучаемым. Содержание процедур, составляющих процесс обучения, алгоритмы их осуществления, а также правила выбора отдельных процедур и последовательности их эффективной реализации в зависимости от целей обучения, специфики учебной деятельности обучаемого, формулировки дидактической ситуации и целей ее разрешения определяются в предметной области педагогики. Таким образом, *педагогика и практика обучения составляют теоретический и эмпирический базис для разработки методологии технологии обучения. Конечным результатом разработки этой методологии должно быть такое нормативное описание обучения, выполнение которого гарантирует достижение поставленных целей.* Данное описание представляет собой информационную составляющую технологии. Оно должно быть ориентировано на достижение вполне определенных целей обучения и не должно быть соотнесено с конкретными средствами его реализации, точнее, в соответствии с основными положениями теории проектирования оно должно быть ориентировано на наиболее мощные средства. Таким образом, *задача разработки информационной составляющей КТО является чисто педагогической* и состоит в развитии методики обучения как неформализованного описания процесса обучения, дающего определенную вероятность достижения учебных целей, до уровня технологии как нормативного алгоритмизированного описания этого процесса, отвечающего требованиям результативности, массовости и детерминированности, т. е. гарантирующего достижение целей обучения в случае его соблюдения.

Средства реализации технологии. К числу средств реализации технологии обучения относятся те средства (речь преподавателя, тексты, плакаты, схемы, кинопроектор, диапроектор, магнитофон, системы коллективного и индивидуального отображения информации КОС и т. п.), которые способны отображать заданный УЭ в заданном виде.

Средства управления. К средствам управления относятся те средства, которые способны осуществлять выбор вида обучающего

воздействия (приема или способа обучения), наиболее полно отвечающего специфике учебной деятельности обучаемого в конкретной дидактической ситуации. В качестве средств управления могут рассматриваться: человек-преподаватель; КОС; АОС, объединяющая преподавателя и КОС. Каждое из этих средств обладает своими преимуществами и недостатками:

- 1) человек-преподаватель способен использовать диалектическую и формальную логику, естественный и искусственные языки и т. д., но его возможности по оперативной обработке, приеме и передачи информации существенно ограничены психофизиологическими особенностями человеческого организма;
- 2) КОС обладает практически неограниченными возможностями по оперативной обработке и передачи формализованной информации, но полноценное использование диалектической логики, естественного языка и различных эвристик для ЭВМ пока недоступно;
- 3) АОС, объединяющая преподавателя и КОС, способна усилить как преимущества, так и недостатки составляющих ее элементов.

Если на этапе выбора средств управления в их состав включается КОС, то задача разработки технологии обучения перестает быть чисто педагогической. Ее решение требует привлечения методов системотехники, эргономики, инженерной психологии и т. д.

Тогда в соответствии с обоснованной Б. Я. Советовым [35, 36] общей структурой технологии управления структура основных компонентов технологии обучения и методологических основ их разработки может быть представлена в виде, приведенном на рис. 1.2.

Приведенная на рис. 1.2 структура корректна, но она не отражает принципиальных отличий нормативного описания КТО от нормативного описания производственных технологий. Эти отличия определяются тем, что в производственных технологиях в качестве объекта управления (предмета труда) выступают объекты, относящиеся к классу казуальных систем (КС), а в образовательных технологиях — объекты (обучаемые), которые относятся к классу самоорганизующихся систем (СС), способны к целеобразованию и выбору своего поведения в зависимости от внутренне присущей им (имманентной) цели. Для КС формирование их организации есть результат действия причинно-следственных связей, что позволяет однозначно предсказывать их реакцию на определенный

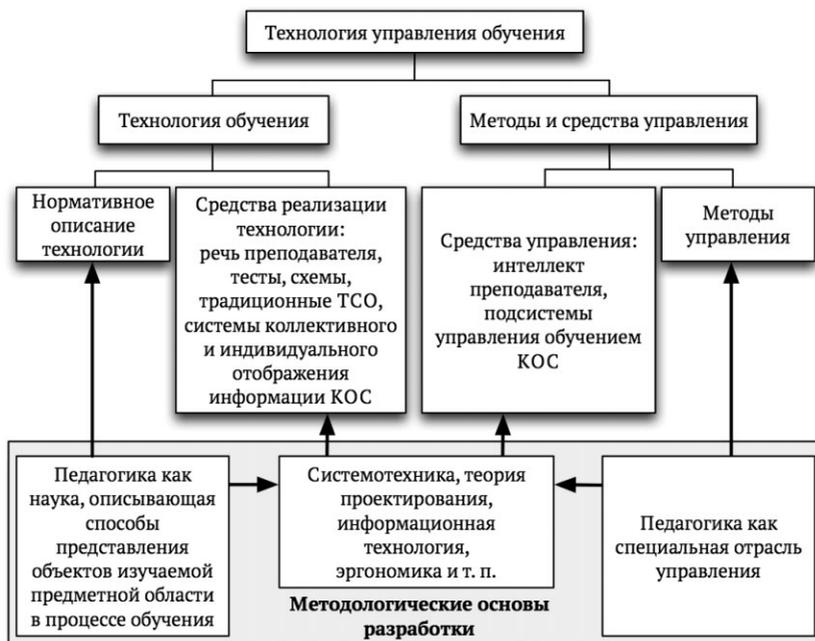


Рис. 1.2. Компоненты компьютерной технологии обучения и методологические основы их разработки

вид воздействия:

$$R = (A, V(P, M, S)) = const^1, \quad (1.1)$$

где R — результат воздействия; A — задачная ситуация, определяющая исходные характеристики объекта воздействия и необходимый результат (цель); V — воздействие; P — способ воздействия (решения A); M — средства воздействия (решения A); S — реакция объекта на воздействие V .

Характер взаимного влияния элементов (1.1) определяется закономерностью, приведенной на рис. 1.3.

¹В формуле (1.1) и, далее, в формуле (1.2) и на рис.1.3 и, далее, 1.4 символы *const* и *var* используются для оценки качественной определенности соответствующего объекта, а не его параметров, которые всегда могут изменяться в определенных пределах.

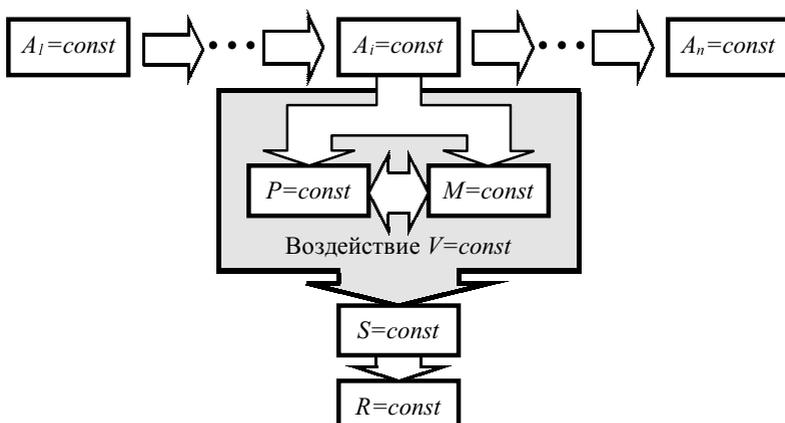


Рис. 1.3. Закономерность получения результата при воздействии на казуальную систему

Однозначное взаимное соответствие результата воздействия на КС способу и средствам воздействия позволяет представить нормативное описание технологии в виде «технологической цепочки», которая остается неизменной для любого множества возможных объектов, отнесенных к категории исходного продукта. В данных условиях задачи управления, решаемые с помощью соответствующих методов и средств управления, сводятся:

- 1) к оперативному контролю критериальных параметров объекта воздействия (качества исходного и конечного продукта),
- 2) к управлению параметрами технологического процесса.

Последнее предполагает изменение интенсивности воздействия на объект воздействия и не предполагает изменения способа или средств воздействия.

САО представляет собой антропотехническую систему с эргатическим объектом управления (обучаемым) и относится к классу самоорганизующихся систем (СС). Предсказать с полной определенностью результативность того или иного воздействия на СС невозможно:

$$R = (A, V(P, M, S)) = var, \quad (1.2)$$

где R — результат воздействия; A — задачная ситуация, определяющая исходные характеристики объекта воздействия и необходи-

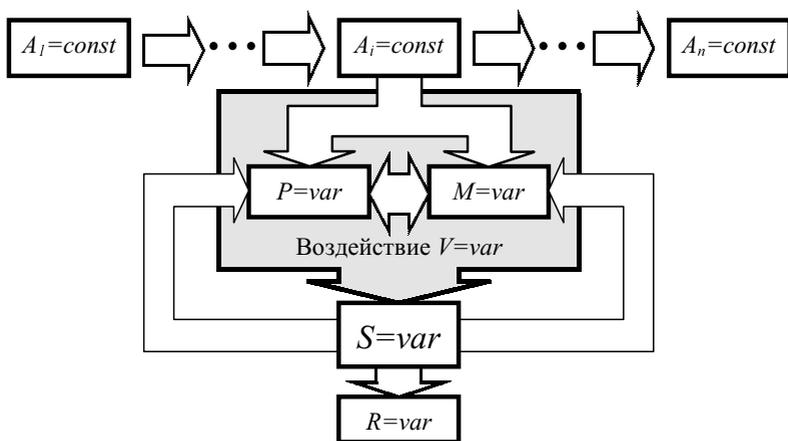


Рис. 1.4. Закономерность получения результата при воздействии на самоорганизующуюся систему

мый результат (цель); V — воздействие; P — способ воздействия (решения A); M — средства воздействия (решения A); S — реакция объекта на воздействие V .

Характер взаимного влияния элементов (1.2) определяется закономерностью, приведенной на рис. 1.4.

Как видно из сказанного выше, технология обучения в виде технологической цепочки представлена быть не может. Для определения структуры нормативного описания технологии обучения рассмотрим общий порядок решения задачи. В самом общем виде задача (задачная система) — это система, обязательными компонентами которой являются:

- 1) предмет задачи, находящийся в исходном состоянии (исходный предмет задачи);
- 2) модель требуемого состояния предмета задачи (требование задачи) [3].

Под решением задачи понимается воздействие на предмет задачи, обуславливающее ее переход из исходного состояния в требуемое. Воздействующая система, которая обеспечивает решение задачи, определяется термином «решатель». Решатель характеризуется средствами решения задачи, находящимися в его распоряжении. К этим средствам относятся операторы, которыми распола-

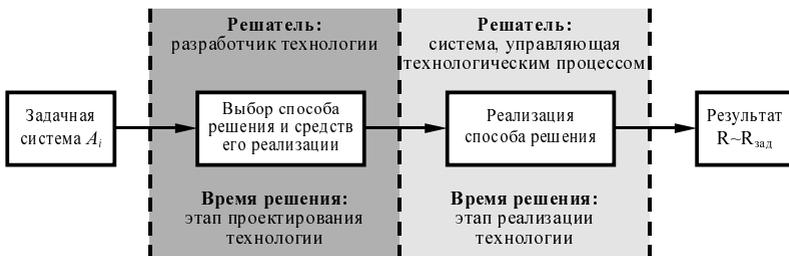


Рис. 1.5. Процедура решения задачи управления казуальной системой

гает решатель, а также привлекаемые им операнды, дополнительные к тем, которые имеются в предмете задачи [3]. В качестве таких операндов выступают идеальные и реальные объекты, которые не входят в задачу, но привлекаются для ее решения, выступая как средства решения задачи [22].

Решение задачи рассматривается как процесс выработки и реализации воздействия на предмет задачи. Этап выработки этого воздействия определяется как подзадача нахождения способа решения, а этап выполнения воздействия — как подзадача реализации способа решения. Результатом выполнения первого этапа является разработка способа решения задачи и выбор средств его реализации, а второго — фактически достигнутая эффективность выполнения как отдельных операций, так и всей процедуры решения задачи в целом.

Рассмотрим особенности процедуры решения задачи A_i , для КС и СС (см. рис. 1.5, 1.6).

Результат, к которому может привести выбранный способ воздействия на КС, зависит либо от определенных факторов (известные, но неконтролируемые (неуправляемые) факторы, имеющие фиксированные значения), либо от случайных факторов (известные неконтролируемые факторы, для которых известен закон распределения их возможных значений). Задача выбора способа и средств воздействия на КС есть задача принятия решения в условиях определенности или в условиях риска. Данные характеристики позволяют:

- 1) вынести решение подзадачи выбора способа и средств воздействия на казуальную систему на этап проектирования технологии (см. рис. 1.5);

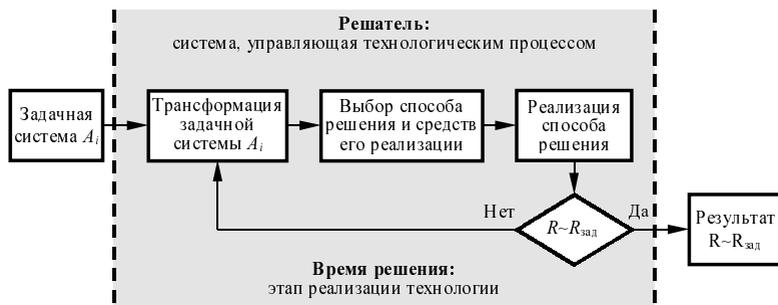


Рис. 1.6. Процедура решения задачи управления самоорганизующейся системой

- 2) сузить круг задач управления технологическим процессом до задач контроля и корректуры значений вполне определенной совокупности управляемых параметров кузуальной системы.

Управление самоорганизующейся системой всегда ведется в условиях недостатка информации. Это вызвано тем, что такие системы лишь частично наблюдаемы, частично познаваемы и частично управляемы [11].

Результат, к которому может привести выбранный способ воздействия на СС, зависит от случайных факторов и неопределенных факторов, имеющих нестохастический характер. К последним относятся природные факторы, неизвестные вследствие недостаточной изученности объекта управления, и противодействующие (стратегические) факторы, которые обусловлены наличием в составе СС людей, преследующих свои собственные цели. Задача выбора способа и средств воздействия на СС есть задача принятия решения в условиях риска и стратегической неопределенности (неопределенности, создаваемой эргатическим объектом управления, преследующим собственные цели [28]). Решение задач управления СС всегда происходит в условиях недостаточного основания. Для того чтобы выявить реакцию системы на тот или иной вид воздействия, нужно реализовать это воздействие. Но реализованное воздействие изменяет саму систему, поэтому ее реакция на следующее аналогичное воздействие может отличаться от предыдущей [12]. В общем случае любое воздействие на самоорганизующуюся систему может привести к качественному изменению ее свойств. В результате повторное воздействие на нее может привести к дру-

гим, иногда прямо противоположным результатам [11]. Данные характеристики СС определяют необходимость:

- 1) решения подзадачи выбора способа и средств воздействия на СС непосредственно на этапе реализации технологии;
- 2) трансформации задачной системы, т. е. определения исходной задачной ситуации и целей ее разрешения в соответствии со специфическими характеристиками СС или ее реакции на предыдущее воздействие;
- 3) включения в число задач управления технологическим процессом задачи принятия решения по выбору способа и средств воздействия на СС.

Таким образом, представленные на рис. 1.5 и 1.6 процедуры имеют следующие принципиальные отличия:

1. При условии выполнения всех требований технологии процедура решения задачи управления (преобразования) КС всегда результативна. Ее цикличность (необходимость повторения) может быть вызвана только несоответствием вполне определенных параметров КС или самого технологического процесса их нормативным значениям. Задача управления СС в общем случае может быть решена только методом последовательного приближения и требует реализации цикла управляющих воздействий.
2. Подзадача выбора способа и средств воздействия на КС может решаться и решается на этапе проектирования технологии, а подзадача реализации воздействия — на этапе реализации технологии. Для СС подзадача выбора способа и средств воздействия и подзадача реализации воздействия должны решаться на этапе реализации соответствующей технологии.
3. В случае КС задачи управления технологическим процессом ограничены задачей контроля вполне определенной совокупности параметров КС и задачей управления средствами реализации технологии. Задачи управления технологическим процессом, реализуемым в отношении СС, должны включать:
 - 1) задачу оперативного контроля состояния СС;
 - 2) задачу формирования технологии (определение исходной задачной ситуации и целей ее разрешения в соответствии со специфическими характеристиками СС или ее реакции на предыдущее воздействие, выбор способов и средств воздействия на СС);
 - 3) задачу управления средствами реализации технологии.

Данные отличия определяют справедливость следующих положений:

1. До этапа реализации технология обучения может быть представлена только в виде определенного набора не связанных между собой процедур реализации конкретных видов обучающих воздействий (приемов, способов обучения). Процесс реализации каждой из этих процедур детерминирован характером соответствующего приема (способа) обучения, что позволяет рассматривать их в качестве технологических операций, из которых формируется гибкая технология, а саму КТО — в качестве гибкой автоматизированной технологии (ГАТ).
2. Задача формирования определенной последовательности обучающих воздействий (технологической цепочки) требует оценки реакции обучаемого на предыдущее воздействие, а потому может быть решена только непосредственно на этапе реализации технологии обучения. Если сценарий АУЗ как проект учебного занятия представляет собой технологическую цепочку, т. е. заранее определяет не только последовательность изучения УЭ, но и способы их предъявления вне зависимости от характера деятельности конкретного обучаемого, то данный сценарий реализует методику, а не технологию обучения.
3. Реализация технологии обучения немыслима без соответствующей технологии управления. Технология управления обучением на основе данных объективного контроля деятельности обучаемого должна обеспечивать:
 - 1) реализацию процедуры выбора обучающих воздействий и оперативное формирование такой их последовательности, которая наиболее полно соответствует специфическим особенностям обучаемого;
 - 2) управление средствами реализации технологии обучения. С учетом приведенной выше специфики технология управления обучением должна обеспечивать не просто реализацию технологии обучения, но и ее оперативное проектирование в процессе обучения.
4. Методы и средства управления обучением должны включать:
 - 1) методы и средства оперативного контроля деятельности и психофизиологического состояния обучаемого;



Рис. 1.7. Структура компьютерной технологии обучения и методологические основы ее разработки

- 2) методы и средства формирования технологии, включающие методы и средства формулировки дидактической задачи и ее решения;
- 3) методы и средства управления процессом реализации технологии.

С учетом приведенных выше особенностей управления СС структура КТО примет вид, приведенный на рис. 1.7.

Приведенная на рис. 1.7 структура адекватна структурам, представленным на рис. 1.1, 1.2, и отражает особенности обучения как управления СС. Для ее разработки необходимо определить, как влияют названные выше различия между производственными технологиями и технологией обучения на сам процесс создания КТО, и выявить его специфические особенности.