САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ
ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ, ЭКОНОМИКИ И ПРАВА

В. Н. РОМАНЕНКО, Г. В. НИКИТИНА

ОБЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2011

ББК 32.973.26-018.2
Р 69

Научный редактор
действительный член Европейской академии естествознания
В. В. Корец

Рецензенты
доктор технических наук, профессор, академик МАФО
В. М. Бельфор;
доктор технических наук, профессор, академик АИО
В. В. Иваницкий;
кандидат физико-математических наук, доцент, академик АИО
А. Н. Протопопов

ISBN 978-5-4227-0035-6

© Романенко В. Н., Никитина Г. В., 2011
© СПбИВЭСЭП, 2011

Различие в способах, при помощи которых может быть познан предмет, создает многообразие наук.

Фома Аквинский
«Сумма теологии»

И хотя многие приемы, применяющиеся на заводах и фабриках, ведут свое начало от опытом оправданных начал естествознания, тем не менее, в практическом сочетании частности должны ждать своих обобщений, которыми в будущем может выступить технология, как самостоятельная прикладная наука.

Д. И. Менделеев
Статья «Технология» для
энциклопедического словаря 1901 г.

ВВЕДЕНИЕ

Существуют два подхода к попыткам осмыслить мир. С помощью первого мир пытаются осознать в его целостности. Другой подход связан с «расчленением» воспринимаемого мира на части и дальнейшим объяснением его свойств на основе более простых составляющих. Не вдаваясь в тонкости определений, скажем, что первый подход связан с термином *холизм*, а второй – с термином *редукционизм*. Возможности такого анализа отражают отмеченное еще Спенсером наличие двух тенденций во всех явлениях природы, а именно дифференциацию и интеграцию. Каждый из двух подходов, отражающих свойства реальности, имеет свои достоинства и недостатки. Естественно-научное рассмотрение мира, задачи техники и технологий в основном опираются на идеи и методы редукционизма. В этом случае всегда используется некоторое упрощение действительности. Упрощенное рассмотрение создает определенную модель действительности. Степень допускаемых упрощений меняется от модели к модели. Соответственно, модели позволяют делать обобщения с разной глубиной охвата, то есть с разной *интегративностью*. Возможна даже классификация моделей по степени их интегративности [93]. При этом наиболее общие модели, которые применимы практически ко всем разделам человеческого знания, получили название *глобальных моделей*.

Чем выше интегративность модели, тем больший круг вопросов она рассматривает и тем большее число разнородных явлений позволяет сравнить между собой. В то же время модели с высокой степенью интегративности позволяют получить меньше конкретных практических

результатов по сравнению с моделями, применение которых ограничено. Исследуя конкретные задачи и проблемы, наука оперирует с моделями, связанными с узкими областями знания, при этом достигается много частных успехов. Однако периодически процесс глубокого расчленения окружающего мира сменяется интересом к обобщающим моделям.

Появление в последние десятилетия работ по созданию общих описаний технических систем, многообразий и т. д. свидетельствует о необходимости возврата к исследованиям обобщающего типа. Это проявляется даже в гуманитарной области. Так, ныне формируется новый подход к анализу истории, когда она излагается не применительно к отдельным государствам или народам, а непосредственно описывает ход событий в большом сообществе государств. Примером может служить книга по истории Европы, написанная Н. Дэвисом. Поэтому предлагаемая нами попытка построить общую модель технологий вполне оправданна. Желательно, чтобы такая общая модель описывала бы как технические технологии, так и технологии гуманитарные, то есть педагогические методики, методы поиска информации и т. д. При этом желательно сохранить некоторую долю конкретности, то есть не переходить к чисто философскому анализу проблемы, как это сделано, например в [22, 44].

Даже самая общая глобальная модель основана на определенных упрощениях. Поэтому ни в коей мере нельзя рассчитывать, что с ее помощью можно полностью описать реальность. Лучше всего представление о реальности дает совместное использование нескольких моделей. В этом случае каждая модель описывает реальность с новой точки зрения. Можно говорить о том, что наилучшее представление о реальности находится на пересечении представлений, создаваемых разными моделями приблизительно одинакового уровня интеграции. На то обстоятельство, что понимание природы связано со взаимодействием, то есть пересечением моделей, четко указал Ю. В. Чайковский [121]. Моделей, необходимых для всеобъемлющего описания реальности, не очень много. Однако со временем их число может возрастать. Естественно, каждая модель частично охватывает те черты реальности, которые описываются и другими моделями. Поэтому постепенное вовлечение в анализ реальности новых моделей сопряжено с уменьшением количества информации, которое вносится каждой новой моделью. Эта информация связана с той последовательностью, в которой разные модели вводятся в анализ. Иными словами, полнота описания реальности не требует большого числа моделей.

Применительно к не очень сложным понятиям считается, что хорошая полнота описания достигается при использовании 6–7 свойств-характеристик. Оценки этого числа не очень надежны. Соответствующий

вывод повторен в работе [53]. Таким образом, можно ожидать, что для хорошего описания реальности достаточно ограничиться небольшим числом моделей. Сказанное также говорит о том, что любая общая модель требует для своего использования привлечения и других моделей. В случае общей теории технологий это модели многообразий [83, 126], технических систем [19, 40, 63, 116] и общие представления теории систем [110].

Технологии даже при самом общем подходе относятся к области достаточно конкретных представлений о действительности. Поэтому рассматриваемые в книге отношения нельзя считать чисто философским анализом. Их скорее можно отнести к разделу знаний, который иногда называют *философией техники*.

Описание технической действительности и методов управляемого влияния на нее, то есть технологий, исходит из нескольких базовых допущений. Первое из них – это общее допущение, которое обычно явно или неявно делается при изучении окружающей реальности. Оно отвечает на важнейший вопрос о том, как влияет наблюдение, точнее присутствие обобщенного наблюдателя, описывающего реальность, на саму эту реальность. Естественно считать, что во всех наших исследованиях такого влияния нет.

Первое базовое допущение. *Изучение и описание окружающей реальности и, в частности, изучение и описание технических систем и их преобразований с помощью технологий никак не влияет на получаемые результаты и не влияет на саму реальность.*

Это допущение настолько естественно, что его часто просто не оговаривают. В разных формулировках оно является наиболее общим, делаемым при анализе любых свойств реальности. Строгое его доказательство, как и доказательство остальных базовых допущений, очень сложно, если вообще возможно. Остальные базовые допущения, которые здесь описаны, не имеют столь общего характера и относятся либо только к технологиям, либо к области технических систем.

Технологии целенаправленно преобразуют объекты и технические системы. Для того чтобы изучить и описать процесс преобразования, необходимо знать его характеристики, то есть описание объектов в начальный и конечный моменты преобразования. Желательно иметь возможность получать такие же сведения об объектах и на разных стадиях. Для этого сам объект должен быть достаточно стабильным. Только в этом случае можно его однозначно описать и классифицировать. Эта проблема не нова. Хорошо известно, например, что для изучения изменчивости живых организмов (их эволюции) нужно сначала описать сами объекты, то есть создать соответствующую классификацию (таксономию). Если бы изменения объектов шли слишком быстро, то описать их свойства, как приблизительно неизменные, было бы невозможно.

Известны такие процессы, как быстрое растворение, взрывы и т. п., когда невозможно говорить о стабильности объектов в разные моменты процесса. В этих случаях можно только говорить о чем-то стабильном до начала и после конца процесса.

Но этого не всегда достаточно. Если процесс повторяется через некоторый промежуток времени, то для получения разумных описаний необходимо иметь исходные объекты с теми же свойствами, что и раньше, и быть уверенным в том, что и конечные объекты после проведения одних и тех же операций также будут теми же, что и раньше. Без выполнения этих условий говорить о создании разумных описаний не имеет смысла. Иными словами, надо быть уверенными в том, что можно разделить описание объектов и описание преобразований. Это касается и искусственных преобразований, и преобразований, которые идут в окружающем мире вне зависимости от действий человека. Все это представляется достаточно естественным. На самом деле эта естественность основывается еще на одном базовом допущении.

Второе базовое допущение. *Можно обеспечить независимость описания свойств преобразуемых объектов и процессов, на них воздействующих. При этом изменяемый объект в таком описании можно считать стабильным. Иными словами, можно считать, что изменения объекта в наших описаниях всегда достаточно медленны. При этом в простейших случаях можно не прибегать к сравнительным оценкам скоростей изучаемых процессов.*

Таким образом, главное требование, предъявляемое к большинству основных технологических процессов, можно сформулировать в терминах воспроизводимости. Иными словами, нужно, чтобы в одинаковых условиях и при одинаковых исходных объектах процесс приводил бы к одним и тем же результатам. То есть результатом строго заданной технологии должны быть полностью идентичные конечные объекты. Это считается естественным требованием. Без его выполнения нет никакого смысла говорить об управляемых и строго описываемых технологиях. В то же время самые общие представления о природе, входящие в теорию многообразий [83], говорят о том, что полностью идентичных объектов в природе не существует.

Между любой парой объектов, даже если они очень близки, всегда существуют хотя бы небольшие различия [83]. Это могут быть, например, царапины на двух машинах одинаковой марки и окраски, результаты различных эксплуатационных действий и т. д. Незначительные колебания технологических режимов и исходных материалов также вызывают некоторые изменения в свойствах результирующих объектов. Иными словами, представления о полной идентичности разных объектов реальной жизни являются идеализацией. Таких идеализаций при анализе технологий достаточно много. К ним, в частности, относятся

понятие строгой равномерности распределения различных структур, представления о строгом постоянстве управляющих параметров, представления о точной равномерности процесса и т. д. На самом деле такие идеальные схемы никогда не реализуемы. Поэтому в таких случаях при детальном рассмотрении проблемы реальные объекты следует характеризовать степенью их отклонения от идеальности (см., напр., [83]).

В действительности можно говорить об определенном приближении к идентичности объектов, режимов и других элементов реальности в пределах некоторой допустимой погрешности. Ее величина зависит от ряда обстоятельств, различных в разных ситуациях. Для большинства задач практической технологии эта величина обычно меньше, чем возможные оценки допустимого разброса характеристик объектов и процессов. Отсюда вытекает третье базовое допущение.

Третье базовое допущение. *В основной массе рассмотрений отклонением объектов и процессов от идеальной идентичности можно пренебречь. В тех же случаях, когда этого сделать нельзя, можно использовать стандартные методы математического описания, которые позволяют сделать необходимые оценки степени отклонения от идеальной идентичности. Основные, наиболее общие, рассмотрения теории технологии можно получить в рамках представлений о достижимости идеальной идентичности, вводя в случае необходимости соответствующие поправки.*

Безусловно, имеются многочисленные ситуации, когда нельзя не заметить, что объекты анализа имеют разнообразные свойства. Многовековая история науки и техники выработала ряд логических приемов, которые позволяют обойти трудность описания таких ситуаций. Они детально описаны в [83]. Конечно, не во всех случаях нужно опасаться учета многообразия действительности. В конце концов, именно учет всех возможных видов технологий, упорядочение разных типов технологий в систему является одной из наших задач. Однако при описании свойств разных объектов для получения конкретных результатов часто приходится абстрагироваться от всего несущественного, например использовать некоторые усредненные характеристики объектов.

Три допущения, описанные выше, обычно считаются настолько естественными, что чаще всего заранее при анализе большинства проблем они просто не оговариваются. Обычно не оговаривается и еще одно принципиальное допущение. Оно связано с тем, что в реальных условиях на объекты и процессы оказывает влияние множество внешних факторов, имеющих случайный характер. Идеальная технология исходит из представления о том, что эти факторы можно просто не учитывать в силу малости воздействия. Такое исключение (элиминация) позволяет рассматривать разные факторы, влияющие на процесс, не-

зависимо друг от друга. Иными словами, различные синергетические эффекты[1] стараются не рассматривать. В известном смысле это отвечает представлениям о возможности линейных описаний. На самом деле строго обосновать такой подход и изучить возможности введения в него необходимых поправок – задача достаточно сложная. Именно по этой причине приходится заранее сформулировать четвертое базовое допущение.

Четвертое базовое допущение. *Наиболее общие представления о технологиях можно получить, пренебрегая синергетическими эффектами, то есть в рамках обобщенной линейной модели изучаемых процессов. При необходимости учет сложных процессов взаимодействия разных факторов можно произвести в рамках поправок к основным результатам, полученным в предположении о независимости действия на процессы любых внешних факторов.*

Выделение во вводной части этих кажущихся естественными и всегда выполняемыми допущений позволит оценить принципиальные возможности будущих результатов. Это в равной степени относится и к результатам других авторов, изучающих сходные проблемы.

Результаты и рекомендации, которые можно получить на основе общего анализа и описания обширной группы явлений, редко имеют характер практических рекомендаций. Это связано с тем, что общий анализ нужен и интересен для получения сопоставлений, глобальных рекомендаций и других вопросов, относящихся к чисто философским проблемам. В то же время к технологиям обычно принято относить процессы, имеющие практическую направленность. По этой причине желательно, чтобы даже общие теории, связанные с ними, наряду с общими вопросами приносили бы реальную пользу. Иными словами, даже при самых общих рассмотрениях необходимы выводы, позволяющие сделать конкретные рекомендации. По этой причине полезно заранее оценить ожидания, предъявляемые к общей теории технологий.

Одним из основных результатов общего анализа должна быть классификация всех принципиально возможных технологий. Создание на этой базе классификаторов и справочников типовых технологий представляет несомненную пользу для задач автоматизированного проектирования, поиска принципиально новых технологических решений и автоматизированного синтеза сложных технологических процессов на базе более простых. Аналогичные задачи стоят в настоящее время перед многими отраслями технической деятельности человека. Нужны они и для упорядочения гуманитарных знаний, на что справедливо указывал еще А. Дж. Тойнби [111]. Универсальные классификаторы используются во многих областях человеческого знания (см., в частности, [82, 109]). Наиболее известными среди них можно считать различные варианты библиотечно-библиографических классификаций. Они тесно связаны с работами по общей классификации человеческих знаний и различных наук[1]. Классификации позволяют не только правильно соотнести между собой различные объекты и процессы. С их помощью упрощается поиск новых объектов и решается ряд других полезных практических задач. На их основе легко создать банки различных данных и разумно построить пользовательские каталоги.

Сопоставление различных далеких процессов на базе общих теорий часто позволяет сделать полезные выводы и сравнения. Так, например, исходя из общей теории многообразий в ряде случаев удается предсказать возникновение различных напряженных зон в общественной жизни. Применение законов ранжирования позволяет сформулировать полезный в практической работе по поиску информации *закон рассеяния публикаций* [50]. Этот закон непосредственно связан с законом Зипфа[2]. Имеются и другие полезные области применения общих технологических рассмотрений. Хорошо известно, например, что современные методы синтеза технических систем позволяют предлагать конструкции перспективных устройств. Однако сравнение этих конструкций с общими результатами технологического анализа позволяет подчас сразу же отсечь или оценить как дорогие и неперспективные ряд потенциально интересных конструкторских предложений. Ограничимся простым, но наглядным примером.

Как известно, формулировка некоторых перспективных идей твердотельных приборов позволяет задать желательное распределение примесного элемента по глубине полупроводниковой подложки. Анализ диффузионных технологий изготовления приборов сразу же обращает внимание на сложность, а часто и практическую неосуществимость тех из предложенных концентрационных профилей, в которых распределение примесного элемента возрастает в глубь пластины от ее поверхности. Примеров подобного рода достаточно много. Общая теория технологий позволяет ускорить и, более того, автоматизировать соответствующий анализ даже в достаточно сложных случаях. Сравнение технологий в далеких технических областях также позволяет сделать ряд полезных суждений и выводов исходя из определенных аналогий. Есть

[1] Более правильно говорить не о синергетических эффектах, а об эмерджентности, т. к. синергетический эффект всегда подразумевает некоторое усиление. Здесь этот термин употреблен как более понятный и распространенный.

[1] Принято считать, что современные библиотечно-библиографические классификации опираются на «Новый органон» Ф. Бэкона.

[2] Фамилия Zipf в зависимости от области знания по-русски транслитерируется и как Зипф, и как Ципф.

и другие перспективные пути возможного практического применения результатов общей теории.

Как следует из сказанного, польза от общих теоретических рассмотрений своеобразна, но она, несомненно, существует. Особенно полезны различные аналогии и выводы, делаемые на основе таких представлений в процессе преподавания. Поэтому общие теоретические рассмотрения, несмотря на то что в деталях они интересны только ограниченному кругу лиц, могут принести пользу и в этой области. Дальнейшее его развитие и конкретизацию результатов имеет смысл продолжить только после того, как станет ясно, что выводы из такого анализа действительно приводят к полезным результатам.

Обратим внимание еще на одно существенное обстоятельство. Совместное рассмотрение технологий в технической и естественно-научной сферах знания, с одной стороны, и технологий, которые используются в гуманитарной сфере, приносит большую пользу. Тем не менее авторам, впервые развивающим такой подход к описанию технологий, трудно осветить все эти разделы с одинаковой глубиной. В силу своих научных интересов и учитывая исторические традиции, вопросы, связанные с техникой, будут описаны более детально. Переход к анализу остальных технологий на основе результатов общих рассмотрений может быть совершен впоследствии другими авторами, если польза от такого анализа будет достаточно очевидна. Оценка этой пользы – дело будущего.

Средством понимания мертвых форм является математический закон. Средством постижения живых форм служит аналогия.

О. Шпенглер
«Закат Европы»

Часть первая

ОБЩИЙ АНАЛИЗ

Глава 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРИАДЫ

1.1. СОБЫТИЯ, ПРОЦЕССЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Окружающий нас мир – это многообразие различных природных и искусственных обьектов, или *сущностей*. Они связаны между собой всяческими многообразными отношениями и взаимодействиями. Результат взаимодействий сводится или к изменению самих сущностей, или к изменению их внешних отношений, таких как, например, положение в пространстве. Любое подобное изменение является *событием*. События могут носить случайный и закономерный характер.

Определение 1.1. *Последовательность закономерно связанных между собой событий будем называть процессом. Так же как и сами события, процессы могут быть случайными и закономерными.*

Являясь некими последовательностями событий, процессы развиваются во времени. Характер временной последовательности событий может быть разным. Встречаясь с процессами, которые относительно медленны и, главное, необратимы, мы говорим об *эволюции* [43]. Для более быстрых процессов можно условно использовать термин *динамика*. Такое понимание термина несколько отличается от определения, которое принято, например, в механике и физике. Тем не менее это вполне допустимо. Граница между двумя типами процессов, то есть эволюцией и динамикой, достаточно условна. Масштабы времени, которые используются для сравнения динамики и эволюции, различны для процессов разных типов. Можно полагать, что один из наиболее основных критериев эволюционности процесса – его необратимость.

Определение 1.2. *В нашем изложении будем считать, что процесс, медленно и необратимо развивающийся во времени, является эволюцией, а процесс более быстрый и повторяемый в одинаковых ситуациях – динамикой. Динамические процессы могут эволюционировать.*

Примером динамики в этом смысле может послужить история отдельного живого субъекта или машины, включающая в себя определенные временные изменения (старение живых организмов, износ техники). Постепенное изменение конструкций машин или же развитие живого вида или экосистемы являются примерами эволюции. В рамках эволюционного процесса объекты, им охватываемые, могут испытывать динамическое развитие.

Обычно эволюция идет в сторону усложнения или специализации процесса, хотя известны и частные примеры эволюции, идущей в сторону упрощения. Эволюционные процессы характеризуют развитие Вселенной в целом, появление новых биологических видов, смену цивилизаций. Человек иногда может частично влиять на ход этих процессов. Однако в повседневной жизни его интересует иное. Для человеческого сообщества важны целенаправленные управляемые процессы определенного типа. Изменение объектов и систем по заданному плану составляет сущность того, что принято называть технологией. В соответствии с [87] вытекает определение 1.3.

Определение 1.3. *Технология – это направленное воздействие на группу сущностей (объектов), которое переводит их в иное состояние. Это состояние отличается от исходного состояния набором сущностей (объектов), или их свойствами, или же новыми числовыми характеристиками этих свойств, а также возможным изменением характера самопроизвольной эволюции. Указанные отличия могут проявляться как по отдельности, так и в различных сочетаниях.*

Необходимо отметить, что технологии связаны с состоянием знаний человеческого общества. Именно по этой причине развитие общества в целом обязательно задает эволюцию технологий.

Определение 1.4. *Технология – это такое направленное воздействие на сущности, которое опирается на сумму накопленных человечеством знаний. Из этого следует, что технология суть применение научного знания к управлению окружением человечества и управлению его внутренними состояниями и связями.*

Уточнение 1.1. *Технологией можно считать алгоритм любой деятельности, обеспечивающей достижение запланированного результата.*

Такое уточнение понятия технологии позволяет использовать это понятие в области процессов переработки информации и процессов управления.

Приведенные здесь определения технологий, естественно, весьма широки. Однако по существу они мало различаются между собой. Во многих из этих определений последовательно проводится мысль о том, что одной из основных характеристик технологий является их целенаправленность. Д. И. Менделеев определял технологии как некий процесс или сумму процессов, направленных на получение *выгоды*. Само понятие выгоды может быть истолковано весьма широко. Вне всякого сомнения, оно изменяется от случая к случаю. В промышленной и общественной деятельности понятие выгоды сводится в конечном итоге к достижению цели, которая далеко не всегда является до конца осознанной. Сама цель может быть разной. В случае достижения нужного результата технология как процесс может неоднократно повторяться.

В этом смысле обобщенная цикличность процесса позволяет говорить о его целесообразности, а значит, и об отнесении его к технологиям.

Многие биологические процессы цикличны. Их действенность и высокое качество организации подтверждаются множественностью, то есть использованием во многих ситуациях. Согласно [114], типичным примером такого процесса является пищеварение. Таким образом, этот тип процессов тоже относится к технологиям. Однако это технологии иного класса, в отличие от технологий, созданных человеком для производственных целей. Поэтому естественно говорить о разных типах технологий. Прежде всего – это *производственные технологии* и *естественные технологии*. Кроме них имеет смысл говорить и об особых *гуманитарных технологиях*. Типичным примером гуманитарных технологий могут служить, например, педагогические процессы, рекламная деятельность и т. д. Для естественных технологий, как мы только что сказали, характерными признаками в первую очередь являются *цикличность* и *множественность*. Совершенствование этих технологий происходит в результате биологической эволюции. Производственные технологии тоже совершенствуются. В эволюции производственных технологий легко прослеживаются определенные цели. В несколько архаичной терминологии Д. И. Менделеева – это уже упоминавшиеся выше выгоды. Современная терминология говорит в этом случае о совершенствовании, или *оптимизации* технологий.

Уточнение 1.2. *Совершенствование и создание (конструирование) технологий по принципу оптимизации подразумевает получение наибольшего эффекта при наименьших затратах как на саму технологию, так и на процессы управления ею.*

Общее рассмотрение технологий во многом связано и повторяет методику анализа технических систем. В последние десятилетия наметилась интересная тенденция рассмотрения особенностей технических систем на основе аналогий с системами биологическими [29, 119]. Это проявляется, в частности, в широком перенесении понятий и терминологии из сферы биологии в сферу техники. В таких рассмотрениях пока еще имеется ряд недоработанных и даже спорных моментов. Тем не менее главное – единое рассмотрение, позволяющее сделать полезные сопоставления, несомненно. Это одно из свидетельств полезности совместного рассмотрения разных областей технологических описаний в рамках единого подхода.

Понятие эффективности (эффекта) технологии может быть истолковано очень широко. В соответствии с этим и варианты эволюции технологий могут изменяться в широких пределах. Хотя технологии и эволюционируют, сам процесс их эволюции считать технологией неправомерно. Отделение технологий от процесса их эволюции основывается скорее на интуитивных представлениях. По этой причине оно не может

считаться четким. В результате достаточно часто и сам процесс эволюции, как это делает, например, С. Лем [42], в расширительном смысле можно также считать некоей технологией. Во избежание размытости понятий мы ни в коей мере не будем считать эволюцию одним из типов технологии.

Цели и задачи производственных технологий очевидны. Характер направленного их усовершенствования, составляющий основу их эволюции, также не вызывает сомнений. В то же время, если решения тех биологических задач, которые обеспечивает естественная технология, очевидны, то несомненная направленность их эволюции часто связана с дискуссионными моментами [119]. Усложнение и совершенствование естественных технологий в процессе, скажем, биологической эволюции не вызывает сомнений. Поскольку биологическая эволюция не управляется человеком, при первом анализе проблемы возникает вопрос о направленности, то есть о *телеологичности*, естественных технологий. Такой вывод в целом для нас является неприемлемым. Он справедлив только для систем, в которых имеется линейная детерминация, т. е. причина и следствие четко определены [114]. Реально же в случае естественных технологий мы имеем дело с динамическими биологическими системами. Здесь конечным результатом эволюции является циклическое повторение процесса. Именно это и задает возможности оптимизации естественных технологий. Это процесс древний и эффективный. По ряду показателей естественные технологии можно даже считать намного более эффективными, чем технологии производственные.

Чисто производственные и чисто естественные технологии – это два крайних полюса возможных технологий вне гуманитарной сферы. В то же время в каждой из этих групп общее число технологий очень велико. Имеется огромное число технологий более сложного типа. Они используют одновременно и созданные человеком чисто производственные процессы и процессы, характерные для полностью естественных технологий. Типичный пример таких технологий – производство ряда лекарственных веществ с использованием бактериальных процессов в производственной цепочке – так называемые *биотехнологии*. В пищевых технологиях широко используются, например, процессы брожения. В то же время другие части таких технологий могут быть элементами сложных производственных технологий. Простейшие примеры этого типа: искусственное изменение температуры при выдержке, смешивание сортов (купаж вина) и т. п. Многие подобные технологии имеют древнюю историю. В частности, уже первобытный человек целенаправленно использовал природные процессы, например, вялил рыбу, обрабатывал шкуры животных и пр. При этом он использовал обычные природные процессы.

В современных технологиях пищевых продуктов используется процесс брожения. Бактериальные способы очистки воды известны не менее широко. Поскольку эти процессы используются человеком сознательно и целенаправленно, они, вне всякого сомнения, относятся к технологиям. В то же время эти технологии по многим показателям существенно отличаются от таких технологий, как, например, сборка самолета, производство пластмасс и многих других, составляющих основную базу технической стороны жизни современных цивилизаций. А. М. Уголев [114] предлагал для различных типов сочетания производственных и естественных технологий два термина – уже упоминавшиеся *биотехнологии* и термин *синтетические*, или *синтехнологии*.

Практика, однако, допускает и другие комбинации этих двух крайних схем технологий. Более того, возможны и иные пути введения новых составляющих в традиционные производственные, а иногда и естественные, технологии. В них можно ввести то, что условно можно назвать *гуманитарной составляющей*. Типичным примером введения гуманитарной составляющей является один из вариантов выращивания полупроводниковых кристаллов. Как известно, для получения однородно легированных по длине монокристаллов методом Чохральского необходимо в процессе роста кристаллов менять режим работы печного устройства по заданной программе. Эта программа является одним из основных элементов промышленной технологии. Она рассчитывается заранее [97] и затем вводится в программирующее устройство промышленной установки. Тем не менее на производстве используется и другой подход. Суть его в том, что многие опытные мастера производства, управляя процессом роста вручную, эмпирически находят нужные режимы роста, которые можно записать и затем ввести в программирующее устройство. Окончательные результаты в этом случае будут практически теми же самыми.

Подобный подход широко используется в ряде технологий, которые подчас невозможно описать с помощью теоретических схем. В технологические процессы можно аналогичным путем ввести и многие элементы естественных технологий, расчетных элементов производственных технологий и многое другое. Относительная доля таких технологий в общем их числе в настоящее время невелика. Вариантов же их комбинирования с чисто производственными и чисто естественными технологиями очень много. Для того чтобы не вводить много новых терминов и не использовать уже введенные для других ситуаций, все технологии, использующие гуманитарные составляющие и комбинации естественных и производственных технологий, объединим термином *комбинированные технологии*. Таким образом, мы подошли к утверждению 1.1.

Утверждение 1.1[1]. *Все технологии можно разбить на четыре группы. Первая из них – технологии, искусственно созданные человеком для работы в производственных условиях. Их называют производственными технологиями. Вторая группа – технологии, возникшие в живой природе как следствие биологической эволюции. Их называют естественными технологиями. Третья группа – технологии, представляющие собой разнообразные сочетания естественных и производственных технологий, естественных природных процессов нетехнологического характера и гуманитарной составляющей. Их называют комбинированными технологиями. Наконец, четвертая группа технологий – созданные человеком технологии, которые работают в гуманитарной сфере. При желании технологии первой и четвертой групп можно рассматривать как большую, сложную группу искусственно созданных или же технических технологий. Это деление на группы является исчерпывающим в том смысле, что любая вновь предложенная или вновь найденная технология с необходимостью относится к одной из четырех перечисленных групп.*

Таким образом, термин *технология* охватывает процессы, направленные на создание объектов, которые потребляются элементами живых организмов или используются для удовлетворения производственных или социальных потребностей как отдельных индивидуумов, так и их групп и всего человечества в целом. Совокупность производственных и гуманитарных технологий определят цивилизацию как таковую. Если естественные и социальные науки познают природу и социум, то технологии создают человеческое окружение. Теоретические и практические знания о технологиях являются предметом специальной науки. Эта наука описывает различные процессы. Поэтому для нее предлагалось даже специальное название – *артеология* [123]. Предлагалось и другое название – *эрголология* [56]. Тем не менее эти названия не закрепились и в повседневной практике термин *технология* – это не только специальные группы природных и искусственных процессов, но и наука, их описывающая. Таким образом, данный труд, делающий попытку описывать все возможные технологии с терминологической точки зрения, сам является технологией. С подобной двойственностью приходится мириться.

Сделаем несколько полезных уточнений. Прежде всего отметим, что нас будут интересовать только технологии, искусственно созданные и используемые человеком. Для таких технологий можно использовать термин *искусственные технологии*.

[1] Поскольку это и аналогичные ему предложения даются без строгих доказательств, что часто просто невозможно, здесь используется слово допущение, а не теорема, как было сделано в [4].

Определение 1.5. *Искусственные технологии – это любой вид деятельности, который состоит в определенной последовательности операций (действий), обеспечивающих достижение запланированного результата.*

Эту последовательность можно разделить на несколько составляющих.

Определение 1.6. *Процессы (действия, операции), из которых состоят искусственные технологии – это технологические процессы. Различные устройства – аппараты, машины, транспортирующие элементы и т. д., составляющие техническую сторону естественных технологий, – это технологическое оборудование. Наконец, запись последовательности операций (алгоритм действий) – это технологический регламент. В совокупности эти три составляющие представляют собой искусственные технологии.*

Технологический регламент обычно оформляется соответствующим образом. Сложный технологический процесс создать без регламента практически невозможно, как и без технологического оборудования. В простейших случаях, конечно, никакого оформленного регламента не существует. Вряд ли мастер, ремонтирующий телевизор, а тем более первобытный человек, обтесывающий кремниевый топор, нуждаются в записанном и оформленном документе – регламенте. Тем не менее даже у первобытного человека в его деятельности всегда имелся некий план и хотя бы приблизительная запись в памяти необходимой последовательности действий. Эта память, а также определенные навыки и составляют содержание простейших технологических регламентов. Запись последовательности событий существует и в естественных технологиях. На это впервые было обращено внимание в [19, 81]. В этих работа шла речь о технических системах и необходимости документации, необходимой для их реализации. В случае технологий этой документацией и является регламент. В работах [19, 81] обращает на себя внимание интересная аналогия, в которой документация связывается с записью генетической информации как при развитии организма, так и в процессе эволюции. Все сказанное по этому поводу можно отнести и к технологическим регламентам. В то же время напрямую переносить биологические понятия на технику, как это сделано в упомянутых работах, нецелесообразно. Однако это вопрос вкуса, а не существа дела.

1.2. ОСНОВНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТРИАДА

Общее количество технологий огромно. Даже если попытаться ограничить рассмотрение технологий только производственными технологиями, созданными человеком, то и в этом случае даже просто оценить их общее количество, скорее всего, невозможно. Сравнительный анализ различных технологий, отыскание и описание сходств и различий требуют группировки различных технологий по признакам их сходства. Иными словами, как и в любом случае анализа большого количества различных сведений их обсуждение должно начаться с систематизации. Процесс систематизации включают в себя классификацию [123]. Он также связан с тем подходом к анализу сложно организованных систем, который описывается *таксономией* [9, 122]. Связь, сходства и различия этих связанных между собой терминов, обсуждение предпочтительных областей их применения уводят нас в сторону от изучаемой проблемы. Это термины, которые связаны с решением задач более высокого порядка и большей сложности по сравнению с рассматриваемыми.

Определение 1.7. *Классификация подразумевает разбиение любого множества понятий, явлений или объектов на некие группы (подмножества), которые собираются по определенным признакам. Эти признаки и являются основаниями классификации.*

В конечном итоге основные действия, которые должны быть использованы, связаны с собирательными и разделительными операциями. Основания для выбора деления объектов могут быть разными. Сами объекты можно последовательно делить по разным основаниям, создавая некоторую иерархическую систему [121][1]. Последовательность использования оснований может быть разной. В результате одни и те же наборы объектов могут быть классифицированы по-разному. Естественно, что классификации будут обладать при этом и разной ценностью, которая определяется задачами.

Уточнение 1.3. *Естественной можно полагать такую классификацию, при которой упорядоченность объектов не меняется при сохранении классификационных признаков.*

Имеется много способов систематизации технологий. Это объясняется тем, что понятие технологии как целенаправленного изменения сущностей (объектов) является очень широким. С помощью технологического подхода можно описать почти все стороны хозяйственной и социальной деятельности человека, а также многие явления в живой и неживой природе. Классификация технологий должна охватить все существующие и потенциально возможные технологии. Поэтому следует исходить из самого общего определения 1.3. Оно задает технологию в виде триады (рис. 1.1).

Исходный объект ⟹ **Технология** ⟹ **Конечный объект**

Рис. 1.1. Технологическая триада

[1] Распознавание связано в своей основе с дихотомией, то есть ответом на вопрос принадлежит или не принадлежит. Последовательное применение этого принципа порождает иерархию.

При этом степень общности понятия технология и степень детализации свойств начального и конечного объекта не имеют существенного значения. Переход к более конкретному анализу требует уточнения свойств, или характеристик, исходного и конечного объектов. Разные свойства можно обозначить как A^i. Здесь верхний индекс i соответствует некоторому порядковому номеру в перечислении свойств объекта. Если при описании объекта нет каких-либо соображений, что бывает далеко не всегда, то порядок перечисления индексов, а значит, номера i могут считаться произвольными. Вопрос о том, какие свойства нужны для полного описания объекта и чему равно их количество, должен особо рассматриваться в каждом конкретном случае. Набор всех свойств объекта обозначим $\{A^i\}$. Это означает, что свойства объекта можно записать в виде одноколонной матрицы, или вектора. Пользуясь терминологией, которая принята в информатике, эту матрицу можно назвать *операндом* (см., например, [116]). Исходный и конечный объект отличаются друг от друга значениями свойств A^i.

Определение 1.8. *Любую технологию можно представить в виде матрицы (операнда), которая преобразует матрицу исходного объекта в матрицу конечного объекта. Ее можно назвать матрицей преобразования. Эта матрица математически описывает внешнее воздействие на объект.*

Очень часто объекты, которые являются идентичными с точки зрения их использования, можно получить из идентичных исходных объектов разными путями. Так, например, два листа жести можно сварить воедино, а можно и спаять. Сами процессы пайки и сварки тоже могут быть разными.

Уточнение 1.4. *Находясь на одном уровне детализации описаний можно совершить переход от одного и того же исходного объекта к практически идентичным конечным объектам разными путями. Это означает, что на некотором уровне описаний технологии, которые различаются на более низких уровнях, могут быть в свернутом виде описаны практически одинаково. Это связано не с идентичностью разных технологий, а с определенными огрублениями их описаний. Степень допустимости этого огрубления зависит от реальных целей описания.*

Естественно, что разница во внешне идентичных технологиях связана с некоторыми отличиями, которые могут иметься во внешне идентичном конечном объекте, получаемом посредством разных технологий. Так, свойства сваренных и спаянных листов жести, в общем, отличаются. Вопрос о том, идентичны ли они в действительности, связан с требованиями дальнейшего использования. На промежуточных стадиях это проявляется в методике и результатах измерения (оценки, определения) свойств объектов.

Из сказанного следует, что для правильной записи и классификации технологий как таковых нужно уметь описывать свойства начальных и конечных объектов.

Уточнение 1.5. *В рамках заданной идентичности один и тот же исходный объект может быть исходным для нескольких технологий и для получения разных конечных объектов. В свою очередь, при тех же условиях идентичности один и тот же конечный объект может быть получен из разных исходных объектов и путем разных технологий. Одна и та же технология может быть использована для преобразования различных исходных объектов в различные же конечные объекты. Иными словами, в рамках не очень жестких допущений можно утверждать, что исходный, конечный объекты и сама технология – это три независимых элемента: фасета.*

Описание явлений и объектов с помощью независимых частей – *фасетов* – хорошо известно в библиотечных классификациях. Сам термин и соответствующая система классификации были разработаны индийским ученым Ш. Р. Ранганатаном [70][1]. Методы этой классификации и сам термин фасет широко распространены. Идеи подвижных частей описания используются и в обычных, иерархических, системах библиотечно-библиографических классификаций в виде, например, так называемых специальных определителей и скользящих окончаний [50]. Сама идея фасета, то есть некоторой части целого, которая может иметь повторяющийся во многих объектах элемент – *рефрен* – исходит из операции расчленения объекта на части. Она отличается от операции группировки объектов по свойствам – *классификации*. Условно говоря, можно представить, что все объекты распределены по клеточкам некоей таблицы. Вертикальные столбцы – это классы, а горизонтальные строки соответствуют частям, которые описывают свойства объектов. Конечно, что именно помещать в столбцы, а что помещать в строки, дело в высшей мере условное. Сама операция расчленения оперирует с понятием *меронов* [49, 83], тесно связанных с понятием фасетов.

Преимущества фасетного описания объектов в виде таблицы иллюстрируются рис. 1.2.

Запись технологии в виде триады использовалась разными авторами. Так, В. Хубка с успехом применял ее для изучения и описания технических систем [116], а Г. С. Альтшуллер, введя термин *веполь*, использовал подобный подход в работах по теории изобретательской деятельности – ТРИЗ [5]. По существу, ТРИЗ – это описание приемов одной из гуманитарных технологий. В работах некоторых западных социологов технология рассматривается как некая *четвертая составляющая внутренней среды организации*. Она преобразует некое обоб-

[1] Для обозначения этой классификации он также использовал термин: *классификация двоеточием.*

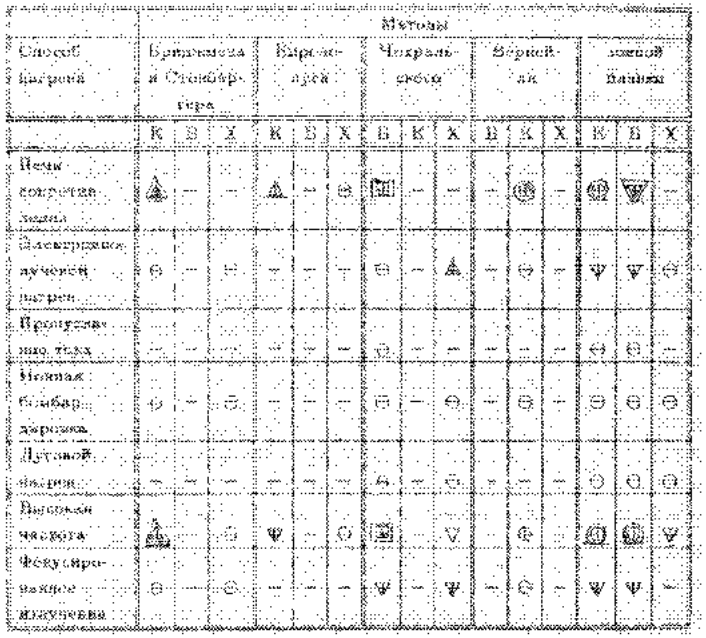


Рис. 1.2. Пример фасетного метода описания объектов в виде таблицы (Выделение методов нагрева – фасет – в классификации искусственных методов выращивания кристаллов. Буквы К, Б, Х отражают степень консервативности метода [83])

щенное сырье, которым могут быть не только материалы и изделия, но также люди, информация и т. п. Это сырье преобразуется в конечные продукты. В их число включаются, в частности, обобщенные продукты и услуги. Несмотря на разницу в использованной терминологии, достаточно очевидно, что здесь также идет речь о триадном представлении цепи преобразований, которые и являются технологией. Иными словами, триадное описание технологий можно считать естественным способом отражения реальности. На самом деле исследование технологий может потребовать более сложных описаний. Однако триадное описание всегда лежит в основе любых построений. Отказаться от него невозможно. Это описание исходит из отражения свойств исходного и конечного объектов технологии.

Определение 1.9. *В случае необходимости любую характеристику объекта можно выразить некоторыми числами, которые иногда носят условный характер. Соответственно матрица (операнд), описывающая свойства объекта, может быть представлена в виде набора чисел.*

Если мы обозначим i-е свойство объекта A^i, то соответствующее ему числовое значение естественно записать как a^i.

Уточнение 1.6. *Числовые значения параметров a^i определяются с некоторой погрешностью. Однако для общего анализа технологий эти погрешности можно исключить из рассмотрения.*

Технология изучает изменения свойств объектов. Одно и то же значение i-го свойства объекта можно записать с помощью нижнего индекса k, то есть как a^i_k. Полные наборы свойств и их значений принято записывать в виде $\{A^i\}$ и $\{a^i\}$. Если полагать, что эти обозначения охватывают весь потенциальный набор свойств объекта и его значений, то выборки потребительских свойств можно обозначить соответственно, как $\|A^i\|$ и $\|a^i\|$.

Дальнейшее развитие системы описаний интересно в первую очередь для конкретных ситуаций. Ряд общих моментов этого плана был описан нами в [76, 83]. Математический формализм этих описаний во многом схож с формализмом общей теории технических систем [155]. Следует отметить [76, 83], что для того чтобы реальная технология могла изменять потребительские свойства, часто необходимо воздействовать на иные свойства объекта, лежащие на более низком системном уровне. Так, для того чтобы можно было управлять электрическими и оптическими свойствами полупроводниковых кристаллов, нужно воздействовать на концентрацию примесных элементов в них. Для воздействия на многие свойства металлов нужно управлять их структурными свойствами. Число таких примеров легко умножить. В силу этих обстоятельств сам технологический процесс часто должен воздействовать не на набор потребительских свойств $\{A^i\}$, а на набор тех свойств, которые их реально определяют $\{B^i\}$. При этом процесс реально должен обеспечить нужные значения этих свойств, то есть $\|b^i\|$. Если исходное состояние объекта характеризовать набором $\left\|b^i_m\right\|$, а конечное набором $\left\|b^i_n\right\|$, то технологическая операция, записываемая матричным оператором T, будет иметь вид (ср. с [76, 83]):

$$T\left\|b^i_m\right\| = \left\|b^i_n\right\|. \qquad (1.1)$$

Описание технологического процесса требует использования соответствующих математических операций. В пределах общих рассмотрений важно только установить пути создания нужного аппарата. Сам же подход к описанию технологий нужен для правильной классификации технологий. В рамках общего анализа классификационная составляющая представляется наиболее важной частью рассмотрения. Ею и мы и ограничимся в дальнейшем.

В то же время для понимания существа технологического процесса важно правильно определить те свойства объекта, на которые этот процесс должен активно действовать. Нетрудно понять, что свойства любого объекта располагаются на разных уровнях описательной иерар-

хии. Так, возвращаясь к примеру с электрическими свойствами кристалла, отметим, что такие свойства, как удельная проводимость или же подвижность носителей тока, зависят от концентрации примесных элементов разных групп периодической системы. Концентрации этих же элементов определяют и другие свойства кристалла, в частности, они вносят вклад и в теплопроводность этого же кристалла. Спектр и концентрация примесей в иерархии свойств кристалла лежат на более низком уровне, чем сами физические характеристики материала. Опускаться при анализе возможностей технологии на еще более низкий уровень иерархии свойств кристалла смысла не имеет. В то же время можно столкнуться с ситуациями, когда для анализа технологии приходится изучать и другие иерархические уровни. Эта ситуация достаточно редкая. Более того, она характеризует довольно сложные объекты и сложные технологии. Их часто можно разделить на частные технологии. Это позволяет изучать процесс на первом подсистемном уровне.

Уточнение 1.7. *Под системным уровнем мы подразумеваем тот уровень иерархии свойств объекта, на котором находятся потребительские свойства объекта. В соответствии с общепринятой терминологией ниже этого уровня в иерархии находится подсистемный уровень, а выше него надсистемный.*

Таким образом, имеет смысл в дальнейшем анализе использовать допущение 1.1.

Допущение 1.1. *При анализе технологий в большинстве случаев можно учитывать только один подсистемный и один надсистемный уровни свойств объектов. При этом сам системный уровень задается потребительскими свойствами объекта.*

Говоря о свойствах объектов, необходимо не только учитывать допустимый разброс их свойств. Не менее важно знать, о каких свойствах объекта идет речь. В только что приведенных примерах по свойствам кристаллов сами эти свойства относились к отдельным частям материала. В то же время существуют технологии, имеющие дело с объектами, в которых потребительские свойства характеризуют объект в целом. Так, например, количество программ, которые может принимать телевизор, характеризует его как целое.

Определение 1.10. *Объекты, потребительские свойства которых характеризуют объект в целом, мы будем называть изделиями, а объекты, потребительские свойства которых характеризуют его отдельные части, мы будем называть материалами.*

Данное определение относится к тем объектам, основными частями которых является вещество. В то же время расширенное понятие технологий относится к преобразованию объектов иной природы – энергетических, информационных и т. п. Тем не менее во всех этих случаях объекты практически всегда можно разделить на две группы. В первой

потребительские свойства относятся ко всему объекту в целом, а во втором – к его частям. Для характеристики такого объекта может быть важным распределение потребительских свойств по его отдельным частям.

Уточнение 1.8. *То деление объектов на две группы, которое характерно для тех случаев, где основой объекта является вещество, может проявиться и в случае объектов иной природы. Тогда понятие изделия обобщается в понятие целостного продукта, а понятие материала обобщается до понятия структурируемого продукта.*

Пара понятий *целостность – структурированность* наглядно воспринимается в тех случаях, когда речь идет о свойствах вещества. Тем не менее оппозиция этих двух понятий характерна и для других типов объектов. Ее легко проследить, например, в информационной сфере. Так, экономика может исследовать распределения по разным областям страны спроса на тот или иной товар или же характера цен. Нетрудно понять, что нанесение на географическую карту этих характеристик столкнет исследователя с вопросом о характере распределения, в частности с вопросом о степени однородности распределения таких информационных характеристик по ареалу страны. Иными словами, в этих случаях приходится сталкиваться со структурированностью информационного объекта. В результате, скажем, рекламной кампании характер этой структурированности может измениться. В этом случае имеет смысл говорить о воздействии рекламной технологии на структурированность информационных показателей, применяемых в экономике. Рекламная кампания при общем расширенном анализе технологий должна рассматриваться как пример информационной технологии.

Уточнение 1.9. *Представление о целостности и структурированности объектов применимо к объектам любой природы, в том числе энергетическим и информационным.*

Приведенный пример с анализом спроса на товары показывает, что степень структурированности объекта может быть важной характеристикой, на основании которой производится оценка качества технологических процессов самой разной природы. По этой причине умение определять свойства объектов с точки зрения оценки степени их структурированности – одна из важнейших составляющих процесса описания технологий и оценки их качества. Эту оценку нужно уметь делать количественно. Методы такой оценки должны быть одинаковыми для объектов разной природы или же состоять из ограниченного набора некоторых стандартных приемов. Данная проблема достаточно сложна. Основное знакомство с ней состоится в следующем разделе.

В заключение этого раздела необходимо сделать еще одно принципиальное замечание. Уже говорилось о том, что триадное представление технологии вводит в использование запись технологии в виде некоей матрицы, которая связывает свойства исходного и конечного

объектов. Кроме указанных ранее аналогий подобный подход похож на тот, который широко используется в макроэкономике. В частности он используется в методике *затраты–выпуск*, связанной с именем В. В. Леонтьева. В этих работах преобразования финансовых характеристик вводятся в анализ с помощью *технологической матрицы*. Она связывает вектор (одноколонную матрицу) затрат и аналогичную матрицу расходов. Иными словами, здесь в математических рассмотрениях проблемы используется тот же самый триадный подход, что и во всех упоминавшихся нами случаях: технические системы, педагогика и т. д. При всем сходстве принципов описания имеется, однако, существенная разница в подходах к рассмотрению проблем в экономике и в общих теориях технологий и технических систем. Эта разница связана с двумя обстоятельствами. Первое – экономика рассматривает задачи намного более крупного масштаба, чем упомянутые теории, хотя строгую границу между ними установить сложно. Второе обстоятельство связано с тем, что экономику не интересует детальный анализ коэффициентов, входящих в технологическую матрицу. До известной степени эта матрица в экономике представляет собой некий черный ящик, который связывает между собой исходное и конечное состояние экономической действительности. В теории же технологии и в теории технических систем главный интерес связан с изучением и природы этих коэффициентов, исследованием их сложной структуры и т. д.

Уточнение 1.10. *При всем сходстве триадных матричных описаний, используемых при теоретических описаниях экономики и технологических процессов, эти исследования связаны с разным подходом к изучению связи между исходными и конечными состояниями изучаемых систем.*

Поэтому, кратко говоря в дальнейшем об описании технологий в экономике, мы будем использовать несколько иные подходы и решать несколько иные задачи по сравнению с теми, которые обычно изучаются в традиционных задачах математической экономики.

1.3. ОЦЕНКА ИДЕНТИЧНОСТИ И СТРУКТУРИРОВАННОСТИ ОБЪЕКТОВ И ПРОЦЕССОВ

Идентичность объектов фактически подразумевает их полную тождественность во всем, кроме того места, где они расположены, и времени, когда они изучаются. Несложно понять, что такая полная идентичность на всех структурных уровнях является идеализацией. Более того, она практически никому не нужна. Объекты могут считаться идентичными в практическом смысле, когда при их рассмотрении пренебрегают некоторыми несущественными характеристиками. Какие характеристики существенны, а какие нет, зависит от различных условий. Два объекта могут считаться идентичными при одном подходе и не идентичными при другом. Так, говоря о двух аппаратах мобильной связи с точки зрения технических возможностей, их можно считать идентичными, несмотря, скажем, на разницу в цвете их пластмассовых корпусов. В то же время при выборе этих аппаратов в процессе покупки цвет вполне может оказаться их существенным отличием. Нам представляется, что более подробно развивать эти рассуждения не имеет смысла – они достаточно очевидны. Поэтому об идентичности можно говорить лишь после того, как рассмотрены условия рассмотрения объектов. Эту идентичность можно назвать *практической идентичностью*.

Уточнение 1.11. *Полностью идентичных объектов в природе нет. Поэтому понятие полной идентичности – это некоторая идеализация. Практическая идентичность объектов зависит от способа сравнения их свойств. Для одних и тех же объектов она может соблюдаться и не соблюдаться в зависимости от условий анализа (измерения, оценки) их характеристик. Сказанное означает, что понятие полной идентичности (строгой тождественности) является относительным. На практике можно говорить только о степени отклонения практически идентичных объектов от их полной идентичности (тождественности).*

Для целостных объектов вопрос о практической тождественности решается относительно просто. В реальных условиях, когда известны все существенные требования к объектам, решение о практической идентичности принципиальных трудностей не вызывает. В случае же структурированных объектов ситуация с оценкой практической идентичности более сложна. Основная трудность при этом связана с тем, что свойства объекта как целого могут быть связаны с характером распределения свойств в его частях. Еще одна трудность может возникнуть, если объект в целом на практике не используется. Так, в качестве примера можно привести лист стали, который может быть использован как целое и перед использованием разрезан (разделан) на части. При этом может оказаться, что свойства этих частей будут разными. Более того, эти свойства могут зависеть от способа разрезки (разделки) исходного листа. В том случае, если эти различающиеся части желательно использовать в изделиях с одинаковыми свойствами, оценить то, чего можно реально достичь в подобном процессе, не просто. Тут предварительно следует уточнить, как влияет характер распределения свойств структурированного объекта на оценку возможностей его практического использования.

Говоря о свойствах частей структурированных объектов, нельзя забывать о понятии *однородности*. Обычно в тех случаях, когда говорят об однородности как одинаковости свойств, имеют в виду их распределение в пространстве. Для большей точности терминологии можно

при этом говорить о наличии *пространственной однородности*. В то же время имеет смысл ввести и временные характеристики. Как не трудно понять, для технологий одинаковость (неизменность) характеристик процесса во времени имеет первостепенное значение. В этом случае можно говорить о *временной однородности*, или об *однородности во времени*. Такая терминология используется редко. Обычно предпочитают использовать такие термины, как строгая повторяемость явлений, цикличность процессов и т. д. Эта традиционная терминология удобна и наглядна. Тем не менее она обладает одним недостатком – затемняет то, что однородность в пространстве и однородность во времени – очень близкие понятия. По этой причине оценка степени отклонений и от пространственной, и от временной однородности может быть выполнена с помощью одного и того же математического аппарата, что очень удобно.

Определение 1.11. *Под полной, или строгой, пространственной однородностью следует понимать точное совпадение свойств различных частей объекта. Полная однородность процесса во времени подразумевает строгое постоянство промежутков времени, характеризующих процессы. Однородность в пространстве и однородность во времени чаще всего могут рассматриваться независимо друг от друга.*

Проанализируем пространственную однородность объекта. Это понятие не только сложное. Сам результат анализа зависит от того системного уровня реальности, на котором производится анализ. Если рассматривать атом как некий объект, то очевидно, что его структура неоднородна. Наличие ядра и электронных оболочек вещь настолько общеизвестная, что разговоры об однородности свойств атома в пространстве с размерами порядка 10^{-10} м не имеют смысла. Если ограничиться размерами ядра $\sim 10^{-15}$ м, то опять же говорить об однородности его свойств в силу сложной структуры ядра не имеет смысла. В то же время, когда речь идет о химических соединениях, различных молекулах, растворах и т. д., атомы одного и того же изотопа можно рассматривать как строго идентичные и полностью отвлечься от их внутренней структуры. Если из микромира совершить переход к мегамиру, то естественно считать Солнечную систему пространственно неоднородной: Солнце, планеты, пояс астероидов и т. д. В то же время при анализе, скажем, метагалактик приходится отвлекаться от представлений о неоднородности свойств отельных звездных систем. Такие рассуждения вполне применимы к любому уровню организации материи.

Основания такой ситуации связаны с влиянием механизма рассмотрения, то есть того анализа реальности, который производится [85][1].

[1] Можно сказать, что здесь идет речь о влиянии способа рассмотрения, используемого «обобщенным наблюдателем».

Исследуя структуру галактик, исследователь с самого начала считает звездные системы некоторыми структурными элементами, внутреннее строение которых просто им не рассматривается, поскольку не представляет в этом случае никакого интереса для существа вопроса. Каждый такой структурный элемент характеризуется некоторым объемом пространства. Размеры подобных объемов колеблются от миллиардных долей кубических миллиметров при анализе внутреннего строения атомов до многих миллионов кубических километров при переходе к космическим проблемам. Иными словами, объем анализируемого элемента зависит от существа задачи.

Определение 1.12. *Объем, который рассматривается в качестве единичного элемента при анализе задач об однородности, в свою очередь сам может иметь внутренне неоднородную структуру. В соответствии с этим следует различать внешнюю однородность распределения объемов и внутреннюю однородность, которая характеризует свойства самого единичного объема.*

В разных условиях внешняя и внутренняя однородности могут иметь специальные названия [97].

Уточнение 1.12. *В задачах материаловедения внутреннюю однородность принято называть локальной однородностью. При этом локальная неоднородность характеризует свойства того объема, в котором производится измерение свойств материала. Такой объем называют еще объемом измерения.*

Уточнение 1.13. *Изучение внутренней и внешней неоднородности нередко осуществляется разными методами. При этом достаточно часто изучение внутренней неоднородности и его оценка в методическом плане может оказаться более сложной задачей по сравнению с изучением внешней однородности.*

Наиболее часто исследователя интересуют задачи внешней однородности. При этом, в частности в задачах материаловедения [78, 85], в отклонениях от строгой однородности (равномерности свойств) можно выделить случайную и закономерную составляющие.

Уточнение 1.14. *Случайная составляющая в отклонениях от внешней однородности проявляется в тех случаях, когда объем, характеризующий внутреннюю неоднородность (объем измерения), меньше того объема, для которого характерен статистический разброс.*

Для того чтобы изучить внешнюю однородность объекта, нужно независимо от его природы измерить его свойства во всех точках пространства. При этом понятие точки в действительности связано с величиной объема измерения. Эта задача крайне трудоемка и почти всегда неразрешима. Поэтому при анализе внешней однородности приходится решать две различные задачи. Первая задача – выбор наилучшего критерия внешней однородности, точнее, критерия, который позволяет

определить отклонения реального распределения объектов от идеальной равномерности. Вторая задача – оценка величины этого критерия при измерении свойств объекта не во всех точках его объема, а только в некоторых. Иными словами, речь идет об оценке степени отклонений от однородности по неполному (выборочному) набору точек анализа. Задача эта достаточно сложна. Она изучалась в [85, 97, 134]. В результате было установлено, что для этих целей лучше всего использовать характеристику, которую называют *автокорреляционной функцией*. Для оценки отклонений от однородности распределения в задачах материаловедения она впервые была применена в [141]. Как показал опыт, она пригодна и для задач оценки отклонений формы тел от идеальной формы [78]. Эта величина также широко используется для изучения характера сигналов в задачах статистической радиотехники и психологии. В этих случаях речь фактически идет уже об оценке «однородности» временных процессов. Для этой цели автокорреляционные функции используются, например, для анализа интернет-трафика [8], а также в медицине (анализ кардиограмм, хрипов и т. д.) [44].

Таким образом, основные характеристики начального и конечного объектов позволяют разумно подойти к триадному описанию технологий. Однако представление о технологических триадах – это только основа общего описания технологий. На его основе необходимо сделать шаги, которые будут рассмотрены в следующей главе.

1.4. КРАТКОЕ ОБРАЩЕНИЕ К ИСТОРИИ ВОПРОСА

Формирование понятия целенаправленного преобразования тех или иных объектов восходит к эпохе энциклопедистов, то есть к грани XVII–XVIII вв. Впервые эти понятия и сам термин были использованы *Иоганном Бекманном (Jogann Beckmann, 1739–1811)* в курсе лекций, который он начал читать в 1772 г. в Геттингенском университете. Именно его принято считать основателем науки о технологиях. Труды Бекманна переводились на другие языки, а его написанная по-немецки и впервые издававшаяся в 1780 и 1802 гг. книга неоднократно переиздавалась в разных странах [132, 133][1]. Имеются переиздания и других трудов Бекманна, а также книги, посвященные изложению основных его идей и оценке их влияния на нынешние представления.

Труды Бекманна интересны не только с исторической точки зрения. Ученый интересовался и вопросами классификации, лично встречался и обсуждал свои идеи с Линнеем. Читаемый им курс широко использовал математические подходы, экономические оценки и ряд иных

[1] Как это было принято в XIII в., книга имеет длинное название, заменяющее аннотацию. В современных переизданиях это название сокращается.

смежных вопросов. Иными словами, это был синтетический анализ проблемы.

Как это часто бывает, дальнейшее развитие исследований привело к дифференциации подходов к анализу технологий. Поэтому сейчас, когда вновь встал вопрос о синтезе технологических знаний при построении общей теории технологий, труды родоначальника этой науки вновь приобретают интерес именно в силу своей универсальности.

Универсальное рассмотрение технологических проблем с использованием математики и различных приемов классификации объектов, которое было начато в работах Бекманна, заложило основу традиций немецкой школы анализа процессов подобного рода, то есть технологий и технических систем. Не случайно авторы работ [116, 143, 144] выполняли или же первоначально публиковали свои труды в Германии. Однако основные рассмотрения при таком методе подхода к анализу сводились к изучению технических систем. В общем случае технические системы являются либо конечным объектом технологии, либо же его аппаратной частью. Именно в силу глубокой связи технологии и ее аппаратной части методика теоретического анализа технологических процессов и технических систем во многом схожа. Соответственно, многие приемы, такие, например, как введение триадного способа описания, характерны одновременно и для общей теории технических систем, и для общей теории технологий. Отметим только, что в случае триадного анализа технических систем сам технологический процесс нередко является средней частью соответствующей триады [116].

Уточнение 1.15. *Глубокая связь теории технических систем и теории технологий позволяет широко использовать единые приемы анализа и единую терминологию. Но это сходство не распространяется на всю область вопросов, которые изучаются общими теориями.*

В настоящее время теория технических систем развита достаточно хорошо. В особенности это относится к области так называемого *поискового конструирования*. В этой теории недавно выделены интересные аналогии с биологическими системами [19, 40]. Ниже мы коротко остановимся на этих вопросах, но пока отметим главное – идея общего подхода к анализу и технических систем, и технологий основана на разбиении больших и сложных систем на более простые, единичные группы, которые в известной мере являются типовыми.

Допущение 1.2. *При анализе технологий, как и при анализе технических систем, удобным и полезным инструментом является разбиение сложного процесса или объекта на его типовые составляющие, находящиеся на более низком уровне соответствующей иерархии. Такой подход основан, в частности, на использовании идей и представлений общей теории систем и теории многообразий.*

1.5. О ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ОГРАНИЧЕНИЯХ ОБЛАСТИ ОПИСАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И НЕКОТОРЫЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОНЯТИЙ И МОДЕЛЕЙ

В начале главы приведены два определения понятия «технология». Это конкретные определения, отвечающие тем подходам, которые излагаются ниже. Тем не менее, как это обычно бывает со сложными понятиями, эти определения не единственны. Существует множество других определений, которые описывают изучаемое понятие под несколько иными углами зрения. Приведем несколько полезных определений, чтобы отразить ряд дополнительных аспектов этого понятия.

- Технология – это применение научного знания к изменению и управлению окружением человечества.
- Технология – это совокупность действий и процессов.
- Технология – это последовательная серия выборов, следующая определенной логике.
- Технология – это то, что дает на выходе продукт, который имеет потребительскую ценность, но этот продукт не является полуфабрикатом в полном смысле этого слова.
- Технология – это процесс, в котором результаты совпадают с поставленной целью и в котором все внешние воздействия четко регламентируются. Если четкой регламентации нет, а результат начинает неожиданно получаться, то это означает, что мы имеем дело с искусством, понимаемым в производственном смысле.

Основное достоинство приведенных определений в том, что они говорят о тех свойствах технологий, на которые обычно не обращают внимания при изучении конкретных технологических задач. Этот «свежий взгляд» важен, так как он обращает внимание на те особенности понятия *технология*, которые широко используются в философии и истории науки. В этой ситуации основное внимание уделяется не конкретным режимам и методам работы, а взаимодействию технологий и общества (цивилизации) в целом. Действительно, цивилизационная составляющая технологий велика. Так, например, создание новых технологий обработки земли не раз в истории человечества влияло на всю цивилизацию, поскольку изменяло состав и количество продуктов питания. В качестве примера можно сослаться на новые методы обработки земли, связанные с изобретением и внедрением в повседневную практику металлического плуга. Эти изменения, в свою очередь, повлияли на технологию выращивания сельскохозяйственных культур. Изменения в технологии получения металлов, создание новых технологий их обработки также существенным образом влияли на всю социальную ситуацию в обществе.

В последние годы возникли новые технологии получения, обработки и хранения информации, которые самым решительным образом изменили окружающий мир. Сама социальная среда, порождая спрос, также влияет на конкретные производственные технологии. При этом уже несколько веков тому назад изменение спроса на продукты в одной стране влияло на характер технологии в других странах. Так, например, в популярной и во многом спорной книге [11] убедительно и наглядно показано, что война за независимость Северной Америки повысила спрос на железо в Англии. Это, в свою очередь, во многом повлияло на ситуацию с производством чугуна на Урале. Использование каменного угля в производстве чугуна в Англии сразу же повлияло на характер этого производства и характер соответствующих технологий на российском Урале. Таким образом, влияние на технологии через социальные связи, уже давно характеризующееся наличием элементов глобализма, можно проследить достаточно четко. Все это характерно для широкого круга технологий.

Утверждение 1.2. *Производственные, естественные, комбинированные и гуманитарные технологии образуют некоторую конкретную сферу. Эта сфера связана с жизнедеятельностью человека, прежде всего – с его целенаправленной деятельностью. Ее можно назвать сферой конкретных технологий. Конкретные технологии, в свою очередь, влияют на социум в целом, то есть на биосферу или, более ограниченно, – на ноосферу. В свою очередь биосфера оказывает воздействие на область конкретных технологий. Иными словами, понятие технологии в широком смысле учитывает взаимодействие области конкретных технологий с окружением. Это означает, что само понятие технологии используется в двух смыслах – конкретном и расширенном.*

Последнее утверждение иллюстрируется рис. 1.3.

Ситуация с двойным – конкретным и общим (расширенным) – использованием одного и того же термина имеет достаточно широкое распространение. Применительно к средневековой алхимии это отмечалось в [67, 68]. (Само это обстоятельство было подано в несколько иной терминологии.) Нетрудно отметить, что эта ситуация характерна и для термина *Интернет* [90]. В этом случае предложен и используется на практике способ разделения обоих смыслов понятия. В тех случаях, когда речь идет обо всем комплексе явлений, то есть о расширенном использовании термина, Интернет пишут с прописной (большой, заглавной) буквы. Для конкретных ситуаций используют строчную (малую) букву. В англоязычной литературе это правило проводится достаточно строго. В русскоязычной литературе им пользуются избирательно. Мы будем использовать именно этот подход.

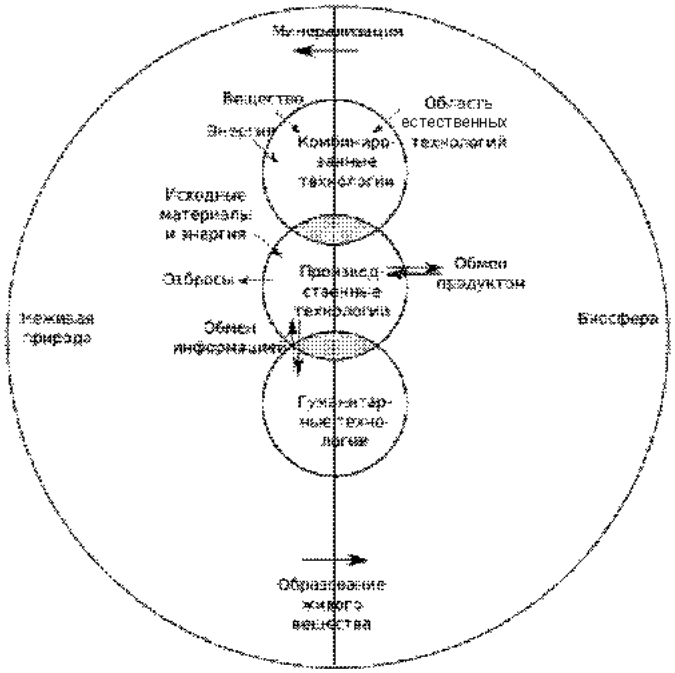


Рис. 1.3. Схема области конкретных технологий и ее взаимодействия с окружающей биосферой

Определение 1.13. *Термин и обозначение «Технология» будет использоваться в дальнейшем для расширительного, обобщенного описания понятия. Термин же «технология» будет ограничивать рассмотрение только конкретными технологиями, то есть более узко.*

Уточнение 1.16. *Весь дальнейший материал будет ограничен только конкретными технологиями, то есть теми технологиями, которые пишутся со строчной буквы. Проблемы, связанные с общим использованием понятия, то есть с Технологиями с прописной буквы, мы затрагивать не будем.*

Связанные с этим допущением ограничения естественны. Мы к ним более возвращаться не будем. В то же самое время только что затронутые вопросы о взаимодействии технологии с окружением весьма существенны при ограничении анализа только конкретными и даже только производственными технологиями. Любая производственная технология связана с использованием ресурсов окружающей среды или же продуктами, которые созданы другими технологиями. В свою очередь, любая технология создает продукты, используемые либо другими технологиями, либо же в бытовом потреблении. Более того, любая технология взаимодействует с окружающей средой посредством выбросов, в частности тепловых, и созданием отходов (отбросов).

Утверждение 1.3. *Любая конкретная технология, взаимодействуя с окружением, всегда является открытой системой. Степень открытости конкретных технологий может быть разной.*

Изучение и описание технологий с учетом их открытости – задача очень сложная. Чаще всего она решается путем внесения поправок в результаты, полученные без учета внешних взаимодействий. В силу этого для анализа конкретных технологий используется несколько приближений. Наиболее просто использовать приближение, в котором всеми взаимодействиями технологии с окружением пренебрегают.

Определение 1.14. *Приближение, в котором пренебрегают всеми взаимодействиями с внешним миром, а исходный и конечный объекты считаются заданными, следуя традициям, также можно назвать адиабатическим.*

Адиабатическое приближение настолько сильно ограничивает возможности анализа технологий, что в серьезных случаях его применение практически не представляет интереса. Намного более удобно пренебрегать всеми внешними взаимодействиями технологии с окружением, считая, что исходный и конечный объекты поступают в конкретную технологию извне. В некотором смысле для внешнего мира технология в этом случае уподобляется хорошо известному понятию черного ящика. При этом сам анализ и описание технологии затрагивает только процессы и явления, которые происходят внутри этого *черного ящика* (рис. 1.4).

Рис. 1.4. Схема приближения черного ящика

Определение 1.15. *Приближение, в котором рассматриваются только процессы собственно конкретной технологии, а взаимодействие с внешним миром ограничивается только поступлением и выводом в технологическую зону исходного и конечного объектов (продуктов), будем называть приближением черного ящика.*

Для исследования экологических, а также ряда гуманитарных проблем анализ по схеме «черного ящика» полезно дополнить наличием учета

потоков отбросов, отходов и внешней информации. Иногда нужно учитывать и ряд других потоков. При этом поступление и вывод каких-то дополнительных потоков в зону конкретных технологий может быть ограничен только их фиксацией и введением простейших обобщенных характеристик, фактически это просто некая усложненная «схема черного ящика».

Определение 1.16. *Приближение, в котором все взаимодействия конкретной технологии с внешним миром ограничиваются только фиксацией потоков взаимодействия технологической зоны с внешним миром без подробного исследования самих характеристик этих потоков, будем называть «замкнутым приближением» (рис. 1.5).*

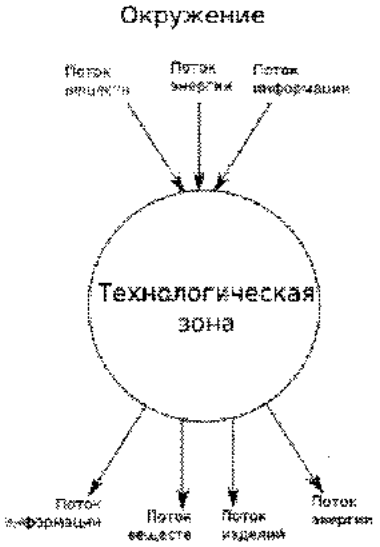


Рис. 1.5. Схема замкнутого приближения

1.6. ФЕНОМЕН «ФАНТАСТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Технологии как таковые являются частью общей культуры человечества. Применительно к алхимии это обстоятельство активно обсуждалось в работах В. Л. Рабиновича [67, 68]. Вместо термина *технология* он использует термин *рецепт*, что на существе дела никак не сказывается. Следует отметить, что в своих книгах В. Л. Рабинович подчеркнул, что, являясь частью общей культуры (в его анализе это было Средневековье), технологии (рецепты) отражают общий характер мировоззрения соответствующего времени, что проявляется в общих подходах, стиле изложения и других моментах. В свою очередь, рецептурные подходы, то есть характер описания технологических процессов, легко прослеживаются в литературе и других областях гуманитарных знаний. Эти области прямого отношения к реальным технологическим процессам не имеют. В качестве примера такого влияния В. Л. Рабинович отсылает читателя к известной сцене из шекспировского «Макбета». Три ведьмы готовят некое волшебное варево. При этом рецепт создания этого варева детально описан, и, с точки зрения описания технологий, он может рассматриваться как некая технологическая карта, то есть практическая инструкция. Такие инструкции рассыпаны во многих трактатах Средневековья. Естественно, что если найдется желающий буквально следовать предписаниям этих инструкций, то никакого обещанного результата он не получит. Реальные читатели и зрители шекспировских пьес на это никогда не рассчитывали. Для более серьезных ситуаций ученые-алхимики всегда использовали различные мало заметные оговорки и дополнительные условия [67, 68].

Описания, претендующие на то, чтобы быть внешне похожими на конкретные технологии, буквально переполняют позднейшую литературу, в том числе литературу нашего времени. Рецепты Жюля Верна, скажем, в «Таинственном острове», многие описания в фантастике Алексея Толстого, русских народных сказках внешне подаются как действующие описания конкретных технологий. Такие фантасты, как Станислав Лем или Айзек Азимов, идут дальше – они рассматривают влияние искусственно смоделированных ими технологий на общество в целом. Иными словами, они переходят от несбыточных конкретных технологий к столь же несбыточным общим Технологиям. Отметим, что, создавая вымышленные технологии, которые никогда не реализовывались на практике, авторы подобных произведений ставят перед собой иные, часто весьма серьезные задачи, которые они затем решают с разной степенью успешности. Сами технологии, которые никогда не претендуют на практическую реализацию, мы будем именовать *фантастическими технологиями*.

Определение 1.17. *Описания технологий, которые используются в философии и искусстве, без претензий на их реальное использование и без обеспечения осуществимости, будем называть фантастическими технологиями. Фантастические технологии являются феноменом культуры. В область описаний технологической практики они не входят.*

Уточнение 1.17. *Приемы использования фантастических технологий часто можно рассматривать в качестве некоторой особой Технологии изучения действительности. В этом смысле они могут быть предметом изучения при описании общих вопросов взаимодействия технологий с социумом.*

Глава 2

ИЕРАРХИЧЕСКИЕ УРОВНИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

2.1. ОПЫТ ОПИСАНИЯ ИЕРАРХИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Конечные объекты, используемые современным человечеством, достаточно сложны. Так, автомобиль, далеко не самый сложный промышленный продукт, состоит из множества деталей. В свою очередь, эти детали объекта «автомобиль» являются конечными объектами (продуктами) специальных технологий. В частности, мотор автомобиля не только изготавливается по особой технологии, но и сам процесс его изготовления может быть территориально отдален от места окончательной сборки автомобиля. Мотор, в свою очередь, тоже состоит из отдельных больших частей. Все эти части – продукты собственных особых технологий. Естественно, каждая из этих технологий имеет триадную форму. В то же время такие «частные» технологии являются составляющими конечной технологии основного потребительского продукта. Этим продуктом может быть и автомобиль, и телевизор, и печатное издание и многое другое. Естественно, что технологии каждой из частей сложного продукта используют те объекты, которые являются результатом технологий более низкого уровня. Иными словами, основная технология состоит из пирамиды более простых технологий. Проследить эту цепочку до самого конца, до самых простых элементарных действий не просто. Более того, это нужно далеко не всегда.

Определение 2.1. *Большинство практических технологий состоит из более простых технологий. Все они имеют триадную форму, и по отношению к конечной технологии можно говорить о том, что она является вершиной иерархии технологий более низкого уровня.*

Нетрудно понять, что иерархичность технологий связана прежде всего с иерархичностью их конечного объекта, то есть практического продукта или же (в гуманитарной области) конечной услуги.

Уточнение 2.1. *Иерархическая структура технологий связана с иерархической структурой их конечных объектов, то есть технических систем, услуг и т. д.*

Иерархия технологий, таким образом, во многом определяется сущностью рассматриваемых процессов. Становится ясным, что теоретический анализ процессов изучения технологий, например, построение

алгоритмов изобретательской деятельности [5], в иерархии технологий занимает более высокое место, чем обычные технологии. Еще более высокое место занимает *технология изменения технологий*. Ее можно считать *технологией второго порядка* по сравнению с обычно изучаемыми технологиями.

Выше отмечалось, что технические системы – это не только конечный объект, но и аппаратная часть технологий.

Уточнение 2.2. *Иерархическая структура характерна не только для исходных и конечных объектов технологий, но и в равной мере для их аппаратной (приборной) части.*

В отличие от самих технологий, иерархическая структура технических систем, а также услуг и некоторых иных объектов, гуманитарной сферы изучена достаточно подробно [19, 40, 139, 143, 144]. Можно предполагать, хотя это и не совсем точно, что такая ситуация связана с тем, что анализ иерархии технических систем более прост. Эти системы, в общем, статичны. В то же время технологии могут рассматриваться в качестве аналога динамических систем. Анализ технических систем важен, в частности, в силу того, что с его помощью можно облегчить *синтез технических систем*. Такой синтез в принципе позволяет упростить и автоматизировать создание новых систем, облегчает их классификацию, позволяет унифицировать многие технические решения и устройства. Этот подход позволяет упростить перебор различных технических вариантов и облегчает поиск принципиально новых решений.

Определение 2.2. *Структурным (морфологическим) подходом будем в дальнейшем называть методы теоретического анализа сложных понятий, основанные на представлении целого как комбинации стандартных элементов (частей, блоков) более низкого уровня.*

Процесс расчленения (дробления) понятия иногда называют *декомпозицией*. Таким образом, анализ сложных понятий (технических систем, технологий) включает в себя две противоположные по смыслу операции: синтез (объединение) и декомпозицию (дробление, членение). Сам процесс исследования технологий можно условно представить как сочетание этих двух тенденций. Оно дополняется теоретическим анализом (осмысливанием). Применительно к технологиям теоретический анализ принято строить, основываясь на упрощении, связанном с выделением наиболее общих важных черт. Для этого создаются специальные *модели технологий*. Упрощенная идеализированная схема общего теоретического осмысления технологий дана на рис. 2.1.

Одним из важнейших направлений методического совершенствования этих процессов считают возможность разделить любой объект на конечную систему составляющих его элементов. В основе, в частности, лежит древнегреческая философия. Автоматизация же процесса пере-

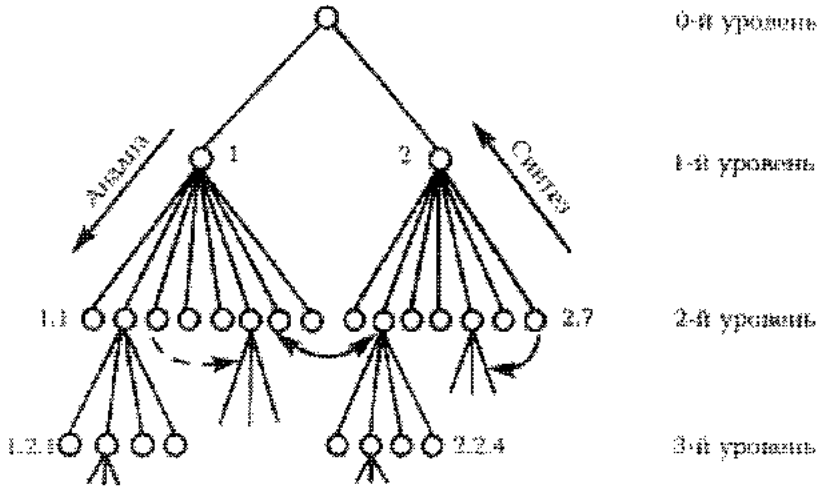


Рис. 2.1. Идеализированная схема способов теоретического анализа технологий

бора различных сочетаний таких элементов, в свою очередь, своими корнями уходит в труд средневекового ученого и философа *Раймонда Луллия (Raymondus Lullius) – Ars Magna*[1]. В дальнейшем различные варианты «изобретательских машин», которые были построены на схожих принципах, предлагались неоднократно. Многие принципиальные методологические основы, которые используются в [10, 83, 87, 116, 139, 143, 144] и других исследованиях, опираются именно на принцип разбиения сложной системы на некие элементарные повторяющиеся блоки. Именно это и именуют *структурным подходом*. Методика использования структурного подхода (анализа) может быть различной. Прием разбиения – морфологического анализа – широко используется в различных гуманитарных технологиях. Наиболее известная из этих технологий – технология автоматизированного перебора всех возможных сочетаний элементарных сущностей – получила название *морфологического ящика*. Упомянутая методика с успехом используется, в частности, в лингвистике, а также в технике и экономике [40, 63].

Уточнение 2.3. *Структурный (морфологический) подход применим как для анализа технических систем и услуг, так и для решения технологических задач в любой технологической области, включая гуманитарную.*

[1] При желании английский текст этой книги можно свободно скопировать по адресу: http://lullianarts.net/downloads.htm.

Структурный (морфологический) анализ различных проблем приводит к хорошим результатам при аналитической оценке возможностей различных задач, выборе незамеченных явлений и иных подобных ситуациях. Такой способ анализа полезен и перспективен при создании различных классификаций, каталогов и т. д. В качестве положительного примера можно привести использование структурного подхода в такой области психологии, как соционика (см., напр. [7]). В то же время нельзя не обратить внимание на одно существенное обстоятельство – в любых, в том числе и технологических, задачах структурный подход позволяет хорошо проанализировать уже имеющиеся результаты, рассмотреть их сущность и отыскать непростые решения. Этот подход ускоряет и облегчает поиск сложных решений. В этом смысле он на самом деле является мощным и полезным методологическим средством.

Однако успехи в использовании структурного подхода нередко вызывают иллюзию того, что этим способом можно решить любые, в том числе и поисковые, задачи по созданию принципиально новых технических систем, услуг и технологий. На самом деле это не так. Творческие задачи связаны с сопоставлениями далеких идей, включением в анализ новых элементов структуры и другими нестандартными решениями. И сопоставления, и предлагаемые решения могут быть неожиданными. Предсказать их сложно. Именно непредсказуемость решений и составляет основное зерно успеха в творческом процессе. Структурный подход в принципе не может решать такие вещи. Он только облегчает творческую работу, освобождая от рутины и использования стандартных решений.

Утверждение 2.1. *Структурные исследования и различные варианты использования морфологического анализа облегчают решение проблем, но не могут решить чисто творческие задачи. Поэтому структурный подход – это только одно из средств, которые необходимо применять при общем изучении технологий.*

Нетрудно убедиться в правильности выводов этого утверждения. Достаточно лишь вспомнить, что такие изобретения, как мобильный телефон, Интернет, применение стволовых клеток при лечении болезней и многое другое даже не рассматривались раньше при различных футурологических исследованиях.

Традиционный структурный анализ обычно направлен не только на создание новых конструкций, то есть на *синтез* новых технических систем. Его широко используют и для создания новых идей в гуманитарной области. Системы, разработанные Г. С. Альтшуллером [5] и в простейшем случае получившие название ТРИЗ, нацелены на создание некоторых новых алгоритмов, способствующих генерации не только технических изобретений, но и новых идей. Ныне в России проводятся специальные тренинги и семинары, которые знакомят их участников

со всем комплексом современных методов совершенствования и стимуляции творческой деятельности (см., напр. [5]). Эти полезные разработки, как уже отмечалось, не решают всех задач, связанных с творчеством. Тем не менее их польза несомненна, и перенесение подобных подходов из области изучения технических систем в область общих исследований технологий полезно вне всяких сомнений. Не случайно многие приемы и идеи из этой области, например ТРИЗ, соотносятся даже с такими видами творчества, как театральная деятельность [69].

Важно отметить еще одно обстоятельство. Опыт изучения технических систем в последние годы связан с новыми направлениями исследований. Их цель – изучить законы распределения частей (элементов, составляющих) различных больших технических систем в зависимости от их величины, а также соотношения и взаимодействия различных технических систем, составляющих окружающую человека техносферу. Для этого изучаются ранговые корреляции между различными схожими объектами разной величины и разной степени сложности. На этом пути получено много полезных и интересных выводов. Многие из этих выводов, так же как и методы исследования, применимы и к изучению технологий. В то же время необходимо заранее оговорить, что структура технологического окружения и структура мира технических систем имеют серьезные различия. Однако на данной стадии анализа технологий говорить об этих различиях преждевременно.

Анализ ранговых распределений основан на использовании числовых характеристик ряда параметров системы. К ним относятся такие параметры, как энергия, масса составляющих систему частей и многие другие. При этом часто приходится оперировать с такой характеристикой системы, как ее сложность. Понятие сложности обычно считается интуитивно ясным. Тем не менее это не так.

Уточнение 2.4. *Сложность является непростым понятием, поэтому в конкретных исследованиях требуется давать ей четкие определения. Во всяком случае, можно с уверенностью говорить о разных типах сложности.*

Применительно к педагогике разные типы сложности описаны в [80][1]. Ограничимся только примером, который поясняет, что сложность технологий, так же как и сложность технических систем, может быть разной. Рассмотрим, например, каскадный технологический процесс. Это может быть, в частности, каскад глубокой очистки методом дробной кристаллизации или же каскад, построенный из центрифуг для обогащения урана. В любой из этих и других аналогичных систем сложность

[1] Понятие *сложность* нередко связано с отсутствием у пользователя необходимых ему навыков и умений. Это говорит о том, что в этом понятии имеется существенная индивидуальная составляющая.

определяется большим количеством одинаковых (повторяющихся) элементов. В математике для ситуаций, в которых многократно используются схожие преобразования, иногда говорят о *громоздкости* задачи. Сложность упомянутых каскадных систем связана с возможностью ошибок – *сбоев* – при многократном использовании одинаковых элементов. Не трудно установить, что каскадные процессы дают пример технологий, сложность которых основана на громоздкости.

В то же время можно говорить о технологиях, где сложность связана с одновременным или последовательным использованием процессов или операций разного типа. Возможны варианты сложности, которые связаны с длительностью ряда используемых процессов, различными внешними требованиями, резко различающейся природой применяемых процессов и т. д. Важно отметить, что, как сказано в предыдущем уточнении, без использования строгих определений нет особого смысла применять понятие сложности при изучении особенностей разных технологий.

Обратим внимание еще на одно обстоятельство. Авторы работ [49, 119] и их последователи четко акцентируют внимание на большом сходстве в техническом и биологическом окружении человека. Это сходство распространяется и на технологии. Тем не менее такие аналогии во многом ограничены, и, несмотря на всю пользу сравнений, они не всегда могут быть использованы для получения четких выводов.

Наиболее интересным в этих аналогиях следует считать учет взаимодействий различных объектов технической среды между собой. В упомянутых работах это взаимодействие предложено описывать в терминах, где за основу взяты биологические понятия. Так, в анализ технических систем вводится термин *техноценоз*. В [119] в свою очередь, активно используются понятия *межвидовой борьбы* и другие биологические представления. По всей вероятности, на этом пути можно действительно достичь определенных успехов, хотя прямой перенос всех без исключения биологических представлений в техносферу нам представляется не до конца обоснованным.

В то же время допустимо перенесение в область техники представлений о так называемой *пирамиде уровней*, которую часто называют *экологической пирамидой*. В экономике же говорят о *пирамиде потребностей*. Многие характеристики техносферы хорошо укладываются в представления, связанные с этими понятиями. Так, например, автор [119] изучал распределение количества электромоторов в большой технической системе. Это количество определяется их паспортной мощностью. Полученные при этом результаты хорошо согласуются с представлениями классической экологии. В то же время необходимо отметить, что в обычных экосистемах количество уровней пирамиды ограничено. В техносфере подобные ограничения пока не обнаружены. Однако ес-

тественно ожидать, что количество уровней в технических системах, скорее всего, все же имеет некоторый предел.

В области связанных между собой технологий и отдельных технологических процессов использование представлений о пирамиде уровней можно считать достаточно разумным. В то же время пока еще нет никаких конкретных исследований, которые бы позволили продвинуться в этом вопросе. Тем не менее сравнение с экологическими пирамидами приводит к интересным и разумным результатам. Прежде всего, нужно отметить, что в любой экологической пирамиде выделяют лежащие на нижних ее уровнях *продуценты*. Их аналогом в области технологий следует считать добывающие и другие технологии, связанные с получением продуктов из окружающей среды.

В области гуманитарных технологий аналогами продуцентов можно полагать технологии, которые производят первичную информацию. Экологическая пирамида на высоких уровнях имеет *редуцентов*, то есть те организмы, которые уничтожают или утилизируют использованную биомассу (органическое вещество). В технологиях имеются группы процессов, связанные в первую очередь с утилизацией отходов. Их сходство с редуцентами достаточно очевидно. В то же время при сравнении таких пирамид можно заметить и определенные различия. Именно они удерживают нас от широкого использования аналогий такого рода. При желании технологии, не входящие в обе отмеченные группы, можно считать аналогами третьей группы биологических объектов экологической пирамиды – *консументов*.

Хорошо известно, что между отдельными видами в экологической пирамиде существует обмен продуктами, обеспечивающими жизнедеятельность. Он осуществляется через *трофические цепи*. Их аналогами как в технических системах, так и в технологиях являются различные потоки, прежде всего потоки вещества, энергии и информации. Кроме этих основных потоков в технологиях имеются и потоки более высоко организованного уровня: потоки изделий, финансовые потоки и т. д.

Итак, несмотря на более сложную структуру технических и технологических систем, аналогии с биологическими пирамидами можно заметить без особых усилий. Эти аналогии полезны, поскольку они позволяют быстро сфокусировать внимание на узловых вопросах, структурировать тематику исследований и существенно облегчить создание единой терминологии.

***Определение** 2.3. Технологическим потоком следует считать перемещение в пространстве и/или времени любой сущности, которая участвует в технологическом преобразовании.*

Понятие технологических потоков имеет четкие подразделения.

***Утверждение** 2.2. В отличие от теории технических систем, общее описание теории технологий оперирует не тремя, а бо@льшим числом различных типов технологических потоков. В первую очередь к трем традиционным потокам необходимо добавить потоки изделий, финансов и знаний.*

Потребителя с древнейших времен всегда интересовал поток изделий, в первую очередь связанный с личным потреблением: одежда, обувь, мебель, машина и т. д. По мере развития цивилизации список объектов, которые составляют поток первичных потребностей, меняется в сторону увеличения числа объектов первостепенной необходимости и их сложности. В то же самое время технологии имеют дело и с другими потоками изделий. Так, для технологий прокатки конечной целью может быть создание рельсов, то есть формирование потока изделий, который напрямую не направлен на использование его единичным (семейным) пользователем. В отличие от этого, завод, фирма и т. д. могут быть отнесены к категории коллективных (корпоративных) пользователей.

***Утверждение** 2.3. Потоки изделий могут быть подразделены на иерархические группы, в зависимости от того, для каких пользователей они предназначены. Несложно составить иерархическую пирамиду таких потоков. Выделим из этой пирамиды только ее основание – потоки изделий, которые обеспечивают индивидуальное или семейное использование. Для простоты будем именовать их потоком изделий индивидуального предназначения, или потоками индивидуальных изделий.*

Остальные типы потоков, определяющих состав технологий, а именно потоки энергии, информации, финансов, в конечном итоге предназначены для получения индивидуальным пользователем возможности получить поток индивидуальных изделий. В этом смысле эти потоки носят вторичный характер.

Различные технологии связаны между собой. Более того, многие из них развиваются согласованно. Группы согласованных технологий образуют так называемый *техноценоз*. Техноценоз представляет собой сложную систему. При этом определить понятие сложности непросто.

Обычно потоки вторичного характера более сложны. Поэтому их часто можно определить через первичные потоки.

2.2. КАКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ СЛЕДУЕТ ОЖИДАТЬ ОТ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА ИЕРАРХИИ ТЕХНОЛОГИЙ

Общее количество технологий, которыми пользуется человечество, очень велико, причем ситуация осложняется непрерывным ростом их числа. Структурный анализ в самых простых вариантах связан с группировкой технологий по разным классам, выстраиванием их в иерархи-

ческом порядке и разбиением каждой технологии на ее составляющие, которые должны быть проанализированы. Далее требуется провести их сравнительный анализ с целью выявления совпадений, новой группировки и структуризации. Это работа весьма обьемна. Ее выполнение требует знаний в разных сферах человеческой деятельности. Такие исследования возможны при выполнении двух условий. Во-первых, должна быть очевидна их целесообразность. Только тогда можно привлечь к исследованиям нужное количество специалистов и обеспечить необходимое финансирование. Во-вторых, для выполнения такой широкомасштабной работы нужно предварительно разработать принципы классификации и основы описания. Последние обязательно важны, так как только на их основе можно с самого начала обеспечить необходимое единство всех описаний и подходов. Для того чтобы оценить эти требования, полезно обратиться к схожим задачам, которые решались или решаются в современной практике.

Сравнения естественно начать с теории технических систем. Простой взгляд на основные материалы, о которых упоминалось выше [19, 40, 83, 116, 139, 143, 144], говорит о том, что задача полной классификации технических систем далека от решения. Несмотря на единство исходных позиций, терминология разных авторов далека от единообразия. В то же время в области библиотечно-библиографических классификаций задача создания всеобъемлющей, хорошо структурированной системы описания информационных документов решена. Имеются несколько широко известных и активно используемых на практике библиотечно-библиографических систем. Не вникая в описание каждой из них, отметим только сходство основных принципов [50, 82].

Для рассматриваемой ситуации намного более интересно другое, а именно то, как создавались библиотечно-библиографические классификации. Корни этих классификаций уходят в глубокую древность. Современный отсчет в этом направлении можно начать с М. Дьюи [50]. Предложенный и реализованный им принцип десятичного (десятичного) дробления понятий и объединения цифровых записей с помощью небольшого числа синтаксических знаков используется ныне во множестве классификационных систем. Само дробление часто дополняется принципом *фасетности*, то есть использованием подвижных блоков описаний. В библиотечном деле применение этого принципа в первую очередь связывают с именем индусского ученого Ш. Р. Ранганатана [70].

Библиотечно-библиографические классификации охватывают огромный обьем документации. *Справочные таблицы (определители)*, которые приводят соответствующие классификационные таблицы, представляют собой многотомные многостраничные издания. Работа

над совершенствованием этих классификаторов постоянно ведется во многих странах. Очень важно то, что для правильной классификации документов в этой работе принимают участие специалисты разных отраслей знания. Конечно, такие коллективы возникли не сразу. Если вернуться к классификации Дьюи, то первые таблицы, созданные им лично, имели обьем в несколько десятков страниц. В течение жизни автора эти таблицы непрерывно расширялись и совершенствовались. Первые же издания таблиц решили главную задачу – была создана удобная, понятная и простая система и наглядно показана ее перспективность и целесообразность. Дальнейшее развитие шло по нарастающей. В настоящее время в свет вышло уже 21-е издание этих таблиц.

Основываясь на этом опыте, можно сказать, что первой задачей структуризации технологий должно быть создание принципов структуризации и построение удобного формализма. Этот формализм должен использовать достижения других классификационных систем и то, что уже сделано в этом направлении другими авторами. Первая попытка обобщения имеющегося опыта была предпринята в [87]. Опыт, связанный, главным образом, с техническими системами, в основном учитывает структуру механической обработки устройств и некоторые принципы сборочно-разборочных технологий. Кроме того, определенные достижения имеются и в области химических технологий [13,14, 32, 34]. Ряд методических приемов во всех этих и других исследованиях совпадает. Это позволяет приступить к созданию более детальной классификации с привлечением к работам широкого круга авторов.

В то же время в ряде случаев, в частности в информационных технологиях, отработка методов структурирования и группировки находится еще на начальном этапе. Задача здесь сводится к быстрому внедрению в эти области достижений из области других технологий. При учете достижений в этой области приходится сталкиваться с некоторыми непривычными обстоятельствами. Так, классификация информационных потоков и ресурсов в Интернете, необходимая для технологии поиска информации, четко использует два подхода к структурированию технологий и их элементов [90]. Один подход традиционный, когда структурирование и дальнейшая группировка сведений производятся в соответствии со смыслом. Второй подход основан на удобстве пользователя и никаких серьезных обоснований, кроме практического спроса, не имеет. Никаким основным требованиям классификаций такой подход не удовлетворяет. Тем не менее он очень важен для формирования терминологий и ряда других системообразующих факторов.

Совмещение этих двух противоречивых подходов оказывается не простой, но важной задачей. Она имеет смысл и для других типов технологий. Безусловно, самым лучшим вариантом было бы построение

такой научной классификации технологий, которая бы в максимальной мере учитывала *потребительские требования*. Для того чтобы реализовать такую задачу, необходимо привлечь к ее решению специалистов из разных областей знаний. В идеале должны проводиться исследования, в результате которых будет введена терминология и определены элементы классификации примерно по такой же процедуре, которая принята для унификации химической терминологии. Во всяком случае учитывать эти соображения нужно с самого начала общих исследований по технологии.

Создание единой хорошо структурированной классификации технологий имеет ряд целей. Такая классификация нужна для облегчения выбора оптимальных решений по конструированию новых технологий. Наличие классификационной системы позволяет, по крайней мере в принципе, перейти к *автоматизированному построению новых технологий*. Это задача во многом подобна тем задачам, которые решаются в системах *поискового конструирования*, задачах системы ТРИЗ и им подобных. Как показывает опыт, реализацию таких идей в разных отраслях знания удается осуществить с разной степенью полноты. Эта реализация, однако, продолжает оставаться перспективной задачей. При этом следует помнить, что (как отмечалось в утверждении 2.1) чисто творческие решения при таком подходе отбрасываются. Это не является помехой, поскольку отсев типовых, ремесленных задач облегчает творческую работу. Классификатор технологий позволяет выяснить далекие связи между технологическими процессами, упрощает и совершенствует технологию, упрощает создание различных справочных материалов. При этом могут быть решены и многие другие схожие задачи. Как показывает опыт, изучение общих принципов изобретательства и поискового конструирования важно для учебного процесса. На практике же специалисты, освоившие основные идеи таких подходов, используют только некоторые частные приемы и к основным классификационным таблицам и приемам обращаются не очень часто. Изменится ли такая ситуация в будущем, сказать трудно.

Изучение изменений содержания классификаторов со временем позволяет уловить динамику совершенствования технологий, изучить количественные соотношения, то есть распространенность разных типов технологий. Также очень важно и то, что с помощью общих классификационных таблиц проще устанавливать различные законы разной степени обобщенности. Эти общие соотношения входят в состав той области знаний, которую иногда принято называть *философией техники* [19, 40][1].

[1] Введение напрашивающегося термина философия технологий представляется нам преждевременным.

Таким образом, структурирование знаний по технологиям является очень сложной, но важной задачей. В то же время практические результаты, которые, в частности, важны для процесса преподавания, могут быть получены на основе общих представлений, которые опираются только на принципиальные соотношения классификации, а не на завершенные описания в виде таблиц и других графических материалов.

Обратимся к сравнению задач, которые можно изучать, используя представления об иерархии. Как в случае анализа технических систем, так и в случае общих исследований технологий даже беглый взгляд на неоднократно цитировавшиеся нами основные книги по теории технических систем и по анализу технологий позволяет отметить сходство в понятиях, методах и базовых результатах. Фактически многие рассмотрения теории технических систем, так же как и методы анализа технологий, используют методику триадных представлений (см., напр. [116]). Элементы технологической триады и триады технической системы расположены в иной последовательности, но это не имеет принципиального значения. Важно иное – это фактически одни и те же элементы.

Уточнение 2.5. *Описание технических систем и описание технологий можно производить, используя триадную схему расположения базовых элементов, описывающих изучаемую систему. Эти элементы имеют одну и ту же природу, но расположены в разной последовательности, которая отражает разную природу изучаемых явлений.*

Это сходство связано с тем, что в обоих случаях изучается, по существу, одно и то же, а именно – получение новых продуктов (объектов), основанное на использовании некоторой последовательности процессов. Эта последовательность реализуется с помощью технических систем.

Уточнение 2.6. *Теория технических систем изучает вопрос о том, **что** реализуют новые объекты. Теория же технологий отвечает на вопрос о том, **как** происходит эта реализация.*

Упомянутые в этом уточнении вопросы ***что*** и ***как*** связаны настолько тесно, что использование одних и тех же подходов к их рассмотрению, применение одной и той же методики, однотипной символики и основополагающих идей являются естественными. Более того, одним из достижений технических систем считается их применение для задач поиска новых конструкций. На самом деле такой подход, так же как и все методики типа ТРИЗ, следует рассматривать как один из вариантов творческих технологий. Они относятся к области гуманитарных технологий, но это не меняет существа дела. Близость проблем и сходство ряда основных методов анализа позволяет исходя из метода аналогий оценить пути решения технологических задач, а также расширить представления об ожидаемых результатах.

2.3. О МЕТОДИКАХ РАССМОТРЕНИЯ ИЕРАРХИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

Оценим опыт использования иерархического подхода к описанию технических систем с целью его применения для описания технологий. Любая техническая система, как и любая технология, при анализе их структуры может быть расчленена до очень «низкого» уровня. Так, рассматривая конструкцию комбайна или жатки, можно спуститься по ступеням иерархии вниз вплоть до уровня отдельных болтов, отверстий с резьбой, деталей, из которых собран пульт управления, и т. д. В ряде случаев детальное рассмотрение требует перехода и на более низкие уровни.

Утверждение 2.4. *Практика анализа конструкций технических систем и технологий не требует, чтобы дробление конструкции, объекта или технологии продолжалось беспредельно. Процесс дробления понятий ограничен стоящими при их анализе реальными практическими задачами. Основное требование, которое нужно соблюдать, – ограничение рассмотрения всех элементов, которые принимают участие в анализе, одной и той же ступенью дробления. Аналогичные требования характеризуют и процесс укрупнения элементов, используемых при анализе. Иными словами, иерархическая структура при любом анализе имеет ограничения как снизу, так и сверху. Эти ограничения могут быть разными.*

Одной из наиболее наглядных иллюстраций вышеприведенного утверждения могут служить языки программирования. В практике повседневного программирования учет элементарных операций, как, например, в языках типа *Ассемблер,* абсолютно не нужен. *Языки высокого уровня* имеют дело с описанием операций, которые на самом деле включают в себя множество мелких шагов. Однако программист, использующий эти языки, этого не чувствует. Более того, умение программировать на этом уровне и знание соответствующих команд ему не требуются. Чем выше уровень языка программирования, тем более сложные и разнообразные символы операций он использует. В силу исключения из рабочей практики «мелких команд» существенно возрастает быстрота написания конечных программ, облегчаются условия их понимания и т. д. То же относится и к описаниям технических систем и технологий. Это, в общем, не удивительно, так как программирование – один из типов гуманитарных технологий.

Утверждение 2.5. *Выбор разумных границ дробления понятий как снизу, так и сверху – одна из важнейших операций при анализе технологий и технических систем. Для технологий и для соответствующих им технических систем, обеспечивающих аппаратную часть технологий, этот выбор должен быть согласованным.*

Утверждения 2.4 и 2.5 представляются достаточно очевидными. Тем не менее их практическое применение связано с теми задачами, которые рассматриваются при исследовании.

Уточнение 2.7. *Грубо говоря, исследовательские задачи как в области изучения технологий, так и в области изучения технических систем распадаются на две большие группы. Первая группа связана с описанием процессов и объектов, а вторая – с их проектированием. Требования к характеру дробления понятий при решении задач этих групп разные. Это должно проявляться и реально проявляется как в методике описания, так и в ее символике.*

Задача описания технологий требует знания, а значит, и перечисления всех возможных действий (процессов, операций и т. д.) на некотором уровне. Это перечисление распространяется и на несколько более высоких уровней иерархии. На этой основе должно быть создано некое перечисление, то есть *каталог*, всех возможных операций. Вместо термина *каталог* часто используются и иные термины, но это не имеет принципиального значения. На основе каталога создаются *технологические карты*, то есть подробные описания всех операций и других действий. Такие карты создаются для каждой позиции каталога. В гуманитарной области, в частности при анализе управленческой деятельности, аналогом технологических карт можно считать *функционально-информационные модели*, то есть формализованное указание на содержание и последовательность различных управляющих действий. (Управленческие приемы находятся на верхних уровнях иерархии гуманитарных технологий.) Аналогична ситуация и с описанием технических систем. Задача описательной иерархии сводится к созданию каталогов деталей, узлов или других элементов конструкций. В принципе этот каталог должен быть связан с каталогом технологических карт соответствующих процессов изготовления, замены при ремонте и т. д. Основными требованиями при создании таких каталогов нужно считать *полноту (исчерпанность)* и логическую правильность разбиения и группировки объектов каталога.

Уточнение 2.8. *Полнота объектов описания при создании каталога подразумевает, что на соответствующем описательном уровне иерархии перечислены все принципиально мыслимые объекты и в то же время там нет ни одного лишнего объекта. Подразумевается, что образование объектов классификации достигается дроблением объекта более высокого уровня по одному и тому же основанию. Кроме того, всегда неявно предполагается, что имеется однозначная возможность разделения объектов. На самом деле эта задача может оказаться достаточно сложной.*

Уточнение 2.8 говорит о том, что понятие полноты напрямую связано с требованиями, которые предъявляются к классификационным процессам. Они описаны в ряде материалов [40, 50, 63, 99, 143, 144]. Поэто-

му в дополнительных пояснениях это утверждение, по нашему мнению, не нуждается. В силу требований полноты при анализе различных уровней иерархий каталоги, которые описывают и технологии, и технические системы, должны иметь большой объем. Все требования к каталогам в этом случае можно сформулировать, говоря об *универсальности* их построения. Надо сказать, что в результате выполнения всех требований длительность создания подобного рода каталогов крайне велика. Это во многом аналогично ситуации, которая характеризует создание классификации и различных каталогов в библиотечном деле [50, 70, 82].

В отношении описания проектирования (создания, синтеза) технологий и технических систем задача иерархического описания видоизменяется. Здесь на первое место выходит организация процесса работы с описательным материалом. Человек, изучающий или создающий новый процесс или техническую систему, заинтересован не столько в полноте всех аспектов описания, сколько в его наглядности и возможности создания некоего вспомогательного оперативного аппарата. Здесь на первое место выходят компактность описания, использование удобных и понятных символов и другие характеристики. При этом полнота описания и научная обоснованность структурных разбиений (морфологии) отступают на второй план.

Такая ситуация типична для многих областей знания. Особо резко она проявилась в Интернете. Распределение сайтов в каталогах, рейтингах и индексах Интернета выполняется исходя из двух слабо связанных между собой тенденций. В одной в основу создания описаний кладется традиционный подход, основанный на универсализме результатов. Соответствующие каталоги аналогичны традиционным библиотечным каталогам. Их можно обозначить термином *систематические каталоги* [90]. При другом подходе в основе лежат компактность материала и удобство его дробления понятий с точки зрения пользователя. О логических требованиях к систематизации объектов с точки зрения их универсализма здесь речь не идет. Во главу угла ставятся лишь наглядность и удобство пользователя. Редкие ситуации, которыми никогда не пренебрегают в систематических каталогах, здесь просто отбрасываются. В этом смысле каталоги подобного рода заведомо не выполняют требования полноты деления. Практически всегда не выполняется и требование использования единых оснований при группировке объектов. Тем не менее развитие Интернета привело к тому, что подобный способ каталогизации применяется в большинстве универсальных информационно-поисковых машин (ИПС). Соответственно, подобного рода каталоги можно назвать *пользовательскими каталогами* [50, 90]. Идея пользовательских каталогов не нова. Фактически этот подход используется и при поисковом конструировании, основанном на методах теории технических систем. Его рационально использовать и при решении

задач *поискового создания новых технологий*, а также в упрощенных методах анализа технологий[1].

При поисковом создании новых технологий, как и при поисковом конструировании, отнюдь не ставится задача строго обоснованного четкого, то есть систематического, дробления понятий (процессов, конструкций). Задача здесь иная – создать удобные представления о действиях, элементах процессов и конструкций. При этом удобство понимается как наглядное выделение основных функций процесса и элемента конструкции, которые должны способствовать процессам синтеза некоего нового целого. Эта функциональность является аналогом пользовательского подхода к составлению каталогов. Смысл функционального дробления и последующего синтеза лучшего всего проследить, анализируя работы Р. Коллера [143, 144][2]. В этих работах конструкция технической системы рассматривается с точки зрения выполнения ею некоторых «простых» функций – операций. Их принято называть *операции Коллера*. Для наглядности некоторые из этих операций представлены на рис. 2.2.

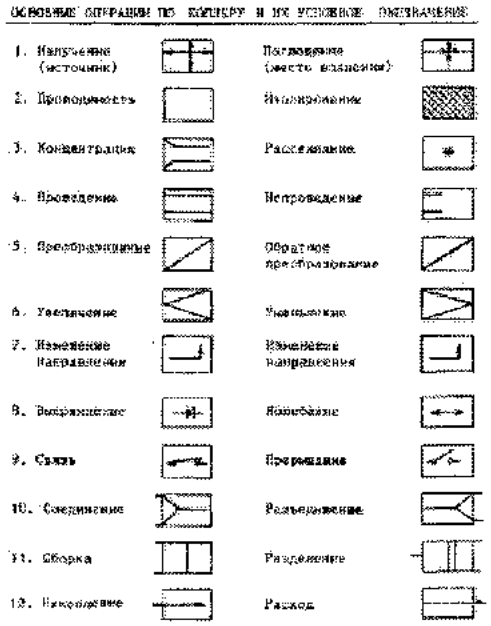


Рис. 2.2. Типичные операции Коллера

[1] Термин *поисковое создание технологий* используется в силу его сходства с хорошо известным термином *поисковое конструирование*.

[2] Чтобы понять суть дела, достаточно произвести полнотекстовый поиск в Рунете по термину *операции Коллера*.

Нечто подобное имеется и в химии (см., напр. [13, 14]. Однако в химии соответствующий подход разработан намного слабее, чем при поисковом конструировании технических систем.

Синтез технических систем и технологий, основанный на *функциональном* подходе и на традиционном подходе, который был назван нами *структурным*, несмотря на свою близость, отличается по своей направленности. Проиллюстрируем это на нескольких простых примерах. Обратимся к работам Р. Коллера [143, 144]. Пусть, например, требуется изменить форму, согнуть под прямым углом металлическую пластину (рис. 2.3). Как видно из этого рисунка, один и тот же функциональный результат – изгиб под прямым углом, может быть решен путем изгиба на 90° и на 270°. С точки зрения структурного подхода, эти два технологических действия различны. Более того, их результат также не вполне одинаков, так как зоны деформаций материала пластины в месте изгиба будут разными. При функциональном подходе этим можно пренебречь, при структурном подходе к описанию технологий от этого отвлечься нельзя.

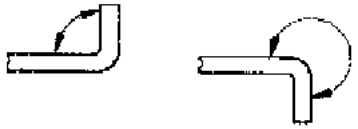


Рис. 2.3. Технологические варианты изгиба пластины, которые функционально идентичны, а структурно отличаются друг от друга

Другой пример простейшей технологической задачи, также взятый из [144], дан на рис. 2.4. В этом случае одна и та же технологическая задача, например, сочленение двух металлических пластин с помощь заклепок, решается разными с точки зрения структурного описания технологическими приемами.

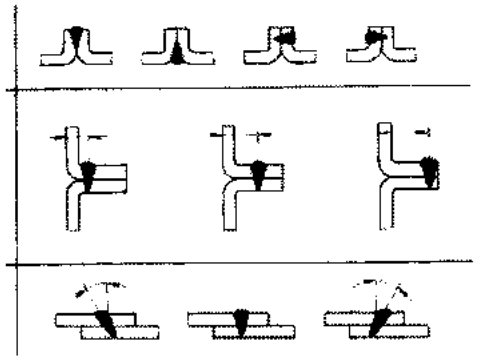


Рис. 2.4. Функциональное описание технологии – соединение двух металлических пластин, решаемое разными способами, то есть различное с точки зрения структурного описания технологий

В [144] имеется множество примеров подобного рода. Естественно, что функциональный подход может применяться и на более высоких

уровнях. На самом высоком из них Р. Коллер использует 12 наиболее общих операций. Именно они и получили название *операции Коллера*. Обычно отмечается, что, в принципе, эти операции могут быть дополнены, а кроме того, они распространяются не на все технические и технологические области применения. В частности, в работах этого плана практически никогда не изучаются чисто химические процессы. Автоматика также изучается в основном применительно к обычным техническим системам.

Определение 2.4. *Функциональное описание технологий и технических систем – морфологический подход, исходящий только из назначения (целей, задач) технологии или технического устройства. В отличие от чисто структурного описания, функциональный подход не анализирует полную морфологическую структуру действия или технического элемента, а поэтому допускает различные реализации.*

При структурном и при функциональном подходах к морфологическому расчленению единой технологии или технической системы, а также при их синтезе из морфологических элементов ставятся, по существу, различные, хотя и близкие задачи. Функциональный подход интересует идея процесса в чистом виде. Для структурного подхода важно точное описание процесса или системы во всех деталях. Поясним это простым примером.

Пусть более детально, чем в примере на рис. 2.3, описывается соединение двух элементов, имеющих плоскую форму. Рассмотрение можно вести, не конкретизируя задачу, используемые материалы и технику. Во всех случаях функциональная операция, описывающая такое соединение, будет одной и той же. Однако реализовываться она может по-разному. Два отрезка материи можно соединить, используя швейную машину и иглу с ниткой или же применяя при ремонте с помощью заплат склеивание. Два куска металла можно соединить сваркой или же применяя болты и заклепки. Есть и другие варианты технологий соединения металлических кусков. Саму сварку тоже можно производить разными способами. Два бревна при сооружении дома традиционными плотницкими методами также соединяются особыми способами.

В каждом из этих случаев структурный подход требует детального рассмотрения всех действий и приемов. По этой причине строгий структурный анализ технологий по сравнению с функциональным анализом требует бо@льшего времени. Он также должен быть проведен более тщательно. Естественно, что на стадии принципиальных разработок это замедляет и затрудняет рассмотрение. В то же время при составлении реальных технологических карт или же каталога деталей технической

системы сложно обойтись без подробного и тщательного структурного анализа. Именно по этой причине разработка системных каталогов технологий отстает от разработки приемов их функционального анализа.

Как известно, разработка детальных каталогов (классификаций) в библиотечном деле потребовала многих лет и усилий большого числа людей. По этой причине отставание полного системного анализа технологий от результатов их функционального анализа представляется естественным. Более того, развитие систематического анализа технологий идет неравномерно. Наибольшие успехи пока что достигнуты в области проектирования новых процессов и изобретательской деятельности (работы Г. С. Альтшуллера [5]). В области создания новых технологий и технического использования полное системное разбиение процесса приводится только в качестве примера возможности создания того или иного изделия, например, создания конструкций велосипеда, электроплитки и др. [63].

Ограничимся только общими принципами построения систематических и функциональных морфологий для описания технологий. В этом случае надо заранее ответить на два вопроса. Первый – вопрос о том, до какой степени дробления процесса следует доходить при описании конкретных технологий. Достаточно очевидно, что бесконечное дробление не имеет смысла. Вне всякого сомнения, описывая технологию сборки космического корабля, не следует включать в ее описание технологии изготовления болтов, шайб или технологию производства металла для каких-либо его элементов. Если такие моменты включать в общее описание, то оно становится излишне детальным, с одной стороны, и практически необозримым – с другой стороны. Это и было отмечено нами в утверждении 2.3. Второй вопрос сводится к разработке разумной системы описания морфологии технологических процессов. Если обратиться к идеям в наиболее близкой области, а именно к идеям построения структуры библиотечно-библиографических описаний [50, 82], то нетрудно увидеть, что имеются несколько вариантов построения системы описания морфологического дробления. Естественно, что, строя такое описание для технологий, необходимо учесть весь накопленный опыт и в то же время сохранить определенные традиции [13, 14, 19, 87, 100, 116, 139, 144]. Однако для того чтобы учесть этот опыт, нужно предварительно рассмотреть вопрос об иерархии потоков, который, как показано во многих из упоминаемых работ, является полезной основой для создания удобного описания технологий на основе их морфологической классификации.

В заключение этого раздела сделаем ряд дополнений. И структурное, и функциональное упорядочение технологий и их составляющих – это некие операции *систематизации*. Однако они выполняются по-разному. В случае структурного анализа мы производим *разбиение* технологий на некие элементы (подгруппы). Сами эти элементы сохраняют свою целостность. В случае функционального анализа из группы технологий выделяют сходные по действиям элементы. Такую операцию принято называть *расчленением*. Первый вариант систематизации соответствует хорошо известным понятиям *классификации* и *таксономии*. Второй вариант отвечает так называемой *мерономии*. В этом случае типовые операции типа операций Коллера принято называть *рефренами*. Соответствующие вопросы детально изучены в биологии, геологии, географии и, естественно, в математике. Применительно к техническим системам интерес к этим подходам стал проявляться в работах Б. И. Кудрина [40]. Некоторые простейшие рассуждения на эту тему имеются и в [30].

2.4. ИЕРАРХИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКОВ

Анализ теорий технических систем (см., напр., [116]) и самые первые шаги к построению теории общей теории технологий [87] приводят к необходимости введения в анализ технологий понятия *поток*.

Определение 2.5. *Технологическим потоком следует считать перемещение в пространстве и/или времени любой сущности, которая участвует в технологическом преобразовании.*

Понятие технологических потоков имеет четкие подразделения.

Определение 2.6. *Технологические потоки делятся на две группы. Первая группа – внутренние потоки. Они действуют внутри технической системы, обеспечивающей реализацию технологии. Вторая группа – внешние потоки. Они обеспечивают связь обобщенного технологического пространства с внешним миром.*

Сам характер потока может быть разным. Поток может состоять из однородного материала или же смеси материалов или неоднородных частей. В то же время поток может состоять из отдельных деталей, например автомобильных колес на сборочном конвейере. Возможны потоки из готовых объектов, например поток консервных банок, направляемых к складу. Однако в подобном потоке отдельные его объекты не обязательно должны быть конечными продуктами технологии. Так, в конвейерной печи, изготавливающей диффузионными методами микросхемы, один из входных потоков – это тонкие пластины полупроводникового материала, на которых в процессе обработке создаются микросхемы.

Определение 2.7. *Технологические потоки делятся на сплошные и дискретные.*

Уточнение 2.9. *Деление потоков на сплошные и дискретные относительно в том смысле, что оно определяется тем уровнем, на котором изучается и описывается технологический процесс.*

Это деление интересно только для общего теоретического анализа, а не для практических исследований. Оценка дискретности потока по своей природе схожа с оценкой степени однородности свойств системы [98]. Действительно, сплошной поток материала состоит из неоднородных по своей структуре атомов. Состав жидкого потока может иметь различные небольшие колебания. Есть технологии, где такие вопросы существенны. Так, например, небольшие турбулентности вблизи поверхности растущего кристалла могут влиять на однородность распределения примесей в его поперечном сечении [98].

Уточнение 2.10. *Понятие и характер дискретности потока зависят от того уровня технологического процесса, на котором ведется рассмотрение.*

Обычно в пределах одной и той же технологии характер оценки дискретности потока не меняется. Тем не менее могут быть и исключения. Так, анализируя распределение примеси в кристалле полупроводникового материала, выращенном, скажем, по методу Чохральского, потоки примеси в расплаве могут считаться сплошными при изучении распределения примеси по длине кристалла. В то же время при анализе радиального распределения примесей необходимо учитывать турбулентности в жидкости. В этом случае поток примеси в расплаве должен быть отнесен к категории дискретных потоков. Может показаться, что термины *сплошной* и *дискретный* в применении к технологическим потокам не вполне удачны и их лучше было бы заменить на термины, которые используют понятие непрерывности. Однако понятия, связанные с прерывностью и непрерывностью потоков, используются для временных характеристик технологических потоков. Таким образом, предлагаемое использование этих понятий делается для обеспечения однозначности терминологии.

Понятия дискретности и непрерывности представляют из себя некую оппозицию. Такие оппозиции характерны для большинства явлений, которые изучаются в разных отраслях знания. Каждый конкретный анализ и каждая теория должны при изучении того или иного круга вопросов найти некоторую точку равновесия на оси, которая связывает между собой эти две крайности. Сложность же любой теории связана с тем, что эта точка равновесия не неподвижна. Она смещается в зависимости от времени, существа и изученности вопроса, а также в силу целого ряда иных причин. Применительно к области сетевой информации этот вопрос рассмотрен в [96]. По существу, анализ такого равновесия – это не что иное, как *дихотомический* подход. Природа, а значит, и технологии, *многообразна*. Часто отмечают (см., напр., [102, 103]), что *многообразие теснит дихотомию*. Это не вполне точно, так как любой количественный подход требует появления оси: много – мало, то есть фактически дихотомии. Поэтому правильнее говорить,

что в первом приближении многообразие можно иногда рассматривать как совокупность нескольких дихотомий.

Определения, связанные с термином *непрерывность*, используются для обозначения временных характеристик технологических потоков. В принципе, эта терминология переносится и на аналогичные характеристики ряда промышленных технологий (см., напр., [19]).

Определение 2.8. *В соответствии с временным характером технологические потоки и определяемые ими технологии могут быть непрерывными, периодическими (циклическими), квазинепрерывными, случайными (апериодическими), пульсирующими и разовыми.*

Классификационные термины этого определения понятны без уточнений. Приведенное деление не является исчерпывающим. В нем отмечены только основные подразделения потоков в соответствии с их временными характеристиками.

Потоки, принимающие участие в технологических процессах, имеют разную основу. Полное понимание этой основы и ее анализ в соответствующих процессах происходили постепенно. Исторический ход совершенствования техники и технологий в первую очередь свел интерес исследователей к изучению потоков целостных объектов (изделий, товаров, заготовок) и потоков материалов. Конечно, в те времена понятие потока еще не было сформулировано. Тем не менее на протяжении всей истории цивилизации, вплоть до времен первой промышленной революции, исследовались технологии, связанные с преобразованием материалов. Это не значит, что другие составляющие, то есть другие типы потоков, не имели никакого отношения к технологиям того времени. Просто остальные типы потоков в привлекавших в то время интерес технологиях не всегда имели решающее значение. Как следствие, эти потоки не привлекали внимания исследователей. В XIX в. окончательно сформировалось понятие энергии и ее преобразований. В результате возникло понимание того, что для изучения технологий необходимо учитывать потоки энергии. XX в. добавил к представлениям о технологиях и понятие информации. Стало очевидным, что во всех технологиях, начиная с самых древних, создававшихся еще первобытным человеком, участвуют три потока: поток вещества, поток энергии и поток информации. Эти три типа потоков принимают участие в любой технологии. Только в ряде технологий один или два потока могут оказаться доминирующими и на роль других потоков можно не обращать внимания. В современных технологиях нередко определяющее значение могут иметь и разные типы потоков одновременно. Эти потоки могут взаимодействовать друг с другом. Однако в первом приближении, которым обычно ограничивается подавляющее большинство работ на нынешнем этапе развития теории технологий, считается, что при изу-

чении технологий разные типы потоков можно считать невзаимодействующими.

Определение 2.9. *Простейшие способы исследования технологий основываются на предположении о том, что потоки разной природы не взаимодействуют между собой. Это первое приближение к теории технологий будем называть приближением независимых потоков.*

Приближение независимых потоков говорит только о потоках разной природы.

Уточнение 2.11. *В одном и том же технологическом процессе число однотипных потоков не ограничено. В одном процессе однотипные потоки могут характеризоваться разными формами взаимодействия между собой. В частности, они могут объединяться и разъединяться.*

Представление о потоках разной природы впервые было четко сформулировано в теории технических систем (см., напр., [11б]), где основное внимание уделяется задачам создания конструкций (поисковому конструированию). В этой области знаний возможные взаимодействия между технологическими потоками разной природы выпадают из рассмотрений. По этой причине подавляющее большинство работ по поисковому конструированию выполняется в условиях неявно сделанного приближения независимых потоков. При переносе этих представлений о потоках в общую теорию технологий естественно предполагать, что приближение независимых потоков также сохраняется по крайней мере в грубых рассмотрениях. Во многих случаях это действительно так. Тем не менее в области технологий имеются процессы, принципиальная основа которых связана с взаимодействием технологических потоков различной природы.

Это можно проиллюстрировать типичным примером – получение электрической энергии на гидроэлектростанции. В этом случае взаимодействие массового потока падающей воды с энергетическим потоком, который фактически порождается массовым потоком, очевидно без особых пояснений. Любая электростанция также обладает этим свойством. И энергетические, и массовые потоки могут создавать информационные потоки. Информационный поток может быть использован для управления технологией, то есть может активно взаимодействовать с потоками иной природы. Таким образом, в области технологий представление о полной независимости технологических потоков разной природы можно использовать далеко не всегда.

Наши примеры касались создания или частичного уничтожения потоков одной природы потоками другой природы. При этом поток иной природы может быть входным или выходным потоком на каком-то этапе технологического процесса. Это не зависит от того, является ли этот вторичный поток внешним или внутренним потоком. В то же время не-

прерывное взаимодействие потоков разной природы при обычном рассмотрении технологий не проявляется. На современном этапе исследований им можно пренебречь.

Определение 2.10. *При рассмотрении технологий можно ограничиваться ситуацией, когда взаимодействие технологических потоков разной природы сводится только к генерации или поглощению потока одной природы потоком другой природы. Назовем это приближение приближением генерации потоков.*

В теории технических систем и в других работах, которые близки по своим основаниям к этой теории, рассматриваются только три упомянутых типа технологических потоков. Напомним, что это потоки вещества, потоки энергии и потоки информации. Количество потоков одного типа, как уже отмечалось, в одном и том же технологическом процессе может быть разным. Более существенно, однако, иное. Роль потоков разного типа в разных технологиях может быть разной. Естественно, в любой технологии имеются все три типа потоков. Так, даже в самой простейшей древней технологии обтесывания каменного молотка или топора имеются энергетические потоки, в частности затрата мускульной энергии человеком. Имеются в этой технологии и информационные потоки. Они связаны с простым наблюдением человека-работника за движением тесала и формой обрабатываемого изделия. Вполне очевидно, что в первом приближении анализ этой примитивной технологии связан только с характером изменения формы камня, то есть с характером изменения вещества. В основных древних и средневековых технологиях характер процесса определялся только контролем за потоками вещества. Естественно, технологии создания, например, книг или обучения, связаны только с потоками информации. Такая же ситуация характерна для большинства технологий гуманитарной сферы и в настоящее время. В то же время для понимания технологии доменного процесса важно следить за двумя типами потоков – потоками вещества и потоками энергии. При этом потоки вещества связаны не только с физическими перемещениями материала, но и с изменением фазовых состояний (плавление – затвердевание), а также структуры и молекулярного состава вещества.

Уточнение 2.12. *В любом технологическом процессе имеются потоки вещества, энергии и информации. Роль этих потоков может быть различной. Существует множество технологий, в теоретическом описании которых значительную роль играет только один тип потоков (однотипные потоки). Такие технологии можно назвать однопотоковыми. Имеются и двух-, и трехпотоковые технологии.*

Указанное выше деление технологий можно дополнить, вводя в их характеристики типы потоков, которые существенны для описания процессов, например, технология: вещество-энергия. Важно отметить, од-

нако, другое. Описанные три типа технологических потоков соответствуют всем требованиям традиционной теории технических систем. В то же самое время при описании технологий важно пользоваться и некоторыми другими типами потоков.

Определение 2.11. *Потоки изделий можно считать первичными потоками в составе технологий. Все остальные типы потоков носят вторичный или даже более высокий – третичный и т. д. – характер.*

В настоящее время при описании экономики в целом принято выделять так называемую *реальную экономику*. Сюда относят практически все производство, то есть все технологии, которые обеспечивают производство изделий и их функционирование. Функционирование изделий разного уровня во многом определяется производством, преобразованием и сохранением энергии.

Уточнение 2.13. *Реальная экономика, или же технологии технической сферы – это технологии, где главными (определяющими) потоками можно считать потоки изделий и потоки энергии. Иногда сюда можно добавить потоки информации.*

Уточнение 2.14. *Поток изделий не обязательно должен рассматривать движение конечных продуктов технологии.*

Поясним это. Движение по конвейеру или же между цехами больших деталей, складирование тех тли иных полуфабрикатов и т. д. – все это простейшие примеры технологического потока изделий, которыми приходится пользоваться при описании многих технологий и которые не являются конечными изделиями (объектами) технологий.

Потоки знаний и финансовые потоки играют доминирующую роль в гуманитарной сфере. В то же время во многих случаях их анализ нужен и для технологий технической сферы.

Уточнение 2.15. *Финансовые потоки и потоки знаний представляют собой структурированные потоки на информационной основе. Потоки изделий – это потоки, в основе которых лежит вещество, а иногда и энергия. Иными словами, эти типы потоков лежат на более высокой ступени организации, чем потоки вещества, энергии и информации. Сказанное означает, что технологические потоки тоже образуют иерархическую систему. В настоящее время хорошо изучен только нижний уровень этой системы (вещество, энергия, информация) и возникло понимание второго уровня организации технологических потоков. Скорее всего, в дальнейшем эти представления могут быть существенно дополнены.*

Уточнение 2.16. *Денежный поток предприятий – это совокупность распределенных во времени денежных поступлений и выплат.*

В отличие от этих структурированных информационных потоков, обычные информационные потоки – *потоки сведений* и *потоки данных* име-

ются, как уже говорилось, во всех технологиях, хотя и не играют в них доминирующей роли. Структуризация информации и формирование простейших потоков знаний началось уже в первобытном обществе. Прежде всего, оно прослеживается в простейших рецептах и элементарных технологических приемах, сведениях о календаре и т. п.

Уточнение 2.17. *Знания можно отнести к категории первичных потоков в сфере гуманитарных технологий. Следует учитывать, что преобразованная в знания информация носит заметный личностный оттенок, в то время как информация имеет более общий характер. Преобразование сведений в информацию также имеет определенный оттенок субъективности.*

Финансовые потоки относятся к более высокой категории структурированных потоков информации. Сказанное, в частности, следует из того, что информация имеет определенную стоимость. Это означает, что генерация знаний в результате определенных гуманитарных технологий формирует цены, то есть создает основу для финансового потока. Соответственно, потоки технической сферы также формируют знания, цены и т. д.

На еще более высокой ступени иерархии находятся потоки управленческих решений.

Утверждение 2.6. *Иерархия потоков связана с тем, что потоки более низкого уровня формируют основу для потоков более высокого уровня. В основании этой пирамиды лежат материальные потоки индивидуальных изделий.*

Поясним сказанное примером. В [40] для описания технологий, связанных с наличием зарядов, было введено понятие *зарядового потока*. Естественно, можно говорить о зарядовых потоках разной природы – потоки электрического заряда, потоки, переносящие различные заряды на уровне элементарных частиц и т. д. Для технологий технической сферы в первую очередь важны, конечно, потоки, которые связаны с электрическим зарядом. Примером таких технологий можно считать технологии, использующие электролиз. Во всех подобных технологиях поток заряда обеспечивается потоком вещества (материальным потоком). Иными словами, зарядовые потоки – это потоки другой иерархической ступени по сравнению с потоками вещества (материалов).

Уточнение 2.18. *Зарядовые потоки можно считать частным случаем потоков вещества. Тем не менее во многих технологических процессах полезно выделять их особо и рассматривать наряду с другими основными потоками.*

Мы уже отмечали, что отправной точкой анализа технологий может служить положение *Теории технических систем* о том, что для их рассмотрения необходимо использовать понятие о трех основных технологических потоках – потоках вещества, энергии и информации. Более

подробное рассмотрение говорит о том, что для общего описания технологий этого недостаточно. Здесь требуется введение в анализ бо@льшего числа потоков. Кроме того, нужно учитывать их иерархию.

Утверждение 2.7. *Первым отличием теории технологий от теории технических систем следует считать введение бо@льшего числа рассматриваемых потоков, которые имеют иерархическую структуру.*

Имеется еще одно существенное отличие теории технологий от теории технических систем. В теории технических систем изучается только наличие и направление трех основных технологических потоков. Характер их преобразования обычно не рассматривается. В теории же технологий важны не только указанные выше характеристики потоков, но и характер их образования, то есть те законы, которые определяют и регулируют поведение различных потоков в конкретной технологии. В этом смысле три основных технологических потока ведут себя в технологических процессах по-разному, поэтому и способы их анализа в ряде случаев могут отличаться.

Если говорить о потоках вещества, то при их рассмотрении надо исходить из того, что вещество может менять свою структуру и форму, делиться на части и т. д. Входящие в него молекулы и атомы могут принимать участие в химических реакциях. Тем не менее общее количество каждого из сортов вещества в технологическом процессе не меняется. По этой причине различные законы сохранения, например, закон сохранения массы, закон сохранения различных сортов атомов и другие обязательно входят в качестве одного из базовых положений в теории технологий. Они проявляются в формулировках так называемых *уравнений баланса*, напр. [54]. Естественно, что при рассмотрении процессов на уровне атома и ядра законы сохранения имеют несколько иную форму (например, попарное рождение и уничтожение частиц и античастиц), но существо дела при этом не меняется. Законы сохранения и уравнения баланса нужны при анализе технологий не всегда. Тем не менее они сохраняют свое доминирующее значение при анализе потоков вещества. Потоки энергии, конечно, тоже характеризуются общими законами сохранения энергии, однако для изучения технологий важно исследование законов превращения энергии, то есть перехода ее из одной формы в другую.

Если перейти к краткой характеристике потоков информации в технологиях, то картина существенно меняется. Закон сохранения информации здесь не имеет места. В технологическом процессе может создаваться новая информация. Преобразование информации, как это хорошо известно, связано только с ее уменьшением. Таким образом, поведение информационных потоков в технологиях должно описываться исходя из иных представлений. Мы здесь не говорим о законах, связанных с генерацией знаний и цен. Они связаны с законами информации и проявляются при изучении и описании потоков знаний, финансовых потоках, потоках управленческих решений, а также в потоках изделий и энергии. Проявляются они и в других возможных потоках, которые могут принимать участие в технологиях.

Утверждение 2.8. *При анализе технологий технологические потоки разной природы должны изучаться на основе своих специфических законов.*

Таким образом, основным следствием этого анализа будет оставаться утверждение о том, что технологические потоки тоже имеют свою иерархию, и каждый тип технологического потока должен рассматриваться на основе схожих, но тем не менее не совпадающих в своей основе приемов.

Для многих технологий и технологических процессов оказывается важным не только совместное рассмотрение потоков разной породы, но и учет их преобразований и взаимодействий. При этом природа процессов и их описание могут быть очень разными. Наиболее простой и хорошо известный наглядный пример эффекта подобного типа – получение электрической энергии в гидроэлектростанции. Здесь поток вещества – падающая вода – в конечном итоге порождает процесс преобразования гравитационной энергии в электрическую. Иными словами, поток энергии испытывает трансформацию, вызванную наличием потока вещества. Потоки электричества, нефти или газа требуют затрат на их транспортировку, что порождает генерацию, включаемую в финансовый поток. Еще один финансово-энергетический пример – при перевозке заряженных аккумуляторов поток изделий организует одновременно и поток энергии.

В заключение добавим, что формирование понятия потоков, используемых в технологиях, происходило постепенно. Это было не только теоретическое осмысление проблемы. Обеспечение влияния, точнее владения, средствами, определяющими эти потоки, во многом определяло ценностные ориентации разных цивилизаций. Этот подход детально развит в известной книге Э. Тоффлера [112]. Три «цивилизационных волны» в истории человечества соответствуют принципам последовательного овладения людьми потоками вещества, энергии и информации. Можно упрощенно считать, что первоначально человечество жило в некоем *предтехнологическом состоянии*. Жизнь тогда поддерживалась собирательством и охотой. Это, конечно, тоже некие технологии, но здесь об этом можно не говорить.

Первый этап технологической эры – это освоение работы с веществом. Получение материалов требует прежде всего закрепления возможностей овладения ими. Для этого нужна земля. Далее начинается освоение производства энергии, ее преобразование. Такие технологии знаменуют начало *индустриальной эры*, когда основным двигателем

развития можно считать наличие не земельных богатств, а капитала. Освоение информационных технологий – это уже начало *постиндустриальной эры*. В этот период основным богатством является информация, а *«экономика имеет в основе производство интеллектуального продукта, информационного продукта, природозамещающих технологий»* [30]. Описание этого исторического процесса, основанное на экономическом подходе, можно найти в [120].

Отметим еще одно обстоятельство. В области технических систем анализ используемых потоков можно применить для определения наименований различных технических устройств. Так, Р. Коллер дает следующие определения:

- Машины – технические системы, которые главным образом используют потоки энергии и их преобразования.
- Приборы – технические системы, которые главным образом используют потоки информации и их преобразования.
- Аппараты – технические системы, которые главным образом используют потоки и превращения веществ.

В этих определениях существенно отметить наличие слов *главным образом*. Это говорит о том, что все определения даны в однопотоковом приближении.

Глава 3

КОНКРЕТНЫЕ ЦЕЛИ ТЕХНОЛОГИЙ, ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ РАЗВИТИЕ

3.1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ О МИРЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ПУТЯХ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ. УЗЛОВЫЕ ТОЧКИ. ДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРОЦЕССЫ

Область разумной жизни на Земле – *ноосфера* – практически совпадает с областью использования техники, то есть с *техносферой*. Техника непосредственно связана с технологиями. Поэтому можно полагать, что *техносфера – это область использования технологий*. Иными словами, техносфера – это область Технологий в самом широком смысле этого термина. Законы этой области, естественно, определяются законами конкретных технологий как технической, так и гуманитарной сферы. Результаты совместного функционирования конкретных технологий сказываются в глобальных масштабах. Примерами такого совместного влияния можно считать выбросы в атмосферу углекислого газа, влияние на природу сельскохозяйственной деятельности, засоление почв и многое другое. Имеются результаты взаимного действия конкретных технологий, которые проявляются и в более ограниченных масштабах. Необходимо правильно выделить рассматриваемые объекты исследования из общей описательной сферы Технологий. Эта задача имеет некоторые сложности. Они возникают из-за того, что конкретные технологии на самом деле – это некоторые последовательности связанных между собой технологических процессов. Сказанное верно и для технической, и для гуманитарной сферы.

Поясним это примером. Рассмотрим процесс создания стиральной машины. Для корпуса нужны металлы и пластмасса, а для управления – элементы автоматики. Изготовление металла начинается с его добычи, обработки на разных металлургических *переделах*, которые включают обогащение руды, процессы создания и легирования, прокатку и т. д. Аналогичные технологические цепи связаны с получением пластмасс и микросхем управления, а также для изготовления остальных комплектующих. Все отдельные элементы и детали машины должны транспортироваться, собираться, автоматика – настраиваться. Также должно проверяться и настраиваться все окончательное изделие. Далее вступают в действие процессы предпродажной подготовки, рекламы и т. д.

Детальное совместное рассмотрение подобного *полного технологического цикла* не имеет смысла. Прежде всего, в этом случае весь собранный материал характеризуется большим объемом описываемых действий. Более существенно то, что эти действия очень разнородны. Кроме того, многие процессы, например прокатка листовой стали, задействованы не только в подготовке материала для стиральных машин, но и автомобильных корпусов и множества других объектов. Таким образом, последовательности, которые построены из конкретных технологий, нельзя считать простыми последовательными цепями. Их более правильно считать некоторой сетью с узловыми точками. Это могут быть точки, где различные последовательности операций разделяются, и точки, где они, наоборот, соединяются (рис. 3.1).

Определение 3.1. *Линейную последовательность действий и операций, входящих в изготовление конкретного объекта, будем называть технологической цепью. Места пересечения различных технологических цепей – узлами. Вся совокупность технологических цепей и узлов в некоторой области – это технологическое поле. Совокупность технологических полей с учетом их взаимодействия с природным окружением составляет предмет Технологии.*

Уточнение 3.1. *Для изучения конкретных технологий в технической и в гуманитарной сферах общее технологическое поле необходимо разбивать на части. Наиболее разумно проводить разбиение в узловых точках. В то же время в остающейся после разбиения части тех-*

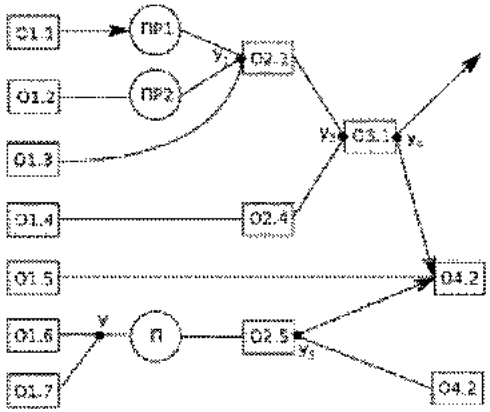


Рис. 3.1. Схема части технологической сети:
О – объекты, П и Пр – преобразования, У – узлы, цифры, нумерация

нологического поля могут оставаться узлы более низкого порядка, чем те, по которым произведено разбиение.

На первый взгляд кажется, что наиболее естественным было бы провести разбиение технологического поля на такие части, чтобы в них не оставалось никаких узлов. В соответствии с определениями 1.14 и 1.15 это соответствует *приближению черного ящика* и *замкнутому приближению*. Однако учет взаимодействий с окружающей средой и необходимость обеспечения гибкости технологического процесса часто заставляет учитывать при разбиении технологической цепи некоторые второстепенные узлы.

Определение 3.2. *Части технологической цепи, на которую она разбивается узлами, составляют технологические процессы. Именно они должны являться основным объектом изучения при описании технологий.*

Чаще всего технологический процесс – это совокупность отдельных операций и действий. Именно по этой причине морфологический анализ процессов должен быть основной базой при описании технологий. Анализ можно провести двумя путями. Первый, достаточно естественный, может быть назван *анализом сверху*. В этом случае единый технологический процесс разделяется на все более мелкие и мелкие операции. При желании может быть создана единая математическая система уравнений, которые описывают сложную технологию или же более сложное сочетание нескольких более простых технологий. Применительно к химическому производству такой подход развит, например, в [32, 33].

Возможен, однако, и иной поход, который может быть назван *анализом снизу*. В этом случае технологический процесс *синтезируется*, то есть последовательно строится (собирается) из более простых технологических процессов, действий и т. д. Иногда подобный подход более оправдан, чем анализ сверху. Возможность последовательно изучать и описывать отдельные стадии и части сложного процесса может быть большим преимуществом. Во всяком случае, при синтезе сложной технологии (технологического процесса) особенности каждой из его составляющих чаще всего очевидны. В то же время из внимания могут ускользнуть особенности целостного восприятия и оценки процесса в целом.

Уточнение 3.2. *Анализы технологического процесса «сверху» и «снизу» взаимно дополняют друг друга. В зависимости от практической задачи предпочтительным может оказаться как один, так и другой методы анализа. В общем случае целесообразно использовать сочетание обоих путей анализа. Нахождение «точки равновесия» между этими путями анализа зависит и от анализируемой задачи, и от привычек и навыков исследователя. Поиск разумной пропорции и разных путей рассмотрения и выбор их наилучшей последовательности во многом характеризуют творческие особенности исследователя. Жесткие рекомендации этого плана особого смысла не имеют.*

Дробление конкретной технологии на простейшие действия, так же как и укрупнение ее при анализе *сверху*, имеют определенные и достаточно очевидные ограничения. Ясно, что технология изготовления консервных банок должна состоять из анализа действий с оцинкованной жестью, вырубки и штамповки нужных форм, перемещения их по конвейеру и соединения боковых стенок банки с ее дном. Однако не следует дробить на более мелкие операции, например, процесс изгиба ленты и соединения ее концов для образования боковой стенки или выравнивание ленты в устройстве и сосредоточиваться на описания простейших операций типа поворота на 0,5° при ориентации ленты. Сказанное становится еще более очевидным, если учесть, что указанная в примере операция поворота на 0,5° может быть, в свою очередь, расчленена на еще более мелкие действия. Все это можно считать примером того, что принято называть *дурной бесконечностью*, которая порождает необходимость в создании бесконечной цепи уточнений и определений (дефиниций).

Утверждение 3.1. *При анализе технологий всегда подразумевается, что степень дробления и степень укрупнения элементов технологии имеют разумные ограничения, которые зависят от конкретных условий.*

При заданном уровне разбиения количество действий при структурном описании и количество операций при функциональном описании технологий может быть различным. И здесь уместно говорить о *сложности* технологий.

Определение 3.3. *Сложность технологий равна числу элементарных операций или действий в технологическом процессе. Следуя математической традиции, технологический процесс, состоящий из очень большого числа составляющих одного уровня, будет считаться громоздким.*

Анализ технологий следует проводить на уровне технологических процессов, то есть между двумя ближайшими принципиально важными узловыми точками. Естественно, что сложность рассматриваемых технологических процессов может быть различной. Степень дробления при морфологическом анализе и уровень обобщений при синтезе сложных процессов должны быть ограниченными. Выбор параметров ограничения – одна из важнейших задач анализа. При общих рассмотрениях этих ограничений практические рекомендации дать не просто.

Утверждение 3.2. *Любые технологии, созданные человеком, целенаправленны. При желании можно считать, что они телеологичны.*

И процессы в живой природе, и технологии, созданные человеком, эволюционируют. Напомним, что иногда процессы, происходящие в живой природе, относят к специальному виду технологий.

Уточнение 3.3. *Технические технологии, в отличие от природных процессов, не самопроизвольны.*

Уточнение 3.4. *Требования, которые предъявляются к технологическим процессам, основываются на особенностях использования их результатов. Эти требования зависят от реальных условий. Их полный набор может меняться от процесса к процессу. Учет самих требований может и должен выполняться по-разному.*

Отметим, что основным результатом технологического процесса или их группы, по крайней мере в области технических технологий, следует считать изделия или материалы, имеющие определенную потребительскую ценность. Ценностные характеристики конечного продукта со временем меняются. Так, если в 30-е годы прошлого века требования к тканям для одежды основывались на обеспечении их долговечности, то ныне эти требования отошли на второй план. Мода диктует быструю смену одежды, и долговечность ткани уже не является ее преимуществом. Известно, что во многие изделия даже специально закладываются недолговечные детали. Это делается для обеспечения повышения спроса на новые изделия. Стратегия повышения спроса – одна из форм технологий гуманитарной сферы. Непосредственно к описанию технологий технической сферы она отношения не имеет. В то же время несомненно, что изменение спроса на изделия и их характеристики влияет на технологии. Имеет место и обратный процесс.

Утверждение 3.3. *В первом приближении можно изучать требования к технологиям без учета изменения во времени, то есть эволюции, требований к изделиям и другим конечным продуктам технологий.*

Утверждение 3.4. *Очень часто с ростом потребления продукта ослабляются требования, предъявляемые к его качеству, прежде всего – к его долговечности. Потребление продукта при прочих равных условиях тесно связано с производительностью технологий. Чем больше производительность технологий, тем сильнее уменьшается стоимость условной единицы конечного продукта. В то же время слишком большой рост производительности ограничивается спросом на продукт, создаваемый технологией.*

Известны, однако, и свойства конечных объектов, которые в сильной степени влияют на характер технологий. Так, например, во многих случаях один и тот же металл может в дальнейшем использоваться по-разному. Олово может идти в типографские сплавы, использоваться для лужения консервных банок, передаваться для использования в качестве элемента при синтезе или легировании полупроводниковых соединений и т. д. В каждом случае меняются требования к характеристикам олова в результате металлургической подготовки. Это касается чистоты, однородности, структуры и ряда других характеристик материала, что сказывается и на технологии его изготовления. Иными словами, операция изготовления слитка олова в технологии его производства будет видоизменяться в зависимости от будущего применения конечного продукта.

Утверждение 3.5. *Характер технологии во многом определяется не только необходимостью в получении конечного продукта как такового, но и путями дальнейшего использования продукта и его характеристиками.*

Качество изделий, поставляемых технологиями, должно непрерывно контролироваться. При массовом производстве и отлаженной технологии контроль за всеми изделиями постепенно вытесняется выборочным контролем. Это не может не сказаться на результатах, ибо хорошо известно, что отсутствие должного контроля качества изделий может обеспечить только производство изделий среднего уровня. Сказанное очень важно при анализе технологий гуманитарной сферы.

Утверждение 3.6. *Контроль за качеством конечного продукта обязательно влияет на построение технологии.*

Поясним это утверждение простейшим примером. Пусть требуется обеспечить заданную однородность физических свойств (например, примесного состава) некоторого материала. Это сводится к требованию

обеспечить колебания концентрации примеси в объемах конечного продукта в заданных пределах. Эти колебания могут зависеть от стабильности параметров режима технологического процесса. Таким параметром может быть, в частности, температура в печном устройстве. Допустимые колебания концентрации примеси задают требуемый уровень колебаний температуры в технологическом процессе. Иными словами, *задаваемые свойства конечного продукта определяют характер технологии*. Требования же к технологии (в нашем примере – это эксплуатационный режим) обусловливают, в свою очередь, требования к техническому устройству. Здесь четко просматривается последовательность требований рис. 3.2.

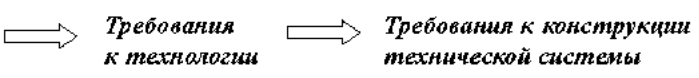


Рис. 3.2. Последовательность формирования требований на основе свойств продукта

Несмотря на принципиальную важность такого взаимодействия при описании главных требований к технологиям, указанную связь между свойствами конечного продукта (материала, изделия) можно не учитывать.

Допущение 3.1. *Основные требования, которые предъявляются к технологиям технической, а частично и гуманитарной сферы, можно описать, считая, что вопросы обеспечения качества конечного продукта не влияют ни на какие характеристики, кроме стоимостных характеристик технологии. Последние могут быть рассмотрены отдельно в рамках экономико-математических рассмотрений. Тем не менее косвенный учет экономических обстоятельств должен обязательно присутствовать во всех требованиях, предъявляемых к технологиям.*

Уточнение 3.5. *Общие требования к технологиям могут в разной мере относиться к разным ситуациям. Иными словами, эти требования нельзя в полной мере считать универсальными. Скорее их можно полагать обобщением действующей практики.*

Итак, сформулируем наиболее важные требования. Первое требование очевидно: *технология должна давать конечный объект, который удовлетворяет ожиданиям, то есть определенным, заранее сформулированным характеристикам, определяющим его качество.* Назовем это требование *требованием ожидаемого качества*.

Уточнение 3.6. *Ожидаемое качество может оцениваться с помощью количественных, полуколичественных и даже качественных характеристик.*

При формулировке дальнейших общих требований к технологиям в первую очередь принято рассматривать требования, которые составляют основу экономических оценок. Здесь прежде всего выделяют *производительность* технологии. Под производительностью понимают количество конечного продукта, который создается конкретной технологией в единицу времени.

Уточнение 3.7. *Количество конечного продукта измеряют в разных величинах: числе изделий, массе вещества, его объемах и т. д. Единицы времени, используемые при оценках производительности, могут меняться в самых широких пределах – от месяцев и даже годов до часов или даже долей секунды. Выбор этих величин зависит от особенностей технологии.*

Производительность – не единственная характеристика, которая служит базой для экономических оценок качества технологии. Для таких оценок не менее важно и определение соотношения количества использованных исходных и конечных материалов, энергии и т. д. Эти показатели можно наглядно проследить на примере химических и металлургических технологий. Так, при очистке вещества очень важно определить соотношение доли годного очищенного вещества ко всему количеству вещества, вовлеченного в процесс. Как и везде, в химии это отношение определяется как *выход годного* или же *выход целевого продукта*. При обогащении вещества или же при нефтедобыче его аналогом до известной степени может считаться *коэффициент извлечения*. При детальном изучении различных технологий для их характеристик вводятся уточненные показатели подобного типа, например, *выход при заданном разбросе, адаптированный выход* [97]. Это порождает генерацию информации о затратах и т. д. Нетрудно понять, что аналогичные показатели важны и для оценок использования энергии. Основной смысл этих показателей остается практически неизменным.

Оценки выхода, то есть относительного количества полученного продукта, не являются единственными характеристиками технологии. Для многих технологий существенным может считаться количество исходного объекта (материала), вовлеченного в процесс. Так, при изготовлении одного килограмма особо чистого материала в процесс глубокой очистки может быть вовлечено до тонны исходного вещества. Это вещество принимает участие в так называемом *обороте*. Иными словами, оно принимает участие в повторяющихся процессах элементарной очистки. При этом в систему в единицу времени может вводиться не очень большое количество вещества. Возможны ситуации, когда при хороших показателях выхода в технологии принимает участие очень большое количество вещества. Особенно существенно это в технологиях, которые используют многократно повторяющиеся процессы, например в *каскадных технологиях* [13, 33, 84]. В этих случаях для характери-

стики процесса полезно ввести отношение между количеством продукта на выходе процесса и его количеством, вовлеченным в процесс (оборот). Такой величиной может быть, например, *съем продукта* [84]. Таким образом, в дополнение к требованиям ожидаемого качества при оценке качества технологий должен быть *учет требований сравнительной количественной оценки получаемых и используемых продуктов*. Количественная оценка качества конечных продуктов зависит от объема их производства. Чаще всего с увеличением этого объема требования контроля существенно ослабляются.

Утверждение 3.7. *Массовое удовлетворение больших групп потребителей часто связано с ухудшением качества продукции, обычно – от хорошего качества до среднего. В дополнение к этому в технологиях массового производства происходит утеря индивидуальности в свойствах конечного продукта.*

Указанные характеристики процесса могут иметь разные ограничения. Так, например, производительность технологии может ограничиваться отсутствием потребности в больших количествах товара. Поэтому проектирование технологий сверхвысокой производительности лишено смысла. Наиболее правильно проектировать производительность технологии с некоторым запасом на дальнейшее увеличение спроса. В то же время иногда технические возможности позволяют создать технологию, которая существенно превышает реальные потребности. Так, из истории хорошо известно, что Леонардо да Винчи проектировал машину для заточки иголок [18]. Она была им придумана на основе весьма прогрессивной технологии. Тем не менее создание машины было практически бессмысленно. Даже сейчас, в XXI в. ее оценочная производительность оказалась бы превышающей потребности современного человечества.

Кратко описанные выше количественные оценки получения и расхода продуктов можно считать наиболее важными. Однако они не являются единственными. Так, при выборе новых технологий и их конструировании (синтезе) возникают дополнительные количественные требования. Например, практически любая технология порождает нежелательные отбросы. Наиболее известным примером таких отбросов можно считать *тепловые выбросы*. Они дополняются отходами в форме вещества. Поэтому возможность использования отходов одной технологии для полезных целей, утилизируемых с помощью другой технологии, сама возможность утилизации конечных отбросов, проблемы с их вредностью и возможностью хранения порождают новую группу требований. Эту группу требований можно назвать *требованиями обеспечения утилизации*.

Одним из способов утилизации следует считать создание последовательностей (цепочек) взаимосвязанных технологий. В этом случае

отходы одной технологии могут быть полностью или частично использованы в качестве исходного продукта другой технологии. Так, в химико-металлургическом производстве при работе с титаном после восстановления $TiCl_4$ кремнием создается большое количество $SiCl_4$. Этот тетрахлорид кремния может найти и находит себе широкое применение в качестве исходного продукта для других технологий. Подобные цепочки *последовательных технологий* – одно из перспективных направлений при выполнении требований утилизации. Сами цепочки могут быть достаточно длинными, то есть включать в себя несколько последовательных технологий.

Уточнение 3.8. *Любая цепочка последовательных технологий всегда заканчивается порождением отходов (отбросов). Практический вопрос сводится к тому, чтобы количественно эти отходы были минимальны, по возможности безвредны в экологическом смысле и допускали бы варианты компактного хранения или переработки с целью уменьшения их вредности. Представления о возможности создания полностью безотходных технологий следует считать идеализацией.*

Перечисленные требования к технологиям предъявляются извне. По этой причине их можно назвать *внешними требованиями*. Кроме них имеются требования, которые связаны с непосредственной работой технологий. Их можно назвать *внутренними требованиями*.

Внутренние требования к технологиям связаны с обеспечением их функционирования. Первым требованием к любой технологи является *требование стабильности*. Оно подразумевает, что при неизменных внешних условиях технологический процесс обеспечивает получение неизменного качества и количества конечного продукта.

Уточнение 3.9. *Стабильность технологии, по существу, является характеристикой, сходной с однородностью свойств продукта. Как и в случаях однородности и равномерности идеальная, строгая стабильность в принципе недостижима. Правильно говорить лишь о стабильности технологии в определенных пределах, то есть заданном уровне отклонений от идеальной стабильности.*

Требования к стабильности могут быть разными. Эти требования в конечном итоге связаны с требованиями, которые предъявляются к конечному продукту, а также со стоимостными характеристиками. Еще одним требованием, во многом аналогичным требованию стабильности, следует считать *требование воспроизводимости*, которое подразумевает, что повторение в другом месте или же в другое время тех же самых процессов на практически том же оборудовании приведет к таким же результатам. Как и стабильность, полная воспроизводимость технологии – это некая идеализация. Ее следует понимать в том же смысле, что и полную стабильность, то есть с учетом уточнения 3.9.

Следующим важным требованием к технологии можно считать *требование устойчивости*.

Определение 3.4. *Устойчивостью технологии будем считать меру ее «сопротивления» внешним воздействиям.*

Устойчивость характеризует степень стабильности результатов либо при изменении параметров режима, либо при изменении свойств исходных материалов. Свойства исходного материала могут меняться от партии к партии. Традиционно организаторы технологий стремятся с наибольшей полнотой сохранять свойства используемых материалов, деталей и т. д. В ряде случаев очень трудно отследить все параметры объектов, принимающих участие в технологии. Это обстоятельство особо существенно для сложных технологических процессов. По этой причине всегда рекомендуется не менять поставщиков исходных материалов, их характеристики, даже если они представляются несущественными. К сожалению, это не всегда возможно. В любой технологии встречаются случайные отклонения различных параметров процесса и свойств объектов. Чем меньше влияют такие изменения на результаты процесса, тем выше его устойчивость. Таким образом, характеристики устойчивости входят в некую обобщенную характеристику, которую можно назвать *качеством технологического процесса*.

Уточнение 3.10. *Количественные оценки устойчивости технологий могут быть разными для разных процессов. В ряде случаев приходится пользоваться только качественными оценками устойчивости или же вводить так называемые номинальные шкалы для оценки этой величины.*

Проверка устойчивости на практике может быть проведена посредством создания «единичного» отклонения от стационарного режима. Возможны и теоретические оценки устойчивости ряда технологий. Они во многом схожи с теми приемами, которые применяются в теоретической радиотехнике. Для проведения таких теоретических оценок необходимо иметь адекватную модель технологии, что возможно далеко не всегда.

Внутренние требования, предъявляемые к технологиям, требуют использования еще одного важного понятия. Это *понятие времени установления режима,* или же *понятие переходного времени*. Эта величина характеризует время разгона технологии, а также то время, которое требуется для перехода (перестройки) технологического процесса с одного режима на другой. Возможность перенастройки технологического процесса с выпуска одного типа конечного продукта на другой – одна из важнейших общих характеристик ее качества. Это объясняется тем, что, наряду с технологиями, которые постоянно выпускают один и тот же конечный продукт, житейская практика требует использования и перестраиваемых технологий. Так, например, один и тот же прокатный стан может при смене параметров обжимной клети выпускать прокат самого разного профиля. Возможность быстрой и простой переналадки технологии на выпуск несколько иной продукции – одна из важнейших общих характеристик технологического процесса. Требование ее обеспечения можно назвать *требованием гибкости технологии*. Это требование можно считать одной из составляющих того, что можно назвать *универсальностью технологии*.

На первый взгляд может создаться впечатление о том, что чем больше степень универсальности технологии, тем лучше. На самом деле это не так. Слишком большая универсальность усложняет технологию. Она может потребовать громоздкого управления и ряда других осложняющих практическую работу условий. По этой причине следует говорить об *оптимальной универсальности технологии*.

Утверждение 3.8. *Оценка оптимальной универсальности может быть выполнена только при учете ряда внешних обстоятельств. В первую очередь – это характеристики и прогнозы спроса на тот или иной конечный продукт технологии.*

Универсальность технологии может быть связана с ее последующим использованием, которое заранее не планировалось. Иными словами, во многих технологиях полезно заранее закладывать некоторый запас разнообразия, который может быть с пользой использован в дальнейшем. Это использование позволяет при необходимости расширить возможности технологии или же переориентировать ее на производство новых объектов. Кроме того, резервирование возможностей (разнообразия) необходимо для обеспечения внутренней устойчивости, которая помогает обеспечить длительную работу технологии без ее тестирования и остановок. Это резервирование обеспечивает такие хорошо известные действия, как самозалечивание, самовосстановление, автоматическая замена вышедших из строя элементов. Эти действия широко используются в вычислительных системах, а также иногда и в больших многоступенчатых технологиях. По существу, это означает запас некоторых возможностей, которые в непосредственной работе технологической системы не несут прямой функциональной нагрузки.

Определение 3.5. *Нефункциональным разнообразием системы будем называть запас ее возможностей, который в непосредственной ее деятельности участия не принимает, но нужен для обеспечения ее временной гибкости и устойчивости.*

Нефункциональное разнообразие может считаться одним из основных элементов эволюции. Оно особенно заметно при изучении процессов биологической эволюции.

Уточнение 3.11. *Наличие нефункционального разнообразия позволяет обеспечить некоторый запас потенциальных технологических приемов и решений.*

Понятие функционального и нефункционального разнообразия затрагивает технологии не только непосредственно, но и через изготовляемые продукты. Это в первую очередь касается продуктов массового бытового спроса. К изделиям, выпускаемым для этих целей, часто предъявляются требования повышенной функциональности. Так, например, в мобильный телефон, кроме двух основных функций – обеспечения разговоров и отправки-приема SMS-сообщений, часто вводят дополнительные функции типа простенькой фотокамеры, небольшого радиоприемника и т. п. Возможности таких дополнительных функций невысоки. Они вводятся в конечный продукт для повышения его стоимости и привлекательности. Небольшие изделия такого рода с повышенной функциональностью называют *гаджетами*. Идея некоторых дополнительных возможностей, не очень нужных, но и не требующих серьезных изменений основного процесса дополнений, встречается и в технологиях. Поэтому вопрос о дополнительной функциональности иногда входит в характеристики и даже цели технологических процессов, но не может рассматриваться в качестве их основной цели.

В заключение подчеркнем, что формулировка факторов, которые влияют на оптимальную универсальность, сводится к требованиям, которые могут быть названы *организационными требованиями*.

3.2. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИЯМ

Организационные требования к технологическому процессу совокупно учитывают и внешние, и внутренние факторы, влияющие на технологию. Так, объем локального рынка готовой продукции сказывается на оценке оптимальной универсальности технологии. Поясним это примером производства мороженого.

Мороженое должно выпускаться нескольких сортов. В большом городе для каждого сорта можно создать на заводе отдельную линию, настроенную на этот сорт. В городе средних размеров, где потребительский рынок намного меньше, приходится ограничиться одной линией. Такая линия должна периодически перестраиваться на производство разных сортов мороженого. По этой причине условия оптимальной универсальности технологий в этих двух поселениях будут разными. В то же время при построении технологий производства мороженого приходится решать и более сложные задачи. Такие, например, как организация изготовления многих сортов продукта на одном большом предприятии с последующей доставкой изделия в разные пункты. При этом приходится усложнять общий процесс производства введением транспортных технологических потоков, промежуточного складирования изделий и т. д. Сказанное не сложно распространить и на многие другие случаи. Вывод же предельно ясен. Он отражен в утверждении 3.9.

Влияние спроса на создание *оперативно перестраиваемых технологий* проявляется в требовании учета индивидуального спроса. В процессе, скажем, производства легковых автомобилей по желанию будущих покупателей меняются окраска корпуса, многие элементы компоновки и ряд других характеристик изделия. Это делается двумя путями. Первый путь, характерный, в частности, для выпуска некоей модели обуви разных размеров, основан на учете прогнозируемого спроса на разные модели и изучения статистики продаж. Второй способ основан на предварительном оформлении заказов на ту или иную модель. При этом происходит частичная или полная предоплата изготовления продукта. В финансовой сфере такие обязательства принято называть *деривативами*. При этом удобство покупателя несколько ограничено – он вынужден некоторое время ожидать заказанное изделие. Иными словами, непосредственная технология изготовления оказывается прочно связанной с *технологией продаж*. Последняя относится уже к области не технических, а гуманитарных технологий. Вне зависимости от того, как реализуется такое взаимодействие, очевидно, что требование оптимальной универсальности при желании учесть индивидуальные требования потребителя оказывается связанным с условиями, которые являются внешними по отношению к самой технологии.

Как следует из примера с производством автомобиля, возможность учета индивидуальных требований пользователя можно считать одним из важнейших внешних требований к технологии. Этот учет проявляется не только в возможности выбора той или иной модели при массовом производстве некоего типового изделия. Возможны и другие ситуации. Представим себе обычную книгу. Пусть это будет произведение классика литературы – поэмы Пушкина, повести Гоголя и т. п. Покупки такой книги во многом регулируются школой. Часть учеников, переходя в соответствующий класс средней школы, покупает эти произведения. Иными словами, спрос на книгу постоянный, но распределенный во времени. Иногда его называют *капающим спросом*. Традиционный путь обеспечения «капающего спроса» – это промежуточное складирование готовой продукции, различные допечатки и т. д. Обеспечение допечаток основано на хранении матриц для целей нового издания. В последние годы решение этой проблемы упростилось в связи с тем, что стало возможным после прохождения всего цикла предпечатной подготовки хранить набранную информацию в памяти компьютера. Это не требует большого места. Появились новые технологии, благодаря кото-

рым выпуск продукции, сохраненной в виде информационного блока, происходит по индивидуальным заказам. Подобные явления можно проследить и в других отраслях реального производства.

Утверждение 3.9. *Учет требований индивидуального спроса влияет на показатели универсализма технологий. Это наиболее ярко проявляется в конечных звеньях технологического процесса.*

В гуманитарных технологиях – подгонка костюма по фигуре в магазинах, медицина и т. д. – универсализм конечных этапов технологии широко распространен. Он во многом является одной из важнейших конкурентных характеристик той или иной технологической схемы. Его можно назвать индивидуализацией.

Утверждение 3.10. *Достаточно часто обеспечение универсализма последних этапов является наиболее трудной и дорогостоящей частью всего технологического процесса.*

Трудности обеспечения универсализма на последних этапах процесса ярко проявляются при рассмотрении транспортных и коммуникационных технологий. Доставить в Европу мясо на пароходе из Аргентины относительно просто и не очень дорого, если говорить о его поступлении на портовые склады. Доставка груза на последней стадии существенно повышает общую стоимость доставки. С аналогичной ситуацией приходится сталкиваться и в коммуникационных технологиях, таких как Интернет, телефония и др. Все эти сложности по аналогии со спортом принято называть *эффектом последней мили*. Аналогичные проблемы могут возникать и на начальных этапах технологии. Это хорошо прослеживается в коммуникационных технологиях, где сбор информации от клиентов так же сложен, как и «разводка» ее на последних этапах.

Уточнение 3.12. *Начальные и конечные звенья технологического процесса при настройке этого процесса для обеспечения пользовательского универсализма (индивидуализации) могут оказаться наиболее сложными и дорогостоящими звеньями технологической цепочки в целом.*

Учет всех индивидуальных требований пользователя очень сложен. Обычно при массовом производстве проблема решается наложением на свободный выбор определенных ограничений. Эти ограничения достигаются путем введения различных стандартов и иных схожих норм, типа СНиПов (строительных норм и правил).

Утверждение 3.11. *Пользовательский универсализм при массовом производстве товаров, материалов и услуг должен иметь некоторые ограничения. Эти ограничения могут иметь разные степени жесткости и объема. В то же время ограничения должны обеспечить требуемое разнообразие конечных объектов технологических процессов.*

Ограничения, накладываемые на универсализм конечного продукта, должны по возможности разумно перекрывать всю область допустимых параметров продукта. Это достигается путем регламентации способов ограничения. Они проявляются в создании различных последовательностей – *рядов допустимых значений*.

Типичным примером таких ограничительных правил могут послужить широко используемые в стандартизации *ряды Ренара* (*ряды R* или ***R***). (В электротехнике для тех же целей используются упрощенные ряды – *ряды E*[1].) Ограничительные правила применяются и для исходных объектов. Это чаще всего некие правила или стандарты для исходных материалов.

Утверждение 3.12. *Ограничительные правила для начальных и конечных объектов технологии накладывают ряд ограничений и на технологии. Это проявляется в некоей стандартизации режимов технологических процессов и типизации используемых технических систем.*

Ограничительные требования, накладываемые на объекты технологий и соответствующие процессы, а также на технические системы, связаны с несколькими ступенями *унификации*. Это в порядке их укрупнения (рис. 3.3).

Стандартизация ⇨ ***Нормализация*** ⇨ ***Унификация*** ⇨ ***Типизация***

Рис. 3.3. Основные ступени унификации

Эти ступени унификации характерны и для процессов обычной техники, и для технологий. В гуманитарной области ограничения носят несколько иной характер. Тем не менее они тоже существуют, хотя и носят менее жесткий характер.

Уточнение 3.13. *В области реальной технической деятельности ограничительные требования нередко принимают форму законодательных актов, реже – рекомендаций. В гуманитарной области ограничения почти всегда носят рекомендательный характер и опираются на договорную (конвенциональную) основу.*

Вводимые ограничения могут носить локальный, региональный и даже глобальный характер. Эти факты известны давно (см., напр. [38].

---

[1] Принципы стандартизации и методики составления рядов ограничительных значений описаны в многочисленных учебных пособиях по стандартизации и метрологии. В нашем списке литературы основные идеи стандартизации применительно к химической технологии и химическому машиностроению описаны в [54]. Полезно обратиться к не потерявшей ценности работе [38].

В рамках утверждения 3.13 весьма заманчивой выглядит идея совместного рассмотрения всех имеющихся ограничений и их принципов. Она должна охватывать описание технических систем, технологий, конечных и исходных объектов человеческой деятельности, методов коммуникации, а возможно, распространяться и на другие сферы человеческих знаний. В настоящее время необходимые материалы для такого анализа еще не накоплены. В то же время необходимо отметить, что некоторые работы в этом плане уже проводятся.

Наиболее известным исследованием этого плана можно считать работу финского архитектора *Пенти Роутио* (*Pentti Routio*) [155], который ввел специальный термин *артеология* (*Arteology*). Этот термин – название науки о свойствах всех возможных объектов человеческой деятельности: машин, технологий, программ, произведений искусства и литературы и т. д. Их автор называет *продуктами*. В область определения объектов этой науки не включаются природные объекты. В рамках артеологии делаются интересные исследования в области ограничений, накладываемых на все продукты. Там же рассматриваются некоторые общие вопросы производства продуктов, то есть технологий.

Говоря об ограничениях технологий, надо отметить, что многие из них не имеют непосредственного отношения к их технической стороне. К таким требованиям относятся экологические требования, требования, связанные с вредностью продуктов, чрезмерным истощением природных запасов и т. д. Естественно, что эти ограничения в конечном итоге приводят к установлению ряда законодательных правил, регулирующих технологии. Тем не менее важно отметить, что в основе этих ограничений лежат некие моральные, то есть этические представления.

Утверждение 3.13. *Развитие и совершенствование технологий ограничивается и сдерживается этикой. Состояние технологий во многом зависит от общих ценностных установок социума.*

Отметив эти обстоятельства, можно вернуться к некоторым моментам, связанным с технической стороной технологий, обеспечивающей пользовательский универсализм.

Несбыточной мечтой человечества можно считать создание такой универсальной машины и такой универсальной технологии, которая по желанию пользователя может производить все, что только угодно владельцу подобной системы. Такие устройства заполняют множество научно-фантастических произведений. В полуиронической форме эта мечта отражена в словах Швейка из кинофильма времен Отечественной войны: *«Это такая замечательная машина: с одной стороны в нее входит свинья, а с другой выходят сосиски с капустой»*. Часто полагают, что возможность создания такого рода устройств определяется только степенью технической проработки проблем, финансированием и наличием необходимых узлов и элементов.

На самом деле существуют более важные ограничения, которые носят принципиальный характер. Увеличение разнообразия объектов, создаваемых технологией, увеличивает и ее сложность. Сложность технической, технологической или иной другой системы в соответствии с законом, установленным У. Р. Эшби [127], порождает аналогичную сложность управления. Возрастают и сложности в организации ремонта, периодической настройки, наладки, наличия запасных частей и т. д. В результате может оказаться необходимым разбить большую универсальную технологию на независимые технологические процессы. Эти процессы бывает разумно разнести территориально.

Утверждение 3.14. *Усложнение технологий и технических систем имеет некие ограничения, которые условно можно сформулировать как закон оптимальной сложности. При разбиении слишком сложных технологий на отдельные технологические процессы одним из результатов должно быть создание некоей технологической иерархии. Таким образом, требования оптимальной сложности порождают иерархию технологий. В свою очередь, наличие иерархии технологий имеет своим следствием ограничение сложности используемых технологических процессов.*

Это утверждение можно уточнить.

Уточнение 3.14. *По мере эволюции технологий и техники понятие оптимальной сложности претерпевает изменения, которые обычно направлены в сторону увеличения допустимой сложности.*

Сказанное о наличии оптимальной сложности дополняется хорошо известным практическим наблюдением.

Утверждение 3.15. *В общей теории технологий и в теории сложных технических систем описание законов взаимодействия их частей и элементов приобретает все более доминирующее значение.*

Рассмотренные нами ограничения на технологии определяют многие их свойства. Тем не менее эти ограничения отнюдь не приводят к появлению неких «совершенных» технологий. Теперь заметим, что на используемые в человеческой практике технологии оказывают существенное влияние также процессы исторического развития и некоторые случайные факторы.

3.3. ИНЕРЦИОННЫЕ И СЛУЧАЙНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технологии непрерывно меняются. В них включаются новые процессы, появляются новые требования, возникают новые объекты, которые необходимо изготовить или создать, появляются новые исходные материалы. В целом все это приводит к появлению новых технологий и совершенствованию уже имеющихся, то есть старых технологий. Весь этот процесс, который развивается во времени, называют *эволюцией технологий*. Эволюция технологий развивается по тем же базовым законам, что и остальные типы эволюций – техники, культуры, биологических видов, социума и т. д. Это означает, что вновь создаваемые технологии, так же как и технологии, остающиеся в реальном пользовании, подчиняются общим закономерностям эволюционного развития. Эти закономерности говорят о том, что в результате эволюции создаются новые процессы, которые решают более сложные задачи, а само развитие технологий как целого направлено в сторону их усложнения. Это усложнение касается и построения технологического процесса, и систем управления, и технологической оснастки и свойств получаемых объектов.

В то же время представление о том, что в результате эволюции получаются технологии, которые будут самыми совершенными для данного этапа развития социума, неверно. Как и в любом эволюционном процессе, развитие технологий идет не столько за счет создания более удачных процессов, сколько за счет отбраковки неудачных, неконкурентоспособных и просто устаревших технологий. Это означает, что в реальную практику вводятся не самые совершенные технологии, а технологии, которые удовлетворительны по своим показателям. При этом становление новых технологий во многом определяется случайными обстоятельствами.

Утверждение 3.16. *Общее направление эволюции технологий идет в сторону их совершенствования, в то время как детали и частности зависят от случайных обстоятельств. В итоге набор технологий нельзя считать наилучшим. Он может считаться только удовлетворительным. В этом смысле реальная практика использования технологий отвечает условиям, которые можно назвать отвечающими условиям относительной оптимальности.*

Несовершенство конкретных технологий при их эволюции может носить *инерционный характер*. Вновь создаваемая технология часто создается либо на базе других технологий, либо на основе исследовательских разработок, аналогий с другими процессами, наличием оборудования и т. д. При первых опытных и пилотных разработках технологий обычно обращают внимание только на получение принципиального результата. Вопрос об оптимизации и экономическом обосновании режимов и оборудования чаще всего возникает после появления первых работающих устройств. Эти устройства и режимы могут явиться прообразом промышленных технологий. Таким образом, при создании или совершенствовании технологии во главу угла может быть поставлена не оптимальность технологии, а простота ее создания или другие аналогичные факторы.

В дальнейшем возникает вопрос о том, что перестройка технологии требует больших затрат на новое оборудование, переучивание персонала и многое другое. Обычно подобная перестройка технологий происходит при накоплении ряда причин, которые в сумме должны обеспечить экономическое обоснование такой перестройки. В действительности подобные инерционные эффекты определяют многие из реально используемых технологий.

Исторических примеров подобного рода достаточно много. Так, на заре работы по созданию полупроводниковых приборов для создания *p-n*-переходов можно было использовать технологию вытягивания кристаллов из расплава, сплавную технологию и диффузионную технологию. Технология ионной имплантации в то время была еще не известна. В результате первой массовой технологией была выбрана сплавная технология. Прошло достаточно много времени, прежде чем в силу многих причин, одной из которых следует считать возможность массового производства непосредственно микросхем, то есть к групповому производству изделий, сплавная технология была вытеснена диффузионной технологией. В некоторых случаях экономически и психологически обоснованных причин для перестройки технологий в сторону их усовершенствования долгое время не возникает. По этой причине в реальной производственной сфере и в быту можно встретить много технологий, которые не настолько несовершенны, чтобы их можно заменить другими, обладающими лучшими показателями.

Эффекты подобного рода хорошо известны и в других областях человеческой деятельности. Так называемая «европейская» колея на рельсовом транспорте не является идеальной. Тем не менее она в подавляющем большинстве стран вытеснила более удобную, то есть более широкую колею. В частности, не нашла себе широкого употребления «русская» колея. Переход к европейской ширине колеи стал результатом унификации, вызванной ростом трансграничных перевозок. При этом решающую роль сыграла экономия затрат при переходе от более широкой к более узкой колее. Известно, что обратный переход требует огромных капиталовложений. Та же самая экономия на затратах не позволяет осуществить переход к единой ширине колеи во всем мире. В результате приходится разрабатывать специальные технологии автоматической смены расстояния между колесными парами вагонов.

В Австралии подобные инерционные эффекты привели к созданию параллельных транспортных линий с разной шириной колеи.

Другим классическим примером неоптимального технического решения принято считать расположение клавиш на клавиатуре английской пишущей машинки, то есть так называемую английскую раскладку клавиатуры. Эту раскладку не меняют, несмотря на то что можно предложить более удачные с практической точки зрения варианты. Этот пример дал название соответствующему инерционному эффекту. Его называют *QWERTY-эффект* – по первым шести левым буквам в верхнем ряду английской клавиатуры. В более общей форме зависимость принятия любых, в том числе и технологических, решений называют еще *зависимостью от предшествующего развития – path dependency*.

Выше говорилось о том, что многие производства стараются не менять проверенные материалы и технологии даже тогда, когда предлагаются новые перспективные замены. Более того, в ряде случаев оказывается желательным при создании новых изделий и рецептов их создания опираться на уже проверенные материалы и методы. Известно, что при создании новых полупроводниковых приборов и схем ряд серьезных фирм придерживается принципа делать разработки на кремнии, поскольку этот материал хорошо проверен. Разумным представляется опираться при разработке новых технологий на неоднократно проверенные приемы. Это объясняется, в частности, тем, что для этих приемов обычно имеются отработанные методики управления, контроля и т. д. Иными словами, создание новых технологий часто строится по *принципу избежать неожиданностей*[1].

Имеется еще один механизм, влияющий на развитие новых технологий. Его можно пояснить известным примером. В конце 30-х гг. прошлого века немецкий конструктор Фердинанд Порше создал прекрасную конструкцию дешевого легкового автомобиля, за которой закрепилось название *жук*. Модель как таковая просуществовала долгие годы. Она пользовалось большой популярностью. За время эксплуатации все узлы машины были постепенно заменены более совершенными. Тем не менее общий облик, марка и идея конструкции оставались неизменными. Это говорит о том, что как в области технических систем, так и в области технологий обновление часто идет постепенно. При этом основная идея как технологии, так и технической системы может оставаться постоянной. Новшества как бы встраиваются в уже имеющуюся систему. Иногда это называют *эффектом Фольксвагена*. Этот эффект оказывает влияние и на процесс эволюции технологий.

[1] Профессор А. Я. Нашельский предлагал назвать это «принципом Сименса», т. к. фирма «Сименс» жестко придерживалась правила делать всю микроэлектронику только на базе кремния. Этот термин, однако, широкого распространения не получил.

Утверждение 3.17. *Эволюция технологий происходит при наличии определенных сдерживающих факторов. Эти факторы действуют как в мире технологий, так и в мире технических систем, а также, по крайне мере частично, в ряде иных сфер гуманитарной деятельности человека.*

3.4. О ПОНЯТИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ

Многообразие технологий и разнообразие решаемых с их помощью задач делают очень сложным вопрос о сравнительной оценке их качества.

Уточнение 3.15. *Разница в требованиях, которые предъявляют к технологиям, позволит сравнительно просто оценить их качество только в случаях конкретных технологических процессов и в случае общих – «глобальных» – рассмотрений. Дать строгие, пригодные для любой ситуации способы оценки качества в случае произвольных технологических цепей очень не просто в силу неоднозначности требований и приемов оценки качества.*

Одним из самых распространенных и интуитивно понятных терминов, которые используются для оценки качества, считают *эффективность* (*efficiency*). Несмотря на свою кажущуюся очевидность, этот термин неоднозначен. Он используется для оценки различных физических и химических процессов. Примером может служить понятие *эффективности квантового выхода*. С другой стороны, термин *эффективность* получил широчайшее распространение в экономике. Он используется для оценки работы предприятий, управляющего персонала, оценки совпадения с практикой различных прогнозов и т. д. Для того чтобы определить общие оценки технологий, опыт использования, понятие эффективности в экономике наиболее удобно. В соответствии с требованиями Международной организации по стандартизации – ИСО (ISO)[1] *эффективность* определяется как *соотношение между достигнутыми результатами и затраченными ресурсами*. Это означает, что при сравнительной оценке различных технологий одним из важнейших понятий, подлежащим оценке, нужно считать *результативность*.

Определение 3.6. *Результативность – это степень достижения запланированных результатов. Соотнесение результативности с расходом ресурсов (материалов, энергии, информации, денег и т. д.) позволяет оценить эффективность.*

Уточнение 3.16. *В английской экономической литературе результативность иногда определяют как умение делать нужные вещи (doing the right things). В отличие от этого, эффективность понимается как*

[1] Стандарт серии 9000 : 2000.

умение правильно создавать эти вещи (doing things right). Естественно, что нужная или же правильная вещь при этом понимается как вещь, которая удовлетворяет определенным потребностям.

Исходя из этого определения величина выхода годного процесса может считаться эффективностью соответствующей технологии. Это так, ибо в этой величине получение продукта с заданными свойствами (результат) соотносится с затратами ресурса (времени). Аналогичные оценки можно выполнить и для других ресурсов. Это утверждение хорошо известно в экономике, где принято говорить, например, о соотнесении результатов, понимаемых, в частности, как ожидания клиента, к затратам различных функциональных подсистем предприятия. В этих ситуациях одним из важнейших моментов можно считать то, что ожидания разных клиентов не совпадают между собой. Умение правильно оценить и усреднить эти желания – один из значимых моментов работы менеджера. Менеджмент – это вид гуманитарных технологий. Однако разница в оценке результатов технологических процессов существенна и для технологий технической сферы. Технологии массового производства представляют основной предмет интереса в технической сфере. Требования к технологиям, рассмотренные выше, составляют основу оценок эффективности технологических процессов. Принципиальных затруднений это не вызывает. В то же время среди этой группы технологий встречаются технологии, результативность которых оценивается исходя из несколько нестандартных позиций. Именно для них в понятие эффективности вкладывается нестандартное содержание. Нестандартность связана с тем, что понятие достижения достигнутого результата в таких случаях отличается от обычного. Несмотря на ограниченность распространения подобных процессов, существует необходимость краткого упоминания о целях этих технологий.

Жизненная практика ставит перед технологиями технической сферы разные задачи.

Утверждение 3.18. *Отличие в задачах (целях) технологий определяет существенные различия в их распространенности. Именно распространенность особых задач позволяет произвести некую качественную типизацию технологий. Такая типизация может служить основой для выделения понятия результативности технологических процессов в редко встречающихся на практике ситуациях.*

Оценим основные задачи, которые позволяют оценить результативность технологического процесса. Наиболее простой для понимания и распространенной в реальности технологической задачей нужно считать задачу удовлетворения массового спроса. Обеспечение требуемого разнообразия продукции, ее качества и быстроты изготовления нацелено на

удовлетворение этого спроса или же спроса малых групп потребителей. При этом потребители могут быть и корпоративными, и индивидуальными. На существо дела это не влияет. Соотношение усредненного качества продукции с понесенными затратами и определяет эффективность таких технологий. В этом случае можно говорить о *результативности в удовлетворении повседневного спроса*. Однако достаточно распространены и другие ситуации, когда целью технологии может считаться создание уникального единичного продукта. Примером такой технологии можно считать технологию фиксации положения Пизанской башни. В этом случае оценивался только результат. Стоимость же работ в расчет принималась мало. Конечно, в этом случае также по возможности выбирались операции с меньшими финансовыми затратами. Тем не менее в определенных весьма широких пределах стоимость считалась второстепенным фактором, а оптимальной считалась та технология, которая позволяла наилучшим образом решить поставленную техническую задачу. Фактически это можно считать случаем *результативности достижения цели*.

Аналогичная ситуация прослеживается в области военно-промышленных, космических и других *исключительных технологий*. Оптимизация технологий в этом случае исходит из возможности достижения исключительных результатов. Стоимость при этом влияет на оценку оптимизационных показателей, но не имеет решающего значения при сравнительных оценках. Нечто похожее встречается при разработке технологий изготовления штучных изделий по индивидуальным заказам, например, уникальный автомобиль, изготовленный в количестве нескольких экземпляров; часы, сделанные для ограниченного числа заказчиков; особые модные костюмы; научное оборудование и т. п. В этих случаях также стоимость изготовления не может считаться определяющей, хотя известные стоимостные ограничения существуют и для таких технологий. Здесь часто неповторимость и открыто провозглашаемая дороговизна конечного продукта могут рассматриваться в качестве цели *уникальной* или же *результативной технологии*. Нетрудно заметить, что рассмотренные примеры, по существу, говорят о схожих ситуациях по созданию технологий изготовления дорогих, уникальных изделий, в которых проблема стоимости работ не имеет решающего значения. Эти примеры говорят о том, что даже в области практических технологий технической сферы могут быть случаи, когда традиционные оценки оптимальности технологий имеют существенные ограничения.

Утверждение 3.19. *Поскольку уникальные (результативные) технологии связаны с большим расходом средств, они могут существовать только за счет обычных, т. е. эффективных технологий.*

Глава 4

ТИПЫ ТЕХНОЛОГИЙ И СПОСОБЫ ИХ ОПИСАНИЯ

4.1. ТЕХНОЛОГИИ КАК РЕЗУЛЬТАТ ЭВОЛЮЦИИ СФЕРЫ РЕАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Выше говорилось, что процесс упорядочения можно выполнять, опираясь на два подхода – структурный и функциональный. В обоих случаях последовательность декомпозиции (дроблений понятий) и их синтеза может быть разной. Могут различаться и сами основания, по которым производится упорядочение. Поэтому подходы к построению и типизации технологий могут быть разными. Одним из наиболее удобных и простых подходов можно считать исторический подход. Процесс эволюции технологий от простейших операций, которые использовались еще первобытным человеком, к современным сложным техническим процессам происходил одновременно с пониманием их сущности. Опыт показывает, что обычно в истории понимание проблемы идет от основополагающих понятий к понятиям более сложным. Поэтому, анализируя технологии и проводя их типизацию, будем по возможности последовательно опираться на исторический путь развития техники и технологий, исходя при этом из технологий технической сферы, то есть из реального производства продуктов.

Первые технологии, о которых имеет смысл говорить, возникли примерно 12 000 лет тому назад в процессе неолитической революции. В это время уже можно проследить развитие основных типов технологий. Прежде всего, это изготовление примитивных орудий, простейшие способы выращивания злаков и использование огня. Несколько позже, примерно 5000 лет тому назад, появилось колесо. С этого времени можно говорить о возникновении первых примитивных транспортных технологий, от которых берет начало подавляющее большинство технологий нашего времени. Использование огня и приготовление пищи можно рассматривать в качестве исходной точки использования и преобразования энергии и пищевой химии. Все технологии времен неолита, как и технологии последующих веков, рассматривались в качестве рецептов, которые передавались устным преданием из поколения в поколение. Само устное предание – тоже некая примитивная форма коммуникационной технологии.

Уточнение 4.1. *Начало технологий при желании можно отнести еще дальше в глубь времен, т. к. древние бродячие племена имели некоторые рецепты поиска и сбора грибов, растений и т. д., а первые каменные инструменты использовались уже 2,5 млн лет тому назад. В общем, найти начало технологий в глубокой древности очень сложно, если это вообще возможно. Поэтому принятая нами начальная точка отсчета заведомо условна.*

Строго говоря, чисто умозрительно определить некие первые примитивные технологии вполне возможно. Высокоорганизованное живое существо периодически производит некие *действия*. Взять камень, нанести удар палкой и т. д. – все это действия, в них даже может просматриваться определенная *осознанная цель*. Для возникновения простейшей технологии нужно, чтобы, во-первых, действий было несколько, а во-вторых, чтобы эти действия выполнялись в определенной последовательности.

Утверждение 4.1. *Наличие заданной последовательности операций, зафиксированной каким-либо образом, например в памяти, на бумаге, может считаться необходимым условием, выполнение которого позволяет говорить о наличии технологии.*

Это утверждение следует рассматривать в качестве дополнения к тем определениям, которые рассматривались в разделе 1.1. Уже при анализе простейших технологий, известных нашим далеким предкам, можно отметить, что хотя технология основана на некоторой последовательности действий, эта последовательность может характеризоваться разной степенью жесткости. Так и ныне в простейшем, известном еще древним случае технология приготовления похлебки может говорить о том, что в кипящую воду необходимо бросить разные приправы и продукты. При этом в этой последовательности могут допускаться определенные изменения – сначала соль, затем перец, и наоборот.

Утверждение 4.2. *Заданные последовательности действий или операций более высокого уровня, необходимые для того, чтобы возникла технология, могут иметь разную степень жесткости. В то же время без четкой последовательности говорить о наличии технологии бессмысленно, так как важнейшим условием технологии можно считать повторяемость, которая может быть обеспечена различными действующими лицами – операторами (акторами[1]).*

Именно возможность, действуя по указаниям (рецептам, описаниям), получать определенные результаты, не обязательно разработанные исполнителем (актором), отличает технологию от искусства. Не случайно еще в первой половине XX в., когда воспроизводить процессы выращивания высококачественных кристаллов было очень трудно,

[1] В соответствии с современной гуманитарной терминологией мы используем два слова – традиционное русское *актер*, т. е. артист, и *актор*, т. е. действующее лицо. В нашем случае – это лицо, которое выполняет необходимые действия для обеспечения действия технологического процесса.

говорилось о том, что рост кристаллов – это не наука (технология), а искусство[1].

В первобытные и даже в последующие времена фиксация действий, обеспечивающих реализацию технологии, входила составной частью в обычаи и нередко выражалась в форме различных обрядов.

Точно выявить интервал времени постепенного перехода от набора случайных действий к простейшим осознанным и передаваемым от человека к человеку последовательностям действий, то есть технологий, мы не можем. Более того, для наших целей это не представляет интереса, как и то, с какого минимального числа упорядоченных действий имеет смысл говорить о технологиях. Это одна из причин того, что мы начинаем наше рассмотрение со времени неолитической революции, когда заведомо использовались простейшие технологии с достаточно большим числом включенных в них действий.

При изучении древности часто отмечают, что прогресс человечества начинается с момента начала *дифференциации* восприятия и деятельности. Дифференциация человеческого опыта происходит одновременно с учетом единства и многообразия человеческого опыта. Следствием дифференциации является разделение труда и социальных ролей[2]. Выделение различных технологий и разбивка процесса работы на закономерные последовательности действий считаются следствием дифференциации в понимании человеком окружающего мира. Дифференциация не только вызывает появление технологий. Важен и обратный процесс – именно технологии способствуют дальнейшей дифференциации поведения и восприятия во всех сферах человеческой деятельности.

В современной науке недифференцированные сообщества принято называть *примитивными*. Отсюда естественный ход рассуждений ведет к тому, что и первые появившиеся у человечества технологии также разумно назвать *примитивными технологиями*. Можно дать не вполне четкое, но достаточно разумное представление о том, что следует считать примитивными технологиями. Для этого используется прием расчленения (декомпозиции). Действие человека, скажем, удар камнем по камню для его обработки, можно разложить на определенную *последовательность движений*. Сам выбор двух разных камней можно считать первым шагом в дифференциации объектов. В данном случае объектами будут разные камни. Конечно, движения можно тоже расчленить на некие части. Однако это уже предмет для обсуждения культурологов и психологов. Наши цели определены. Погружаться в море анализа основ

[1] Одна из знаменитых в то время книг так и называлась: «Искусство растить кристаллы».

[2] Обычно, говоря о разделении труда, имеют в виду только производственную деятельность. На самом деле это не так. Разделение труда важно и в сфере творческой и организационной деятельности человека.

человеческой деятельности только для того, чтобы перейти к принципам систематизации современных технологий, не имеет никакого смысла.

Уточнение 4.2. *Многие технологические действия разлагаются на движения. Это уточнение не имеет общего характера. Ко многим даже примитивным технологиям оно не относится.*

Простейшие действия первобытных «операторов» постепенно группировались в некоторые стандартные последовательности. Так, удар рубила по камню – более простое действие, чем сверление отверстия в таком же камне с помощью примитивного «сверла». К тому же при этом мог использоваться песок в качестве первого абразива. Постоянное сочетание одной и той же группы действий порождает *первые технологические операции*. Последующее развитие технологий идет путем создания иерархии все более сложных операций, а сами последовательности действий начинают закрепляться в виде умений и навыков работы. Отметим, что здесь приходится использовать терминологию, принятую в психологии и педагогике.

Утверждение 4.3. *Формирование современных технологий исторически шло путем группировок простых действий и операций в иерархию. В результате возникают все более сложные интегрированные операции, которые составляют основу современных технологий. По мере хода времени основные операции, используемые в технологиях и нужные для их анализа и описания, все более усложнялись. Этот процесс продолжается и в настоящее время.*

Определение 4.1. *Совокупность группы простых действий будем называть приемом.*

Можно понять, что качественно новые приемы работы могут упрощать современные технологические операции за счет уменьшения числа входящих в них операций более низкого уровня. Так, например, использование так называемого *метода взрывающихся проволочек*[1] позволяет уменьшить число операций при нанесении металлического покрытия на керамику за счет использования сочетания принципиально новых операций.

Уточнение 4.3. *Современные технологии могут использовать операции, в которых число низших ступеней уменьшается за счет изменения их качества.*

Определение 4.2. *Примитивными технологиями будем называть такие последовательности, которые могут быть разделены на простые действия или же на очень простые комбинации простых действий, то есть приемы. Более сложные комбинации приемов мы будем называть элементарными операциями. Технологии, которые состоят из серии элементарных операций и не разлагаются непо-*

[1] Это мгновенное испарение тонкого слоя металла под действием сильного тока, вызванного разрядом конденсатора. Возникающее магнитное поле воздействует на поведение испаряющихся атомов.

средственно на простые действия, будем называть элементарными технологиями.

Как видно из сказанного, человек уже в древнейшие времена сталкивался с разными типами технологий и технологических потоков. Тогда же начали возникать не только коммуникационные, но и другие информационные технологии примитивного управления, обмена продуктами и т. п. Естественно, о взаимодействии различных технологических потоков, а тем более об его осознании не могло быть и речи. И ныне при изучении древних времен каждый тип технологического потока должен рассматриваться изолированно от других.

Утверждение 4.4. *В начальный период эволюции технологий человечество имело дело с однопотоковыми (однотипными) технологиями.*

Согласно нашим современным представлениям, устное предание того времени передавало последующим поколениям рецепты изготовления орудий, одежды, хранения и приготовления пищи, а затем и рецепты более «высокого порядка» – выслеживание дичи и т. д. Изготовление примитивных орудий, одежды и приготовление пищи следует считать истоком современных технологий. Рецепты этих примитивных технологий, точнее, простейших действий и *технологических приемов*, можно и должно рассматривать по отдельности.

Изготовление первых простейших орудий и примитивной посуды можно взять в качестве основы для анализа и систематизации примитивных операций по обработке материалов. И обработка материалов, и приготовление пищи – это работа с потоками вещества. Изготовление орудий не меняет состав вещества. Иными словами, эти примитивные и элементарные технологии могут считаться родоначальниками современных технологий обработки вещества, создания машин и других конструкций. Приготовление пищи, а впоследствии и примитивные способы обработки шкур могут считаться стартовой точкой химических технологий, а вслед за ними и других способов управления свойствами (составом, структурой) вещества.

4.2. ТЕХНОЛОГИИ ПЕРВОБЫТНОГО ОБЩЕСТВА КАК ОСНОВА КЛАССИФИКАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В силу своей относительной простоты и наглядности обращение к древним технологиям дает прекрасную возможность разумно подойти к вопросу разбиения технологий на классификационные группы. Первое, что хорошо просматривается уже в этом историческом периоде, – разделение понятий технологий обработки материала и технологий приготовления материалов. Шкура убитого животного в давнее время, так же как и отрез ткани, напрямую самим человеком не используются.

Если говорить о превращении ткани в костюм, то отрез должен быть раскроен, раскрой сшит и т. д. Аналогично в древности должны были проводиться простейшие действия или операции, которые приспосабливали шкуру для практического использования. Эти простые примеры позволяют разделить понятия *изделия* и *материала*. Не углубляясь в детальные рассуждения, можно сказать, что *материал (вещество) отличается от изделия своей однородностью*. Выше уже говорилось, что понятие однородности – понятие относительное. Об однородности можно судить при задании тех объемов, по которым производится определение (измерение) свойств материала (объекта). Внутри этих пределов вещество может быть неоднородным. В обыденной жизни, тем более в жизни первобытного человека, представления об однородности задавались спецификой органов чувств человека. По существу, то, о чем здесь говорится, имеет смысл и при других способах оценки измерительных объемов и выявлении однородности, точнее, степени отклонения от нее [85, 98]. В этих представлениях свойства вещества (материала) не меняются в пространстве, в то время как изделия имеют заранее запрограммированные неоднородности. Так, возвращаясь к вопросу о современном костюме, можно сказать, что в нем задано (запрограммировано) множество неоднородностей. Прежде всего, это вполне очевидная неоднородность формы. В костюме имеется неоднородность состава. Она проявляется в наличии ниток, пуговиц, подкладки. Все это проявляется на любом уровне анализа.

Определение 4.3. *Веществом, или, что практически то же самое, материалом, можно назвать объект, который в заданных пределах измерения его свойств можно считать однородным по составу и однородным, простым, по форме. Изделие, даже если оно изготовлено из одного материала, отличается наличием в нем запрограммированных неоднородностей формы, состава и композиции. При этом под композицией понимается соединение вместе различных материалов и простых объектов.*

Надо отметить, что неоднородности материала могут быть заметными и задаваемыми заранее. Так, структура металла может быть неоднородной, хотя сама неоднородная структура может не меняться во всем его объеме. Аналогично древняя хижина, изготовлявшаяся из глины, смешанной с навозом и соломой, также была внутренне неоднородна. Тем не менее можно вполне спокойно говорить об однородности таких материалов в целом, так как их макросвойства сохраняются во всем используемом объеме. Таким образом, можно сказать, что уже в древнейшую эпоху человек использовал основные типы технологий, которые применяются и в настоящее время:

- ***Технологии изготовления материала с заданными свойствами и структурой.*** Прежде всего, это химические, металлургические, пищевые и им подобные технологии.

- ***Технологии создания заданных неоднородностей формы материала.*** Сюда относятся технологии механической и химической обработки поверхностей, а также такие механические технологии активного формообразования, как прессовка, изгиб, волочение и т. д.
- ***Технологии создания заданных неоднородностей структуры и состава материалов.*** Это обширный класс технологий более высокого уровня по сравнению с обычными технологиями. В наше время он включает в себя, в частности, технологии твердотельного приборостроения, получения так называемых градиентных материалов и т. д.
- ***Технологии соединения разнородных материалов и объектов в виде определенных композиций.*** Ныне это различные сборочные технологии, а также технологические процессы сварки, клепки и т. д.
- ***Технологии перемещения материалов и изделий.*** К настоящему времени это стало технологиями транспортировки грузов на производстве, транспортными технологиями, включая и трубопроводный транспорт. К этим технологиям близко примыкают технологии складирования, упаковки и т. д.
- ***Технологии передачи, хранения и обработки информации.*** В наше время сюда можно включить обучающие, торговые и рекламные технологии. Их дальнейшим развитием на более высокой ступени технологической иерархии могут считаться экономические и политические (выборные, например) технологии.

Это первое основание для группировки технологий по их задачам. Отправной точкой при этом служат именно примитивные технологии первобытного общества.

Уточнение 4.4. *Приведенная группировка технологий по группам ни в коей мере не является исчерпывающей. Более детальный анализ и дальнейший ход времени могут дополнить этот список. Все технологии этого списка, в свою очередь, могут быть подразделены на группы технологий и технологических процессов более низкого уровня. Задача полной систематизации технологий, на основании решаемых ими задач, – дело дальнейших исследований.*

Для того чтобы группировка технологий, опирающаяся на основные задачи, то есть на стоящие перед технологиями цели, была полностью построена, необходим детальный анализ этих целей, что является весьма трудоемкой задачей.

Вторым значимым основанием для типизации технологий можно считать область окружающего мира, вовлеченную в конкретные технологические процессы. Расположение оснований типизации в порядке в общем произвольно (рис. 4.1). В зависимости от способа исследования его можно изменить. Для наших целей этот порядок не имеет принципиального значения.

Задачи ⟹ ***Размер области*** ⟹ ***Дальнейшие основания***

Рис. 4.1. Связь задач с основаниями типизации

Говоря об областях, которые охватывают технологии, нужно придерживаться принципа выделения их характерных масштабов. Это те же масштабы, которые используются при изучении окружающего мира. Например, в [43] выделены три области: *микромир*, *макромир* и *мегамир*. Естественно, что наиболее древние технологии охватывали области, которые сравнимы с масштабами обычной человеческой деятельности. Назовем их *макротехнологиями*. Можно уверенно говорить о том, что макротехнологии – это наиболее древние и распространенные группы технологий.

Микротехнологии, то есть целенаправленная деятельность человека в микромире, стали применяться позднее макротехнологий. Естественно, что по своей распространенности они пока уступают макротехнологиям. Примером микротехнологии может служить технология введения искусственного хрусталика в глаз, работа с контактами микроэлектронных схем и др. Во всех этих технологиях создаются некоторые структуры и устройства малых размеров. Иными словами, речь идет о создании программируемых неоднородностей тех масштабов, которые характерны для микромира. Если масштабы программируемых неоднородностей становятся сравнимы с межатомными расстояниями в конденсированных фазах (твердое тело, жидкость), то этот класс технологий принято обозначать как *нанотехнологии*.

Определение 4.4. *Нанотехнологии – это управляемые, программированные последовательности действий и операций в области пространства, сравнимой по масштабу с размерами межатомных расстояний в твердом теле, когда создаются программированные неоднородности структуры, композиции, свойств или состава.*

Уточнение 4.5. *Нанотехнологии используют композиционные и химические методы для решения физических задач и целей создания технических систем с масштабами микроскопического уровня.*

Можно предположить, что мегатехнологии должны быть эффективны в пространстве, намного превышающем масштабы обычной технологической деятельности человека. Умозрительно провести границу такого пространства не просто. Получаемый при этом результат зависит от некоей условной договоренности – *конвенциональности*. При желании можно говорить о планетарных масштабах, то есть о *глобальных технологиях*. К ним тогда можно отнести определенные группы информационных технологий, охватывающих весь земной шар. Пример такой технологии – спутниковое телевидение. Можно, однако, сохранив понятие глобальных технологий, отнести к мегатехнологиям управляемые процессы планетарного масштаба. Пока еще такие технологии представляются некими проблемными полуфантастическими разработками, например, идея технологии обстрела опасных комет, приближающихся к Земле. Во всяком случае, в области реальной производственной деятельности мегатехнологии пока практически отсутствуют.

Обращение к нанотехнологиям привлекает внимание еще к одной проблеме, которая напрямую связана с группировкой технологий. В силу отсутствия четких определений к нанотехнологиям часто относят любые процессы, которые происходят на атомно-молекулярном уровне. В то же время вполне очевидно, что процессы на атомно-молекулярном уровне определяют ход практически любой химической технологии, использующей, например, реакторы и другие традиционные технические устройства химической промышленности. Вне всякого сомнения, такие технологические процессы отличаются от технологических процессов типа штамповки или обработки металла на станках. Это говорит о том, что имеется еще одно существенное основание для группировки технологий, связанное с механизмами основных явлений в технологическом процессе. Это могут быть механические методы, методы, которые используют физические явления, методы, основанные на химических реакциях, и др. Такая группировка с некоторыми оговорками может быть распространена и на область гуманитарных технологий. Более мелкая группировка технологий по этому основанию, опирающаяся прежде всего на анализ физических процессов, используется в теории технических систем [65, 87, 116, 139, 143, 144]. Конечно, хорошо известны и технологии, опирающиеся сразу на несколько типов процессов. На существо дела это не влияет.

Возвращаясь к вопросу о механизме явлений, можно говорить о некоей иерархии технологических методов. Так, в методах механической обработки (условная группа) мы управляем процессом прямыми действиями, то есть некими процессами, управление которыми оператор выполняет непосредственно. В технологических процессах химико-металлургического и иных подобных профилей управление и реализация технологии осуществляется посредством использования природных процессов, а не действий человека. Эти рассуждения не трудно распространить на информационные и другие группы технологий. Такой подход не только позволяет провести группировку технологий, но и построить их иерархию.

Утверждение 4.5. *В ряде случаев исследование особенностей технологий позволяет не только сгруппировать их по признакам определенного сходства, но и расположить получающиеся основные группы в иерархическом порядке.*

Отмеченные главные основания для группировки технологий не являются исчерпывающими. Можно предложить использовать также и другие основания. Основные группы технологий могут быть подвержены дальнейшему дроблению традиционными методами. Отметим одно важное обстоятельство. При дроблении любой группы технологий на более мелкие структурные единицы в каждую группу попадает разное количество технологий. Строгого исследования, которое изучало бы статистику распределения технологий по группам или же их распределения в группах по каким-либо количественным параметрам, пока нет. (Во всяком случае, авторам такие работы не известны.) В то же время определенные результаты, связанные, правда, с техническими системами, уже имеются (напр., [19, 40]). Эти работы, как и общие соображения [5, 12], говорят о том, что такое распределение должно быть неравномерным. В общем перечне технологий должны быть заполнены все возможные группы. Однако подавляющее большинство технологий должно относиться к одной-двум «ведущим» группам. Эта закономерность хорошо известна в биологии, где, например, жуки по числу видов занимают первое место среди насекомых. В связи с этим можно напомнить еще раз об идеях связи статистики распределения технических и биологических систем, развиваемой в работах Б. И. Кудрина [40].

Технологии можно также систематизировать исходя из оснований, которые носят принципиально иной характер, по сравнению с уже рассмотренными.

4.3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ТЕХНОЛОГИЙ

Технологии можно структурировать исходя не только из задач и характера протекающих процессов. Есть несколько иной способ структурирования, основанный на организационных принципах функционирования технологий.

Определение 4.5. *В отличие от группировки, разбиение технологий по организационным принципам структурирования назовем типизацией технологий. К организационным принципам в первую очередь следует отнести пространственную и временную структуру, реализующую работу технологического процесса как целого.*

Временная организация может быть связана с использованием тех объектов, которые создаются в результате технологии. С этой точки зрения типизация технологий может быть в первую очередь произведена по характеру спроса. В этом плане можно говорить о следующих типах технологий:

- ***Массовые технологии.*** К этому типу технологий относятся технологии, стабильно производящие объекты, которые используются в больших количествах и обеспечивающие некие стандартные характеристики изготовляемого продукта.
- ***Совместые технологии.*** Сюда относятся те технологии, реализующие производство объектов с неизменными стандартными свойствами, которые обеспечивают потребности относительно небольших групп потребителей.
- ***Индивидуальные технологии.*** Технологии этого типа нацелены на производство объектов, удовлетворяющих индивидуальных пользователей. Это могут быть как уникальные одноразовые технологии, так

и перестраиваемые технологии, а также технологии, которые рассчитаны на капающий спрос.

Это перечисление типов, естественно, нельзя считать исчерпывающим. Более того, провести резкие границы между технологиями таких типов не всегда возможно. О влиянии количества используемых продуктов на технологию известно очень давно. Не случайно большой раздел изданной в 80-х гг. XIX в. известной книги Чарльза Бэббиджа [131] посвящен изучению этой проблемы с экономических позиций. (Один из разделов этой книги так и назван *Distinction between Making and Manufacturing.*) В общем же типизация технологий по характеру массовости спроса на продукты достаточно очевидна. Особого обсуждения этой типизации не требуется.

Значительно интереснее группировать технологические процессы в типовые группы по способу получения конечного продукта. Это особенно интересно, когда конечным продуктом является устройство, конструкция, прибор или другое изделие, которые можно подсчитать. В то же время при некоторых усилиях этот способ типизации технологических процессов можно отнести и к получению материалов. Здесь легко получить следующие основные типы технологий:

- ***Последовательные технологии.*** В этих технологиях изделия последовательно изготовляются одно за другим. Типичным примером таких технологий может считаться конвейерная сборка. Это позволяет непрерывно частично перестраивать процесс для полной или частичной индивидуализации свойств конечных объектов. К таким же технологиям можно отнести такие технологии получения материалов, когда конечный продукт получается в виде порций. Типичными примерами таких процессов можно считать доменные, мартеновские и многие другие металлургические процессы. Нетрудно понять, что, как и в случае конвейерной сборки, здесь возможна определенная индивидуализация процесса, скажем, различное легирование стали.
- ***Групповые технологии.*** В этих технологиях одновременно изготавливается большая группа одинаковых изделий и материалов. Индивидуализация может выполняться только для всей группы объектов в целом. Такие технологии широко распространены в производстве полупроводниковых приборов и различных твердотельных схем. Именно в этой области и возник этот термин.
- ***Параллельные технологии.*** В технологиях этого типа конечные объекты изготовляются в нескольких параллельных потоках.

Как и в предыдущем случае, эту типизацию нельзя считать исчерпывающей. Следующим основанием для получения типов групп полезно взять временной характер технологии, то есть то, как она функционирует во времени. Так же как и в случае двух предыдущих оснований, группировка технологических процессов по типам и тут может считаться достаточно очевидной. Технологии при этом группируются по следующим типовым группам:

- ***Разовые технологии.*** В этих технологиях процесс после окончания не повторяется. При этом во время работы может быть выпущено много изделий или материалов. Повторение процесса, если оно делается, случайно и заранее может не оговариваться или предусматриваться.
- ***Периодические технологии.*** Сложные технологические процессы, которые повторяются через определенные промежутки времени.
- ***Циклические технологии.*** В этом случае некоторые процессы неоднократно повторяются в определенной последовательности, составляющей цикл. Цикл может быть простым и сложным и даже состоять из «вложенных» циклов[1].
- ***Непрерывные технологии.*** В этой типовой группе технологические процессы продолжаются непрерывно. Остановка технологий производится через очень большие промежутки времени. Так, например, процесс работы домны может продолжаться в течение ряда лет.
- ***Квазинепрерывные технологии.*** Технологические процессы этого типа работают в непрерывном режиме в течение длительного времени, после чего перезапускаются заново. Простейший пример – работа технологической линии по разливу молока в бутылки. Работа линии периодически останавливается для загрузки новых баков (цистерн) с молоком или же по иным причинам.

Представленный набор типов технологий нельзя считать исчерпывающим. Имеется еще один важный тип основания для типизации технологий – это характер изготовляемого продукта. Соответственно, можно говорить о следующих типах технологий:

- ***Технологии, выпускающие продукт с одним и тем же неизменным набором качеств.*** Это одни из наиболее распространенных и простых видов технологий, нацеленных на массовое производство и не ориентированных на индивидуальные группы потребителей.
- ***Технологии, постоянно выпускающие наборы из нескольких типов продуктов стандартного качества.*** Это технологии, которые рассчитаны на массовое производство однотипной, но разной по свойствам продукции. Типичным примером можно считать технологии изготовления крепежа или же обуви разных размеров.
- ***Технологии, выпускающие один или несколько продуктов, но позволяющие производить их перестройку на выпуск других близких продуктов или продуктов с измененным качеством.*** Это технологии, которые нацелены на широкое производство продуктов, но в то же время потребление каждого из видов изготовляемой с их помощью продукции нельзя считать настолько массовым, чтобы оно могло обес-

[1] Понятие вложенного цикла широко используется в программировании, где понятие цикла включает в себя определенную последовательность математических операций, которые выполняются в определенной последовательности. Таким образом, здесь используется перенесение в более широкую область понятий из сферы технологии вычислений.

печить постоянное изготовление только одного продукта с неизменными количественными характеристиками. К таким технологиям можно отнести прокатку металлов.

Все приведенные выше основания для типизации технологий по организационным принципам достаточно естественны. Уже говорилось, что и перечень этих оснований, и набор типов в каждой из групп не являются исчерпывающими. Не менее очевидно и то, что каждый тип технологий во всех случаях уже при простейшем анализе следует подвергнуть дальнейшему разбиению на подтипы и т. д. Мы сознательно избегаем этих действий. Это объясняется прежде всего тем, что описываемая типизация носит иллюстративный характер. Более того, полная типизация требует большого объема. Она имеет смысл только при создании специальных определителей. Особенности этих определителей будут рассмотрены далее.

Представляется более важным обратить внимание на иное обстоятельство. Если внимательно вглядеться в список примеров и оснований типизации, то несложно заметить, что все примеры и сами подходы связаны с ограниченной областью технологий – из области реальной сферы экономики. Информационные технологии и технологии гуманитарной сферы нами не затрагивались. Это не случайно. Во-первых, именно на технологиях из описываемой сферы человеческой деятельности формировались основные представления, связанные с общим описанием и самих технологий, и технических систем. Во-вторых, технологии более высокого уровня более сложны по сравнению с описываемыми. Поэтому с точки зрения удобства изложения разумнее вводить их в общее описание постепенно.

Важно отметить еще несколько обстоятельств. Прежде всего, при типизации технологий на основе организационного анализа нами не рассматривались технологии обеспечения.

Определение 4.6. *Технологии обеспечения – технологии, нацеленные на обеспечение функционирования работы основных производственных технологий и технических систем.*

В группу технологий обеспечения входят:

- ***Регламентные технологии.*** Технологии, которые нацелены на обеспечение работы процесса и оборудования путем стандартизированных, заранее запланированных технологический действий и операций.
- ***Ремонтные технологии.*** Технологии профилактического, планового и аварийного ремонтов.
- ***Реконструктивные технологии.*** Технологии, обеспечивающие реконструкцию и совершенствование действующих технологий и технических систем, рассчитанных на длительную эксплуатацию.
- ***Пусконаладочные технологии.*** Технологии сборки, компоновки и наладки сложных систем.

- ***Тестировочные технологии.*** Технологии, направленные на проверку сложных систем с целью выявления различных сбоев, которые не были учтены в процессе проектирования. Технологии этой группы широко используются в области автоматики и компьютерной техники. Их можно считать неотъемлемым этапом введения в строй сложных систем и технологий.
- ***Поддерживающие технологии.*** Эти технологии можно еще назвать технологиями сопровождения. Их предназначение – обеспечить постоянную поддержку работы сложных технических и технологических систем. В основной части эти технологии можно отнести к сервисным процессам.
- ***Контрольно-измерительные технологии.*** Задачей этих технологий следует считать входной, выходной и промежуточный контроль объектов, а также обеспечение нормального функционирования технических и технологических систем.
- ***Упаковочные технологии.*** Один из наиболее типичных типов технологий сопровождения. Появление этих технологий вызвано необходимостью хранения продукта и доставки его к точкам продажи, распределения и использования.
- ***Транспортные технологии***[1]. Технологии, которые не только обеспечивают доставку продуктов и исходных материалов, а также отбросов в требуемые точки. Как элемент технологического сопровождения эти технологии обеспечивают транспорт в пределах производственных зон, внутри технических систем, а также иногда транспорт в пределах самой сложной технологии. Примером такого вида транспорта может считаться подача и использование газов-транспортеров в установках с использованием химических реакторов. В то же время – это технологии, которые отличаются от внутреннего транспорта вещества и энергии в традиционных технологиях, например, в технологиях, непосредственно называемых газотранспортными технологиями.
- ***Складские технологии.*** В эту группу технологий включаются все виды технологий хранения и сбережения, как исходных так и конечных, а также промежуточных объектов.
- ***Предпродажные технологии.*** В эту группу входят и технологии предпродажной подготовки, и технологии подготовки исходных материалов перед их введением в технологический процесс.

Утверждение 4.6. *Технологии обеспечения основаны на процессах более высокого уровня организации, чем непосредственно производственные технологии. В частности, в них широко применяются технологические приемы информационной сферы.*

[1] Этот термин совпадает с более широким термином, описывающим транспортные процессы разного вида как некую самостоятельную область технологий. Здесь он используется только для того, чтобы не вводить неоправданно большое количество новых терминов.

Утверждение 4.6 позволяет понять, по каким причинам не включены в перечень типов обеспечивающих технологий такие технологии, как, например, *технологии рекламы*. Это было сознательное сужение области анализа, связанное с необходимостью компактного и удобного представления материала. В начале этой главы отмечалось, что технологии характеризуются некоей размерной областью, где они реально используются. Различные типы технологий реализуются в различных размерных областях окружающего мира.

4.4. О СВЯЗИ ТИПА ТЕХНОЛОГИИ С РАЗМЕРНОЙ ОБЛАСТЬЮ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Уточнение 4.6. *Размерная область технологии и размер областей окружающего мира, в которых используется та или иная технология – разные характеристики технологий. Непосредственную связь между ними, если она и существует, установить очень сложно.*

Поясним это простым и наглядным примером. Вглядимся в какую-либо простейшую бытовую технологию. Это может быть забивание гвоздя молотком, отрезание куска материи ножницами и т. д. Размеры инструментов и области ограничены. Ограничение вверх – слишком большие инструменты, которые невозможно создать. Надобность в них и соответствующих технологиях слишком большого масштаба отсутствует. Есть ограничения и вниз. Обычные ножницы и технологические приемы в малых масштабах, например при глазных операциях, невозможны. В то же время технологии, которые приведены в качестве примера, распространены по всему миру. Можно себе представить, что при реализации космических полетов часть подобных технологий распространится и на более широкие области Вселенной. В этом смысле уточнение 4.6 достаточно наглядно. Однако соответствующие ограничения полезно рассмотреть подробнее. В особенности это касается не простейших технологий, о которых шла речь в примере, а значительно более сложных технологий. Такие ограничения возникают не только из-за отсутствия прямых потребностей. Они могут иметь и более глубокие причины, которые интересны для анализа.

Обратимся к истории вычислительной техники. Известно, что идею большой вычислительной машины обычно связывают с английским математиком и экономистом *Чарльзом Бэббиджем*. Он энергично привлек к своей работе математика, дочь поэта Байрона *Аду Байрон* (*графиню Лавлейтс* по мужу). Ее усилия заложили основы практики и терминологии современного программирования. Несмотря на большие затраты средств и времени, машина Бэббиджа не была построена. Нередко причину, которая не позволила реализовать прекрасную идею, сводят к особенностям характера Бэббиджа. В конечном итоге уже через много лет после смерти Бэббиджа по его чертежам была построена действующая модель этой машины. Для нас, однако, важно иное. Машина Бэббиджа основывалась на механическом принципе действия. Это явилось результатом совершенствования простейших арифметических устройств, берущих свое начало от Леонардо да Винчи, Паскаля, Лейбница и др.

Строго говоря, можно считать, что первое механическое счетное устройство – это так называемый *Антикитерский механизм*, найденный на утонувшем в древнеримские времена корабле. Вершиной вычислительной техники на механической основе был созданный на заводе Нобеля в Петербурге механический арифмометр «Феликс». Его основой были работы шведа В. Т. Однера. Арифмометр успешно использовался до 50-х гг. прошлого века. Этот арифмометр был небольшого размера. Машина же Бэббиджа была огромным сооружением с ожидаемым весом в 13 тонн. Число механических деталей в ней оценивалось в 25 000. Такая машина практически малоработоспособна, а дальнейшее улучшение производительности невероятно. Сам Бэббидж, отмечавший возрастание роли и времени, требуемых на вспомогательные операции, типа смазки деталей, на обычном механическом производстве, не мог не понимать этого. Не вдаваясь в дальнейшие подробности, можно утверждать, что в силу слишком большого размера и количества деталей машина Бэббиджа реально подошла к некоему пределу. Дальнейшее ее развитие, как это ясно с позиций нынешнего времени, было бесперспективным.

Для нас в этой истории интересно именно наличие принципиальных ограничений на реализацию верной технической и технологической идеи. Оно связано с двумя обстоятельствами.

Утверждение 4.7. *Развитие технологий за счет простого увеличения числа технических элементов и операций, т. е. экстенсивный рост технологий, имеет определенные ограничения. На больших временных участках после исчерпания возможности неких идей, положенных в основу группы технологий, требуется скачок, то есть возникновение новой идеи. Это означает, что в развитии технологий экстенсивный рост должен сменяться переходами к интенсивному развитию. Иными словами, эволюция технологий связана с попеременными переходами от интенсивного развития к экстенсивному и обратно.*

Второе обстоятельство более обыденно. Технологические идеи, так же как и технические, могут иметь принципиальные ограничения, которые вызываются отсутствием возможностей их реализации. При желании это можно назвать *ограничением соответствия*. В истории техники и технологий имеется много примеров, иллюстрирующих этот тип ограничений. Так, например, Леонардо да Винчи предложил технологию нагрева воды с помощью концентрации солнечного излучения зеркалами [18]. Идея была правильна, и технологический процесс, то есть на-

грев воды за счет концентрации солнечного излучения с помощью оптического устройства, реализуем. Скорее всего, опыты нагрева малых объемов с помощью зеркал или линз были в то время удачными. Тем не менее экстенсивное развитие технологии при переходе к большим масштабам не позволило реализовать процесс на самом деле. В связи с этим сведения об использовании аналогичной технологии Архимедом, которую можно встретить при описании обороны Сиракуз во время Пунических войн, можно подвергнуть сомнению. Во всяком случае, здесь имеется много неясностей. Факт знакомства Леонардо с этими сведениями особых сомнений не вызывает. Авторы не преследуют цель изучить историю этого вопроса или искать другие исторические аналогии.

Одним из определяющих факторов можно считать известное еще У. Р. Эшби [127] утверждение о том, что при увеличении размеров системы существенно увеличивается сложность управления ею.

Уточнение 4.7. *Реализация экстенсивного развития технологий требует прогрессивно увеличивающихся усилий на создание процессов обеспечения. Они включают в себя как информационные, так и другие сервисные процессы. Увеличение усилий и затрат на обеспечение технологий растет быстрее, чем происходит развитие самого технологического процесса при его экстенсивном росте.*

Условно картина, которая характеризует такой тип развития, изображена на рис. 4.2.

Точка пересечения кривых роста обеспечения и возможностей технологического процесса (см. рис. 4.2) характеризует некий критический предел развития технологии. После его прохождения требуется поиск

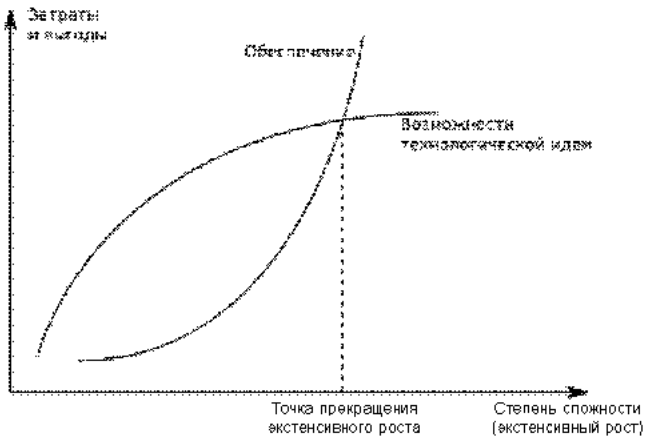


Рис. 4.2. Возрастание усилий на обеспечение технологического процесса при его экстенсивном росте

принципиально новых подходов к созданию технологий. Эту точку можно назвать *точкой прекращения экстенсивного развития*. До известной степени указанное явление коррелирует с так называемым *законом иерархической компенсации,* или *законом Седова* [102, 103][1]. Этот закон можно толковать, в частности, как утверждение о том, что увеличение возможностей (гибкости) на верхнем уровне иерархии для своего обеспечения требует уменьшения гибкости (разнообразия) на более низких иерархических уровнях. Экстенсивный рост технологии – это увеличение разнообразия ее возможностей на выходе. Для его обеспечения нужно предъявлять все более жесткие требования к нижним уровням, то есть к частям технологического оборудования и стабильности внутренних процессов в технологиях. Рано или поздно это становится невыполнимым. Так, для машины Бэббиджа при росте размеров ее механической части требовалась все большая точность изготовления механических деталей, юстировки осей и т. д.

Как известно из истории техники, реально действующая большая вычислительная машина была создана на электронных лампах. Это был качественный скачок (интенсивный переход) к новой технологической основе. Экстенсивное развитие технологии вычислений на ламповой технике очень быстро потребовало нового скачка – перехода на полупроводниковую технику. Дальнейший скачок – это переход на твердотельные схемы. Сейчас обсуждаются основы нового скачка, которые чаще всего сводятся к работам по созданию *квантового компьютера*. Отметим здесь, что четко прослеживается несколько качественных (интенсивных) переходов, а также легко устанавливается связь между интенсивными скачками в технических системах и технологиях. Примером интенсивных скачков непосредственно в технологиях может служить переход от использования заклепок при соединении металлических частей к сварке.

Все сказанное обсуждалось в литературе, посвященной проблемам прогнозирования науки и техники (напр. [22, 23, 126]). Развитие технологий (их эволюция) подчиняется тем же общим законам, что и остальные виды человеческой деятельности. Это развитие от одного интенсивного скачка до другого описывается так называемой *логистической кривой*, которая определяется уравнением:

$$F(t) = \frac{c}{1 + ae^{-rt}}.$$

Здесь t – время, а c и a – некоторые константы, смысл которых несколько отличен друг от друга в разных ситуациях. Внешний вид логисты, называемой также S-образной кривой, изображен на рис. 4.3.

[1] Аналогичные выводы применительно к процессам обучения обсуждались на нашем докладе по мультикультурным контактам в Тампере. В настоящее время английский текст этого доклада находится в печати.

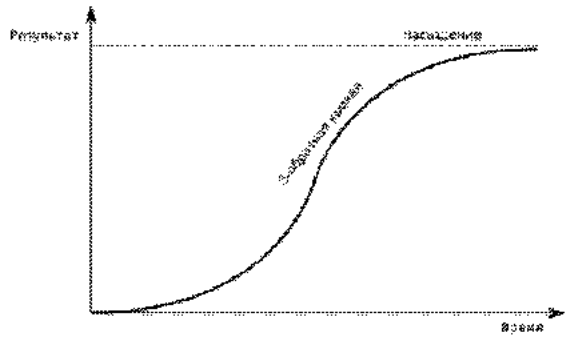


Рис. 4.3. Внешний вид логисты

Логиста описывает законы накопления информации, а также характеризует накопление знаний и умений учащимися [53]. В работе [57] приведен и простейший вывод уравнения этой кривой. Эта кривая описывает процесс экстенсивного развития в случае ограниченности ресурса. Это так называемая *модель истощения ресурса* [126]. В момент возникновения новой технологической идеи успех плодит потребление. В результате растет спрос на новое, при этом неважно, что есть новое – продукт или процесс. Массовое использование понижает затраты. Грубо говоря, на этой стадии расширение идет пропорционально достигнутым результатам. Это означает экспоненциальное развитие. Именно оно и описывается начальной стадией логисты. Далее ресурс потребности начинает исчерпываться и логиста выходит на насыщение. Дальнейший прорыв возможен уже при качественном (интенсивном) скачке. Поэтому общий прогресс техники и технологии в соответствии с представлениями Г. М. Доброва [22, 23] может быть представлен в виде последовательной системы логист (рис. 4.4).

Переход от одной экстенсивной (логистической) части общей кривой прогресса к другой осуществляется качественным (интенсивным) скачком (интенсивным переходом), который фактически означает переход к новым идеям и принципам.

Следует сказать, что анализ экстенсивного развития рассматривает только увеличение производительности и размеров сферы, в том числе и рабочей, для каждой технологической идеи. В то же время можно предположить, что уменьшение по производительности, размеров технической системы и прочим показателям тоже имеет некоторые ограничения. Это легко понять, если, например, попытаться перенести технологию сварки или сверления отверстий на микроскопический уровень. В этом случае при создании технологии и обеспечении ее работы, так же как и при экстенсивном росте, возрастают технические сложности, появляются проблемы с обеспечением функционирования технологии

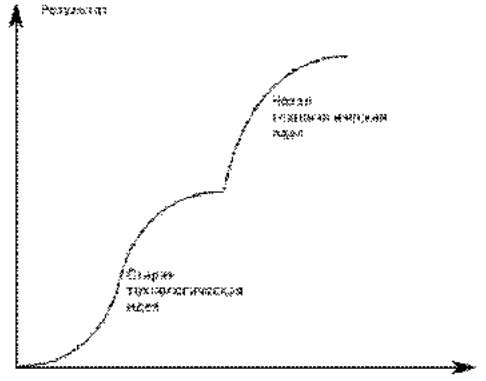


Рис. 4.4. Общая схематическая картина развития во времени прогресса знаний, техники и технологий (в соответствии с работами Г. М. Доброва)

и т. д. Иными словами, если ввести некое понятие экстенсивного уменьшения, то оно также имеет некоторые пределы. Можно предполагать, что кривая, характеризующая сложность обеспечения технологии (рис. 4.2), имеет не одну, а две точки пересечения кривой роста. Вопрос о второй критической точке практически не изучен. Поэтому утверждение о его всеобщности можно считать только предположением.

В заключение отметим, что в настоящее время появились первые, весьма предварительные сообщения о том, что при переходе к микромасштабам можно попытаться вновь построить механическую вычислительную машину по идеологии Бэббиджа. Изготовление деталей для этой машины и ее сборка должны производиться на уровне нанотехнологий. Эти предположения достаточно сырые, и их детальное обсуждение преждевременно. В то же время сам факт обращения к подобным идеям можно считать иллюстрацией к материалу этого раздела.

4.5. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНОМ МОРФОЛОГИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ

Морфологический анализ, как и обратный процесс синтеза технологий, как уже упоминалось, можно выполнить двумя способами – *функциональным* и *структурным*. Вне зависимости от способа дробление технологического процесса иерархично. Оно может продолжаться очень долго. Полное описание элементов, на которые может быть разбита технология при обоих подходах, колоссально. Оно не под силу малому числу исследователей. Такие задачи ставить на нынешнем этапе общего изучения технологий преждевременно. Цели нашего изложения:

- ***Уточнение принципов разбиения и выбор оснований для этого процесса.*** Эти принципы должны быть неизменными и понятными, пригодны для описания технологий в любой сфере человеческой деятельности. Принципы описания по возможности должны быть едиными с аналогичными принципами, используемыми в теории технических систем и при описании свойств материалов.
- ***Оценка последовательности использования разных оснований при декомпозиции (разбиении) понятий.*** Эта последовательность должна быть обсуждена и по возможности зафиксирована, быть проста и понятна.
- ***Выбор разумных способов описания процесса декомпозции (разложения) понятий.*** Символика описания должна быть наглядна и удобна для использования машинной записи, иметь возможность для дальнейшего расширения по сформулированным заранее правилам. Символика должна иметь возможность использовать уже разработанные в различных областях технологий термины и символы.

Отметим еще раз, чем принципиально отличаются функциональный и структурный подходы к анализу и синтезу технологий.

Утверждение 4.8. *Функциональный подход разлагает технологию на принципиальные приемы и операции. Их сумма составляет технологический процесс. Способы реализации каждой операции могут быть различными.*

Структурный подход основывается на последовательном описании всех действий, составляющих технологический процесс. Это описание производится в строгой иерархической последовательности. При этом одинаковые результаты, достигаемые действиями, могут быть описаны по-разному, в то время как при функциональном подходе они описываются одинаково.

Иными словами, функциональный анализ технологии рассматривает ее качественную сторону. Структурный же анализ затрагивает всю последовательность технологических действий. В этом смысле его можно считать аналогией количественного описания.

Функциональный анализ применительно к техническим системам и технологиям имеет определенные традиции [63, 83, 116, 139, 143, 144]. В этих работах выделяют основные части или подуровни основной системы. Следуя традиции, которая идет от работ Р. Коллера, применительно к технологиям элементы действий, описываемых при функциональном анализе, названы *операциями*. Название операций обычно происходит от их основного действия, например операции соединения, смещения и др. В подавляющем большинстве случаев стараются вводить парные действия. Так, операции объединения соответствует операция разъединения, операции увеличения соответствует операция уменьшения и т. д. По возможности принято рассматривать такие пары совместно, а для формального описания их действия использовать некие связанные и понятные элементы, типа + и –, → или ←. Это означает использование математических символов и тех символов, которые широко используются при создании знаков уличного движения и других систем наглядной информации. Такой подход для обозначения функциональных операций можно назвать *пиктографическим*. Достоинства пиктографического подхода – его наглядность и простота. Его недостаток – ограниченность числа наглядных пиктограмм, сложность их классификации при составлении справочников и трудность распознавания при их большом числе. К сожалению, никаких согласованных пиктограмм и математических знаков для описания основных технологических операций пока нет. Примеры сложной системы пиктограмм, разработанные в работах Р. Коллера, приводились нами на рис. 2.2.

Теория технических систем и артеология [155] как наука о веществе исходят из анализа конструкций и физических характеристик изделий. При этом основное внимание уделяется механическим характеристикам систем и тем технологическим действиям, которые в первую очередь характерны для машиностроения. Обозначения для химических процессов разработаны хуже [13]. Все эти системы не претендуют на полноту. Они имеют ознакомительно-иллюстративный характер. Тем не менее около полутора десятков наиболее важных обозначений, которые принято называть *операциями Коллера*, считаются основной базой при описании конструкций технических систем (табл. 4.1).

Успехи последних лет в области систематизации описания технических систем и технологий во многом связаны с применением и, главное, детальным изучением вопросов автоматизации технологий. Они связаны также с описанием информационных технологий и учетом информационных потоков в традиционных технологиях. При этом обнаружилось, что имеется ряд важных технологических операций, которые в традиционных списках *основных (базовых) операций* отсутствуют. Введем их в наше описание. В связи с тем, что эти операции вводились на основе анализа информационных процессов, мы старались сохранить в их названиях некое идеологическое единство с терминологией программирования. Это не случайно. Действительно, программирование – это хорошо развитая и четко структурированная информационная технология. Поэтому соответствующую терминологию разумно использовать в качестве исходной терминологической базы.

Опишем теперь операции и операторы, которые вводятся из анализа информационных технологий и которые отсутствуют в традиционной табл. 4.2. Первая важная операция – это операция *сравнения*. Ей соответствует *оператор сравнения*. Сравнение – основная операция при получении количественных сведений, когда некий объект или режим сравниваются с эталонами. Эта операция переводит сведения об окружающем мире в информацию. Любой технологический режим в той или иной форме использует эту операцию.

Таблица 4.1

Основные операции Коллера и некоторые широко использующиеся обозначения

№ п/п	Наименование Ф.о.*	Структурная формула	Наименование обратной операции	Структурная формула
1	Испускание	$G_A \xrightarrow{\cdot}$	Поглощение	$G_A \xrightarrow{\cdot}$
2	Проводимость	$G_A \rightarrow G_A$	Изолирование	$G_A \rightarrow \mid$
3	Концентрация	$\vec{G}_A \rightarrow \vec{G}_A$	Рассеивание	$\vec{G}_A \rightarrow \vec{G}_A$
4	Движение с ограничениями	$G_A \xrightarrow{\Rightarrow} G_A$	Свободное движение	$G_A \xrightarrow{\Rightarrow} G_A$
5	Изменение направления	$G_A \nearrow G_A$	Изменение направления	$G_A \nearrow G_A$
6	Связь	$G_A \overset{\sim}{\rightarrow} G_A$	Прерывание	$G_A \overset{\sim}{\rightarrow} G_A$
7	Увеличение	$G_{A1} < G_{A2}$	Уменьшение	$G_{A1} > G_{A2}$
8	Выравнивание	$\vec{\vec{G}}_A \rightarrow \vec{\vec{G}}_A$	Колебание	$\vec{\vec{G}}_A \rightarrow \vec{\vec{G}}_A$
9	Объединение	$G_{A1}\, G_{A2} > G_A$	Разъединение	$G_A < G_{A1}\, G_{A2}$
10	Накопление	$G_A \rightarrow C$	Выдача	$C \rightarrow G_A$
11	Преобразование разноименных потоков	$G^\alpha \rightarrow G^\beta$	Обратное преобразование разноименных потоков	$G^\beta \rightarrow G^\alpha$
12	Композиция разноименных потоков	$G^\alpha + G^\beta > G^{\alpha\beta}$	Декомпозиция разноименных потоков	$G^{\alpha\beta} < G^\alpha + G^\beta$
13	Преобразование одноименных потоков	$G_A \rightarrow G_B$	Обратное преобразование одноименных потоков	$G_B \rightarrow G_A$
14	Композиция одноименных потоков	$G_A + G_B > G_{AB}$	Декомпозиция одноименных потоков	$G_{AB} < G_A + G_B$
15	Ускорение	$G_A \rightarrow \vec{G}_A$	Замедление	$\vec{G}_A \rightarrow G_A$
16	Увеличение плотности потоков	$\overset{\circ}{G}_A \rightarrow \dot{G}_A$	Уменьшение плотности потоков	$\dot{G}_A \rightarrow \overset{\circ}{G}_A$

Таблица 4.2

Дополнительные операции и операторы Коллера

№ п/п	Выполняемая ф.	Вход	Наименование Ф.о.	Выход
1	Увеличение температуры	Температура t_1	Увеличение	Температура $t_2 > t_1$
2	Рассеивание	Пучок света	Рассеивание	Расходящийся пучок света
3	Изменение направления потока жидкости	Поток жидкости	Изменение направления	Поток жидкости, отклонений на заданный угол
4	Прерывание	Поток информации	Прерывание	Прерванный поток информации
5	Преобразование мех. энергии в эл.	Мех. энергия	Преобразование	Эл. энергия
6	Разделение смеси жидкостей разной плотности (напр., получение сливок и обрата из молока)	Молоко	Разъединение	1) сливки, 2) обрат

* Ф.о. – физические операции.

Следующей важной операцией с соответствующим оператором можно считать *упорядочение*. Эта операция используется не только для работы с информационными и финансовыми потоками, в которых наличие информации упорядочения очевидно. Однако применение этой операции намного шире. Без нее нельзя сортировать изготовляемые объекты или входящие в технологический процесс материалы. Эта операция важна в технологиях складирования и продажи. Она может считаться неотъемлемой частью всех технологий гуманитарной сферы.

Третья операция, которая может считаться важнейшей частью технологических процессов, это операция *выбора,* или *предпочтения.* Оператор, который ее описывает, может быть назван *оператором приоритета*. Поясним смысл этого оператора на примере технологии управления принтером в локальной компьютерной сети. На принтер одновременно могут прийти сигналы о печати файлов, которые созданы разными компьютерами. В технологическом процессе обязательно должен быть оператор, который определяет последовательность печати этих файлов. Не важно, по какому принципу определяется сам приоритет. Важно то, что такой приоритет обязательно должен быть предусмотрен. В противном случае в некотором узле технологической системы может произойти блокирование работы из-за ситуации, которую можно назвать ситуацией буриданова осла. Естественно, что подобные ситуации могут возникнуть в любых технологиях. Это говорит о том, что при синтезе сложных технологических систем нужна организация подобных операций. Соответственно, оператор приоритета также должен считаться одним из основных технологических операторов. В ряде случаев в технологический процесс желательно сознательно ввести элемент случайности. Этот процесс называют *рандомизацией*. Ему отвечает *оператор рандомизации*.

В сложных технологиях, в особенности в технологиях, основанных на широком использовании автоматики и вычислительной техники, нередко возникают сбои в режимах работы. Эти сбои часто устраняются перезапуском системы или ее частей. По аналогии с вычислительной техникой оператор, который описывает такой процесс при включении его в схему технологической цепи, может быть назван *оператором перезагрузки,* или же *оператором перезапуска.*

Современные сложные технологии часто синтезируются из независимо созданных частей. В связи с этим могут возникнуть проблемы при их «стыковке». Историческим примером такого рода было создание двух независимых систем цветного телевидения PAL и SECAM. Потребовалось создание специальных устройств, которые позволяли бы телевизорам принимать программы, созданные с использованием этих двух технологий. Аналогичные ситуации достаточно широко распространены, хотя и менее известны. Во всех случаях с целью согласова-

ния приходится включать в объединенную технологию некоторую операцию, которую можно назвать *операцией согласования*. Соответствующий ей оператор – *оператор согласования*.

Эти операции дополняют основные операции Коллера. Оба списка не претендуют на полноту. Цель их введения иная – наметить принципиальный путь для создания полноценного функционального анализа основных мыслимых технологий. И список в табл. 4.1 и 4.2, и операции информационного происхождения, описанные нами, относятся к операциям наиболее высокого известного уровня иерархии функциональных операций. В [143, 144], как и в ряде других работ, приведены примеры операций более низких уровней этой иерархии. Соответственно, операции, имеющие информационное происхождение, на более низких иерархических ступенях могут быть дополнены новыми операциями, например, *операции модуляции – демодуляции*. Они хорошо дополняют операцию Коллера, описывающую изменение частоты сигнала.

Необходимо ввести еще одну операцию, которая, в принципе, уже описывалась, но по-настоящему не вводилась. Речь идет об операции *воспроизведения*. Обычно под этой операцией понимается простое повторение части технологического процесса или же всего процесса полностью. Если это повторение не периодическое, то технология не включается в список циклических и им подобных технологий. Повторение можно производить произвольно и, в принципе, даже в разных местах. Для его организации в технологии следует предусматривать разные процедуры, которые и являются основой такой операции. Однако намного более важны такие варианты этой операции, как *копирование* или, используя биологическую терминологию, *редупликация*. В этой операции некий объект или серия действий повторяются на основе использования некоего образца или модели. Типичным примером такой операции можно считать печать книги или же изготовление медалей и монет с помощью стандартного штампа. Нужно специально отметить возможность использования в качестве образца или модели одного из полученных ранее объектов, результатов технологии.

На основе пиктограмм, описывающих разные операции, и стрелок, которые указывают на направление технологических потоков, можно строить схемы, синтезирующие технологические цепи и их части. Упрощенные примеры такой схемы изображены на рис. 4.5 и 4.6.

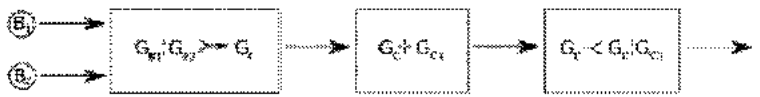


Рис. 4.5. Вариант схемы использования операторов для синтеза технологий

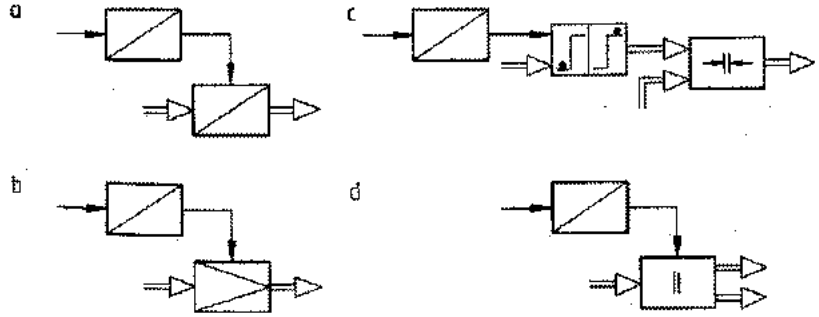


Рис. 4.6. Элементы упрощенной схемы использования операторов для синтеза технологии (часть технологической цепочки)

Потоки, которые используются в схемах, описывающих технологию, могут быть входящими и выходящими, могут делиться и объединяться. Это, кстати, отражено в основных операциях Коллера. При описании технологии, если только речь не идет об адиабатическом приближении и приближении черного ящика, в схему технологического процесса должны быть обязательно включены потоки, описывающие взаимодействие с окружающей средой, прежде всего – потоки отбросов [77] и потоки тепловых выбросов. К ним часто приходится добавлять потоки шумовых воздействий. Именно этим взаимодействиям технологий с внешней средой принято уделять наибольшее внимание. Кроме них существуют, конечно, и информационные взаимодействия с внешней средой. Важно отметить то, что взаимодействия с внешней средой могут иметь и противоположный характер, когда из внешнего окружения в технологическую зону попадают нежелательные материалы или энергетические факторы. Так, на ряд технологий может оказать влияние состав окружающей атмосферы или же колебания внешней температуры. Для информационных технологий весьма важным фактором может быть поступление информации из окружающей среды. Известно, например [57], что на результат получения знаний в процессе обучения влияет внешняя информация, поступающая от книг, теле- и радиопередач и т. д.

Утверждение 4.9. *Взаимодействие технологии с внешней средой может идти в двух противоположных направлениях.*

На рис. 4.5 и 4.6 показано направление потоков без указания их природы. Однако уже в [116] была четко показана полезность и необходимость одновременного введения в схемы технологий потоков разного типа. Их можно, как это сделано в [116], различать с помощью букв.

Можно использовать и специальные знаки-символы. Так, например, при желании Δ можно использовать для обозначения потоков вещества (материала), ⊢ – для обозначения потоков энергии, ⌂ – для обозначения потоков заряда, ○ – для обозначения потоков информации, ◊ – для обозначения потока изделий и ☼ – для обозначения финансовых потоков. Еще удобнее сочетать эти символы с буквенными обозначениями, типа известных знаков © и ®. Такие знаки удобно относить не только к потокам, но и ко всем обозначениям, которые связаны с веществом, энергией и т. д.

Схемы описания технологий в [87, 116], хотя и являются многопотоковыми, но оперируют с невзаимодействующими между собой потоками. В действительности взаимодействие потоков может быть очень важным элементом технологий. По этой причине в список основных операций надо обязательно включить еще *операции взаимодействия потоков*.

При выборе символических знаков для потоков легко обнаружить, что число выразительных и легко понятных пиктограмм не очень велико. Количество требуемых обозначений (например в [143]) огромно. Составить справочный каталог по таким обозначениям намного сложнее, чем каталоги, основанные на буквенных обозначениях и цифрах. По этой причине для описания функционального анализа технологий широко используются и буквенные обозначения. Удобно применять для этих целей и систему чисто цифровых обозначений. Такие обозначения встречаются на практике, однако они пока не получили широкого распространения, и необходимая символика развита слабо. В случае структурного анализа разработка цифровой символики более глубока.

4.6. ОСНОВЫ ОПИСАНИЯ СТРУКТУРНОГО МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЙ

Основы структурного подхода к морфологическому анализу, так же как и основы функционального подхода, уходят в глубокую древность. При желании описание простейших операций, используемых в логике, можно связать с основами функционального подхода к решению морфологических задач. Поэтому делаемые в книге ссылки на Раймонда Луллия можно просто считать относительно произвольным выбором начальной точки отсчета. Структурный анализ технологий, в отличие от их функционального анализа, исходит из рассмотрения движений органов человека и простейших инструментов в процессах жизнедеятельности и в простейших «производственных» операциях. Приемы работы и физической борьбы на войне и в состязаниях обязательно

закреплялись в памяти и передавались от человека к человеку. Учителя фехтования и ланисты Древнего Рима прекрасно владели техникой движений и нередко закрепляли свои знания на разных носителях информации. Описание движений воина или гладиатора и представляло собой своеобразный синтез технологического процесса. Естественно, были и другие сферы, где использовался простейший структурный морфологический анализ технологий.

Одни из первых аккуратно выполненных исследований, расчленяющих движения частей человеческого тела на элементы, были выполнены Леонардо да Винчи. Он изучал человеческую речь и анализировал происходящие при этом типы движения языка и трахеи. Ему удалось выделить семь базовых движений. Три из них оказались сложными, то есть разделяемыми на более простые движения. На грани XIX и XX вв. супругами Гилбрет (Gilbreth) с применением специальной киноаппаратуры были детально изучены движения каменщика, который укладывает кирпичи. Эти элементарные движения были названы *терблигами* (написанная в обратном порядке фамилия авторов). Было выделено 17 элементарных движений. (Иногда считают, что этих движений 18.) Приведем пример простейших терблигов.

- ***Поиск.*** Попытка найти рабочий объект руками или же глазами, или одновременно и руками, и глазами.
- ***Выбор.*** Сответствует выбору объекта для работы из некоторого их набора.
- ***Захват.*** Означает взятие объекта.
- ***Удержание.*** Действие после захвата говорит о том, что взятый объект удерживается.
- ***Перемещение.*** Изменение положения объекта после захвата и удержания.
- ***Освобождение.*** Отмена захвата после конца других действий.

К другим терблигам относятся *проверка*, *размещение*, *планирование*, *отдых* и *задержка*. Одно из графических обозначений терблигов, предложенных Гилбретами [148], приведено на рис. 4.7.

Рис. 4.7. Графическое обозначение одного из терблигов

Анализ терблигов показывает, что при желании их можно разложить на более простые действия. Выделение и анализ терблигов – трудоемкая и непростая задача. Для нас важнее то, что терблиги Гилбретов учитывают не только механические действия оператора, но и информационные акты – взгляд на объект, фиксацию местоположения, а также выбор одного объекта из некоторой их группы. Это означает, что даже

на самом низком уровне иерархии технологий необходим учет как чисто механических, так и информационных потоков (действий). То же самое можно сказать и про энергетические потоки.

Работы Гилбретов оказали серьезное влияние на исследования в области организации труда [148]. Дальнейшее развитие этих исследований было направлено на изучение прежде всего человеческих движений (см., напр., рис. 4.8). Возникло направление изучения простейших движений, которое на английском языке имеет два названия – *Motion study* и *Movement analysis*.

Делались также попытки применить технику терблигов для анализа стадий мышления. Был введен в практику термин *функионика*, который обозначал разложение мысли на некоторые операции. Так называемые *умственные терблиги* оказалось возможным разложить на четыре иерархических уровня.

Фиксация даже простейших технологических актов требует детальных описаний, которые должны быть систематизированы и разбиты на некие группы. При этом возникают проблемы формализации описания элементов технологии, изучаемых при структурном подходе к морфологии технологических процессов. По сравнению с функциональным подходом структурный анализ связан с большим числом описательных единиц. В связи с этим становится очевидным, что самым удобным способом описания в этом случае становятся символьные методы, которые

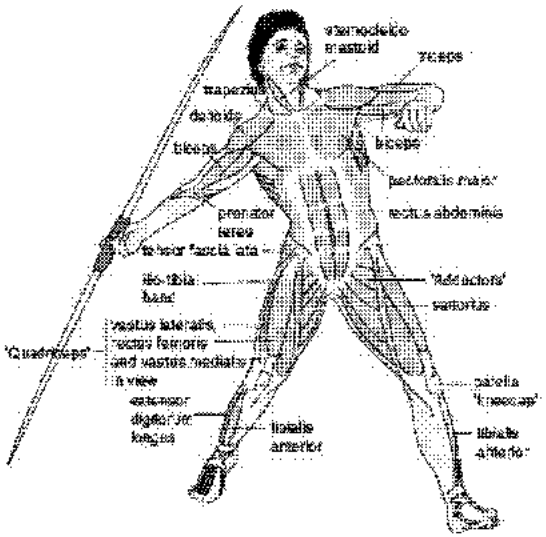


Рис.4.8. Пример анализа движений мышц спортсмена, метающего копье по схеме Гилбретов. (Для простоты сохранены английские названия мышц)

основаны на сочетании буквенных и цифровых обозначений, а также простейших математических символов. Это использовано в [87]. Задача описания и построения иллюстративных таблиц и каталогов сводится при этом к рациональному выбору формы записи.

Система записи должна быть построена так, чтобы ее можно было непрерывно расширять. Подобные системы хорошо известны. Наиболее удобными и развитыми они оказались в библиотечном деле, откуда и были распространены на другие области знаний [109]. Естественно, что эти методы разумно использовать и при общем структурном морфологическом анализе технологий. В [87] и в более ранних работах было показано, что основная трудность при перенесении традиционных цифровых библиотечных описаний в область технологий связана с наличием в технологиях явно выраженных структурных блоков. В наиболее широко используемых методах описания библиотечной информации для преодоления этой трудности используются особые операторы, называемые *специальными определителями*.

Имеется и более удобный способ описания – введение независимых структурных элементов, называемых *фасетами*. Фасетный метод классификации информации предложен Рангатаном [70]. В [87, 89] он использован для описания технологий. Отдельные фасеты описания технологии разграничиваются введением различных типов скобок. Общая структура схемы записи технологии, которая развивает простейшее триадное описание, показана на рис. 4.9.

[...]	<...>	.....	{...}	[..]
Описание исходного объекта	***Описание аппаратуры***	***Описание технологии***	***Описание окружающей среды***	***Описание конечного объекта***

Рис. 4.9. Общая структурная схема записи технологии

В каждом фасете проставляются буквенно-цифровые записи, характеризующие соответствующие свойства. В технике, технологии, программировании и обучении для этой же цели используется термин *модуль*, а иногда и *блок*. Хорошо известны такие понятия, как *модульное программирование, образовательные модули, технологические модули* и т. д. К сожалению, расширительное использование этого термина сделало само понятие несколько размытым и неоднозначным. Именно это обстоятельство и определило использование нами термина *фасет*. Точность определения понятия *фасет* позволила при выборе термина исключить слово *пазл*.

Применение метода фасетного описания упрощает как анализ технологий, так и конструирование технических систем.

Уточнение 4.8. *Внешняя структура технологического фасета, так же как и соответствующего модуля, намного проще его внутреннего содержания.*

Опыт показывает, что символы, которые необходимы для описания технологий при их структурной декомпозиции, лучше всего представлять в виде таблиц. Пример такой таблицы, которая позволяет описать основные свойства простейших технологических потоков, взятый из [87], приведен в табл. 4.3. Он носит иллюстративный характер.

С помощью этой таблицы можно понять, что запись *ENG* говорит о непрерывном потоке энергии, который локализуется в ограниченной части технологического объема. Для практической работы, кроме таких таблиц, нужны еще таблицы, которые описывают необходимый формализм, т. е. так называемые *синтаксические знаки* (см. табл. 4.4).

Таблицы, части которых приведены в табл. 4.3 и 4.4 – это части таблиц, которые по аналогии с библиотечно-библиографическими системами названы *специальными определителями*.

Основную идею структурного описания технологий поясним примером. Этот пример аналогичен схеме на рис. 4.6.

Пользуясь табл. 4.4 и 4.5, видим, что символ .03 означает изменение фазового состояния. Комбинируя с другими таблицами, получаем, что .03*SL* означает плавление. 03*SL/LS* – это уже последовательное плавление–затвердевание, которое к тому же происходит по поверхности, а не сразу во всем объеме. "2".03*SL/LS* означает, что сами фазовые переходы осуществляются только в части объема. "2".03*S*(*L/LS*)*GA* говорит о том, что плавящаяся и затвердевающая часть объема движется прямолинейно. Сформированный таким образом фасет вполне пригоден для описания хорошо известного процесса *зонной плавки* [18, 84, 105]. Если зонная плавка производится с целью очистки, то полученную выше запись следует расширить до *Q*.212: "2".03*S*(*L/LS*)*GA*. При этом в описание технологического процесса вводятся символы, которые указывают на то, что поток энергии исходит не из окружающей среды, а из конструкции. Без особой детализации это можно записать введением <*E*↓>. Аналогично тепловые потери в окружающую среду следует записать с помощью фасета – {*E*↑}.

Не вдаваясь в суть использования технологии зонной плавки, поясним принцип дальнейшего формирования структурного описания этой технологии. При этом учтем, что исходный объект технологической триады состоит из основного x_0 и нескольких примесных компонентов (веществ) x_n. В самом простом варианте технологии распределение всех компонентов в исходном продукте равномерно. В конечном же продукте, и в этом состоит основная цель технологического процесса, основной компонент распределен равномерно, а примесные неравномерно. При использовании зонной плавки для очистки часть материала, в ко-

Таблица 4.3

Пример таблицы, которая позволяет найти обозначения для свойств четырех основных типов потоков технической сферы [87]

Непрерывность	*N*	Локализация во всем объеме	*W*	Движение прямо
Дискретность	*D*	Локализация в части объема	*G*	Возвратно-поступательное движение
Периодичность	*P*	Случайная локализация во многих местах	*J*	Поворот
Случайность	*H*	Периодическая локализация во многих местах	*R*	Колебания
–	–	Локализация по поверхности	*U*	–

Таблица 4.4

Синтаксический формализм – основная таблица, предложенная в [87]

Операция	Обозначение	Название	Пример	Содержание операции
Взаимное влияние	→	Стрелки	$Q \to E$	Влияние потока вещества на поток энергии
	←		$Q \leftarrow E$	Влияние потока энергии на поток вещества
	↔		$Q \leftrightarrow E$	Взаимное влияние потоков вещества и энергии друг на друга
Отсутствие влияния	=	Равенство	$Q = I$	Отсутствие влияния потоков массы и информации (потоки не связаны между собой)
Выделение, образование	↑	Стрелка	$Q \uparrow I$	Порождение информации потоком вещества
Поглощение	↓	Стрелка	$E \downarrow Q$	Поглощение энергии веществом
Размерность	' '	Кавычки	"1"	Размерность первого порядка (поверхность)
Распределение	#	Умножение	$\#x_1\#$	Распределение компонента x_1 равномерное
Отброс	*	Астерикс	$*x_1*$	Компонент x_1 – отброс
Расшифровка	§	Параграф	$E\S q\S$	Реализация потока энергии за счет переноса массы на более низком уровне организации процесса
			$E\S Q\S$	Порождение потока энергии надсистемным потоком информации

Таблица 4.5

Часть основного определителя общей теории технологий [116]

Термин	Обозначение	Термин	Обозначение
Изменение количеств	.01	Изменение фазового состояния	.03
Сравнение количеств	.011	Изменение структуры	.04
Увеличение количеств	.012	Изменение фазы	.05
Уменьшение количеств	.013	Изменение набора составляющих	.06
Накопление количеств	.014	–	–
Расход количеств	.015	Редупликация (воспроизведение)	.08
Изменение порядка	.02	Механический процесс	1
Упорядочение	.021	Химический процесс	2
Выравнивание	.021.1	Биологический процесс	3
Создание градиента	.021.2	Информационный процесс	4
Возникновение статистического распределения	.022	Физический процесс	5
–	–	Социальный процесс	6

торой в результате технологии концентрируются нежелательные примеси, уходит в *отброс*. Эта часть материала записывается, как $*x_n*$. Таким образом, структурное фасетное представление процесса зонной очистки с внешним нагревом, тепловыми потерями и отбросом части материала во внешнюю среду записывается как:

$$[(x_0+x_n)\#1\#]<E\downarrow>Q.212{:}\ "2".03S(L/LS)GA\{E\uparrow\}\ [\,x_0\ \#1\#+\ x_n\ \#2\#*x_n*G]$$

Как видно, и сам процесс составления описания, и его расшифровка достаточно трудоемки. Они требуют наличия специальной квалификации. Сам же процесс составления нужных определителей длителен. Он требует серьезных затрат на реализацию.

Химия познает новое, технология создает новое.

Н. М. Жаворонков

Формальный подход хорош еще и тем, что позволяет с единых позиций рассматривать весьма разнородные предметы, игнорируя устоявшиеся представления о них.

К. К. Семенов

«Методика преподавания»

Часть вторая

ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПИСАНИЯ РЕАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Глава 5

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СВЯЗИ МЕЖДУ ТЕХНОЛОГИЯМИ

5.1. ДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА НА ТЕХНИЧЕСКУЮ И ГУМАНИТАРНУЮ СФЕРЫ

Определение технологии как целенаправленной деятельности человека, поддающейся формализации, охватывает все виды человеческой практики в технической и гуманитарной сферах. Возможность рассмотреть огромный круг явлений с единой точки зрения – заманчивая и полезная задача. В процессе ее решения можно согласовать между собой множество понятий и результатов. В то же время технологический подход позволяет описать явления только с одной точки зрения. В некоторых случаях – производство изделий и материалов, это может дать много результатов, в других – результаты ограничены. Это неудивительно. Общее описание действительности можно искать только в областях пересечения нескольких глобальных моделей: модели систем, модели многообразий и т. д. [34, 41, 48, 53, 64, 73, 81, 101]. При этом чем больше явлений охватываются одной моделью, тем меньше конкретности в ее результатах.

Безусловно, замахиваться на создание *универсального монстра*, который способен отразить всю человеческую деятельность, бессмысленное и самонадеянное занятие. Даже в рамках чисто технологических рассмотрений попытка одновременного анализа всех возможных явлений выливается в неподъемную задачу. По этой причине мы ограничиваемся в основном областью технических технологий и ставим себе целью изучить только основные возможности формального описания технологических процессов.

Определение 5.1. *В соответствии с утверждением 1.1 мы относим к общей области технологий все искусственно созданные (технические) технологии и все технологии гуманитарного плана. Отсюда вытекает деление всей области технологий на техническую и гуманитарную сферы.*

Исторический опыт показывает, что для любой модели действительности описать все возникающие проблемы без надежных средств соотнесения их к определенному месту в некоей общей системе, то есть без

создания единой классификации, невозможно. Напомним, что особенности классификации технологий волнуют нас в первую очередь применительно к технической области. Технологии гуманитарной сферы затрагиваются лишь частично. Иными словами, если всю область направленной человеческой деятельности представить в виде круга (1) (рис. 5.1), то изучаемая нами часть может рассматриваться в качестве ее ядра (2, 3).

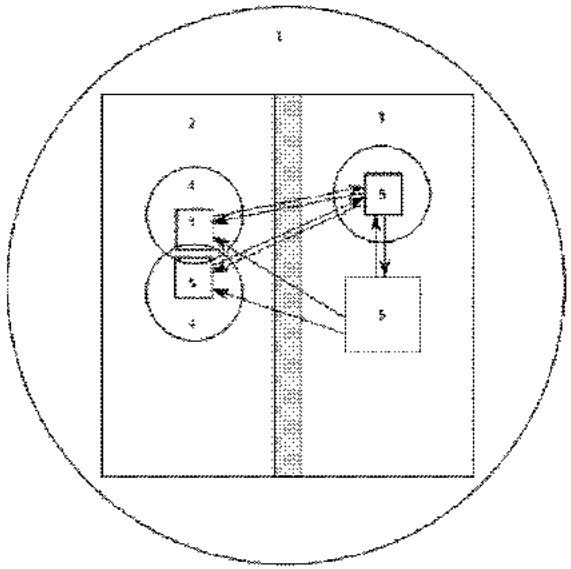


Рис. 5.1. Представление области классификации технологий технической сферы в качестве ядра области технологий

Выбор оптимальной границы ядра желательно сделать так, чтобы по возможности уменьшить информационное взаимодействие между зонами ядра и оболочки. Поскольку оценить такое взаимодействие непросто, реально этот выбор интуитивен. На первый взгляд создается впечатление, что общие вопросы технологий изучались только применительно к процессам в технической сфере (2). На самом деле это не так. Общие вопросы технологий изучаются и в гуманитарной сфере (3), где это прежде всего проявляется в терминологии. Как уже отмечалось, выражения типа *педагогические технологии* или же *политтехнологи, выборные технологии, технологии рекламы* распространены очень широко. За этими словами скрываются определенные процессы, доволь-

но подробно изученные. В то же время бросается в глаза, что когда речь идет о разных технологических сферах, то подход к описанию технологий, смысл, который скрывается за терминами и ряд других обстоятельств существенно различаются. Кроме того, само деление технологий на технические (4) и гуманитарные (5) провести непросто, так как нетрудно отыскать группы технологий, занимающих промежуточное положение между двумя основными сферами их использования.

Не вдаваясь в подробности, можно сказать, что в гуманитарной сфере накоплен определенный опыт общего описания технологий. Этот опыт и принятый при этом подход к изучению технологий заметно отличаются от более развитого и частично систематизированного опыта, накопленного в технической сфере. Для успешного согласования этих двух групп исследований обратимся к ряду результатов, которые достигнуты в гуманитарной сфере. Параллельно постараемся уточнить критерии для разделения всего технологического пространства на две указанные сферы.

В гуманитарной сфере широко изучаются педагогические и рекламные технологии. Однако наиболее подробное описание технологий на языке, близком к тому, который используется в технической сфере, прослеживается в менеджменте. Во многих пособиях и учебниках по менеджменту приводятся определения понятия (термина) технология и приводятся соображения, позволяющие классифицировать технологические процессы.

Как это часто бывает в гуманитарных науках, понятие технологий определяется в этой сфере не очень четко. Более того, оно часто понимается в расширительном смысле. Иными словами, они рассматриваются как средство преобразования входных объектов в конечные. Однако во входные объекты, в отличие от технологий технической сферы, часто включаются и люди-исполнители.

В зарубежной педагогике к области технологий (*technology domain*) часто относят не сами действия, а формализованные приемы и знания [153].

В области психологии соответствующие технологии нередко понимаются как операции, к которым сводится или из которых состоит процесс восприятия при учении (напр., [21]).

Особенности использования термина технология при его расширительном использовании в гуманитарной сфере уводят в сторону от изучаемой задачи. Для нас важно иное. В гуманитарной области технология как метод целенаправленного преобразования объектов обычно не исследуется. Она понимается в качестве некоторого дополнения к другим задачам.

Особенно ярко эта технология проявляется в менеджменте. Здесь при изучении оптимальной структуры организаций понятие технологии рассматривается в качестве одного из элементов внутренней среды организации. При этом часто подлинные авторы исследований используют достаточно разумные и логичные описания. К сожалению, при переносе этих работ в учебники и различные популярные переводные издания определенность исходных работ нередко смазывается и понять, что именно имели в виду подлинные авторы работ, очень сложно.

Показательным примером здесь может послужить анонимный сетевой материал [18]. Встречаются такие же нечеткие представления о технологиях и в более серьезной литературе. Следует сказать, что обычно такие извлечения делаются из классических работ по психологии [21] или менеджменту и организации производства [25, 31, 39, 52, 59, 60, 66, 125, 128, 129, 136]. Естественно, что для анализа описаний технологий в этих и им подобных работах необходимо проводить *типизацию* рассматриваемых ими технологий[1]. Поскольку ни согласованной терминологии, ни единого подхода к описанию группировки технологий и определению смысла этого термина нет, результаты таких рассмотрений не составляют единое целое. При переводе этих результатов в «наглядную» форму, используемую, в частности, в учебной и популярной литературе, возникают достаточно причудливые классификационные структуры (рис. 5.2 и 5.3).

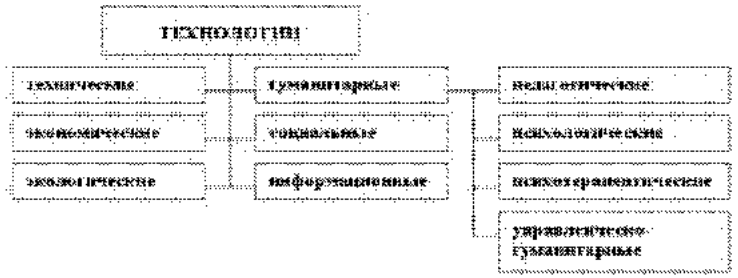


Рис. 5.2. Классификация технологий, составленная для учебного процесса на основе анализа зарубежных работ

Классификационные схемы подобного типа встречаются и в зарубежной литературе. Эти работы выполнены давно. Их авторы ставили перед собой иные цели, а упоминания о разных типах технологий приводились ими лишь для исследования характера работы разных органи-

[1] В англоязычной литературе для группировки типологий используются три независимых термина: *taxonomy*, *typization* и *classification*. Они относятся к различным областям использования технологий.

заций в связи с их размерами и типом используемых технологий. Задач упорядоченной и согласованной группировки технологий никто из них не ставил. По этой причине технологии в них классифицируются исходя из разных оснований. В схожих случаях группы технологий обозначаются разными терминами. Легко заметить, что в основе рис. 5.2 и 5.3 лежат разные основания. Другими словами, в гуманитарной области нет устоявшейся системы описания и группировки технологий. В этой сфере технологий нельзя также говорить о сложившейся терминологии.

Выше говорилось, что в области менеджмента в понятие технологии часто включаются люди. Это обстоятельство можно считать принципиальным. В технической области человек-исполнитель (актор) всегда находится вне самой технологии. Человек конструирует оборудование, проектирует технологический процесс, контролирует его работу, то есть осуществляет все управление. Активность человека при этом остается внешней. Не случайно стремление к автоматизации технологических процессов, а также процессов их создания приводит к частичному исключению человека-исполнителя из технологии. В идеале весь процесс можно представить себе происходящим без человека. Роль человека при этом не уменьшается, а просто выносится на другие этажи сложной системы общей Технологии. В отличие от этого, в гуманитарной области

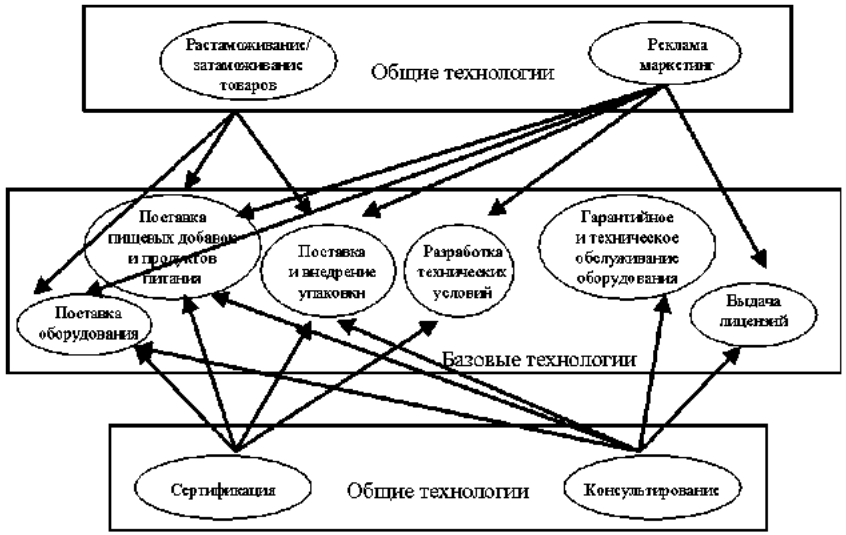


Рис. 5.3 Классификация технологий фирмы, составленная при изучении ее работы

человек находится внутри технологического процесса. В педагогике обучающийся является объектом воздействия и преобразования. Цель любой педагогической технологии – изменить набор знаний, навыков и умений у обучающихся. При этом педагог является неотъемлемой частью педагогической системы. Его ни в коей мере нельзя отождествлять с обычным технологическим оборудованием. Однако условное место педагога в сфере обучающей технологии, с одной стороны, близко к месту, которое отводится технической системе. С другой стороны, педагог с его знаниями может частично рассматриваться в качестве одной из частей исходного объекта технологии. Однако объект не отдает свои знания обучающемуся, а генерирует в нем новые. Этот процесс, по существу, является одним из вариантов процесса воспроизведения.

Нетрудно понять, что в технологиях рекламы, продажи, политтехнологиях и им подобных человек может рассматриваться в качестве объекта воздействия технологии.

Утверждение 5.1. *Технологии технической и гуманитарной сфер отличаются друг от друга ролью человека. В технической сфере человек находится вне технологии, в то время как в гуманитарной сфере он находится внутри технологии и может рассматриваться в качестве части технологического процесса. В принципе, имеется некоторое небольшое количество технологий, в которых одновременно человек находится и внутри процесса, и вне его. Эти технологии лежат на границе двух основных технологических сфер. К ним, в частности, относятся многие медицинские и педагогические технологии.*

Наличие человека внутри технологии изменяет само понимание технологического процесса.

Уточнение 5.1. *Как и для любой другой изучаемой категории, понимание технологии изнутри имеет определенные ограничения, которые отсутствуют при анализе технологии снаружи.*

Наличие человека внутри гуманитарных технологий не только порождает трудности при их анализе. То, что человек находится внутри технологии, порождает различие в задачах, стоящих перед технологиями в обеих сферах человеческой деятельности.

Наличие существенных неопределенностей в технологиях гуманитарной сферы оказывает влияние и на сами задачи, которые стоят перед технологиями. В технической сфере даже в *разовых технологиях* требования к конечному объекту четко определены. Соответственно, и цель технологии – это обеспечение выполнения этих требований. До известной степени это верно и для педагогических и рекламных технологий, и для производства услуг. Однако по мере того, как мы поднимаемся все выше в иерархии гуманитарных технологий, ситуация постепенно меняется.

Это становится очевидным при анализе организационных технологий, то есть приемов управления. При изготовлении каких-либо материальных продуктов, например при выпечке хлеба, задача организационной технологии сводится к обеспечению стабильности продукта и поддержанию режима технологии на нужном уровне, который обеспечивает это стабильное качество. Однако если речь идет о технологии управления организацией, скажем, фирмой средней величины, то ситуация меняется. Любая организация существует в меняющейся внешней среде с высокой степенью неопределенности. Технология управления в этом случае сводится не к изготовлению постоянного набора продуктов со стабильными свойствами, а к обеспечению существования или даже к расширению производственных или иных возможностей фирмы.

Утверждение 5.2. *На высоких уровнях иерархии приоритет целей технологии меняется. При этом основной задачей при анализе технологий управления становится не стабильность, а устойчивость. Сама устойчивость понимается как сохранение фирмы или организации при возможном изменении ее структуры, а также возможном изменении набора выпускаемой продукции или услуг.*

При этом технология управления будет считаться успешной, если фирма сохранит только название, финансы и основной персонал.

Уточнение 5.2. *Управленческая технология в ряде случаев имеет целью только устойчивость, которая понимается, как сохранение бренда. В этом смысле управленческая технология сводится к тому, что было названо «эффектом Фольксвагена».*

Различия обеих технологических сфер проявляются не только в отношении к внешней неопределенности. Оба типа технологий по-разному соотносятся и с внутренними неопределенностями. В технической сфере требования стабильности продуктов и технологических режимов заставляют стремиться к максимально возможному исключению из процесса всяческих неопределенностей. В случае технологий в гуманитарной области ситуация иная. С одной стороны, многие простейшие процессы желательно максимально упростить и стандартизовать. К таким процессам относятся оформление документации, рутинная работа по оформлению банковских документов и многие элементы педагогической деятельности. В этом случае максимальная автоматизация, разделение труда (обязанностей) и другие хорошо известные приемы из области технической сферы обеспечивают необходимый успех в достижении целей. Однако на более высоких ступенях иерархии гуманитарных технологий, в первую очередь управленческих, ситуация выглядит иначе. Здесь стандартные технологии обеспечивают только подготовительную часть работы.

Сама технология управления сводится к принятию решений, которые зависят от меняющейся внешней и внутренней обстановки и не могут быть заранее предсказаны. Более того, часто именно нестандартное решение может считаться залогом успеха. Работники, которые принимают решения, должны поддерживать соответствующую квалификацию. Они заинтересованы в наделении полномочиями для нестандартных, то есть творческих решений. Поэтому на высоких уровнях иерархии гуманитарных технологий *наличие внутренней неопределенности во многом является залогом успеха.* При этом внутренняя неопределенность, то есть разнообразие, нужна для преодоления внешней неопределенности, то есть разнообразия меняющихся внешних условий. В этом проявляются хорошо известные [154] законы управления.

Утверждение 5.3. *В технологиях гуманитарной области, благодаря тому, что человек полностью или частично является составной частью технологического процесса, существенными оказываются внешние неопределенности. Для их компенсации в соответствии с основными законами управления такие технологии должны обязательно иметь внутреннюю неопределенность. Эта неопределенность реализует заложенные в любой системе запасы изменчивости.*

Уточнение 5.3. *В технологиях, которые используются в гуманитарной сфере, сохранится творческая составляющая, играющая существенную роль в обеспечении работоспособности технологического процесса. В технологиях же технической сферы творческая составляющая выводится из технологического процесса во внешнюю среду. Наличие в технологии творческой составляющей, как и непосредственное участие в них человека, может быть использовано для разграничения технологий технической и гуманитарной сфер.*

Поясним сказанное примерами. Технологии технической сферы могут создавать разнообразие на выходе процесса. Это достигается за счет стандартных изменений параметров – выбора цвета, компоновки, добавления разных аксессуаров. Однако все это заранее предусмотренные варианты. Чисто творческую составляющую обычно стремятся удалить из подобной технологии. Например, технология получения фотоснимков всегда требовала от непрофессионала определенных умений: выбора выдержки, отверстия диафрагмы и т. д. По мере эволюции фотографических технологий все это постепенно устранялось из практики. Вначале такое устранение было связано с появлением экспонометра. В нынешние же времена с появлением цифровых камер творческий процесс из технологии бытовой фотографии практически устранен. Он остался уделом только настоящих профессионалов. При этом реальное среднее качество изображений, полученных в бытовых фотографических технологиях, возросло.

5.2. УТОЧНЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГУМАНИТАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ОСНОВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Многие технологии гуманитарной сферы связаны с принятием решений, но в большой организации один человек не может принимать все решения.

Уточнение 5.4. *Сохранение качества управленческой работы требует постоянных упражнений у членов управленческой цепочки. Без этого они просто утратят свою квалификацию. Один человек может заниматься управленческими проблемами только в исключительных случаях предельно малых по численности организаций. Соответственно, управление должно быть распределено и должна возникнуть некая иерархия в принятии решений – так возникает технология управления. Иными словами, каждая организации имеет определенную технологию своей работы.*

Определение 5.2. *Управление – это технология реализации функций.*

Уточнение 5.5. *С указанной точки зрения руководитель может рассматриваться как тот объект системы управления, с которым связана концентрация сбора информации и распределения этой информации между другими элементами (членами) управляющей системы.*

Распределение функций управления не сводится только к делегированию части полномочий, то есть права принимать решения, в различные звенья управленческой цепочки. Одновременно с правом принимать решения делегируется и ответственность за их принятие, и обеспечение реализации.

Утверждение 5.4. *Одновременно с распределением полномочий принимать решения в управленческой цепочке должна распределяться и ответственность. Правильное построение системы управления отвечает случаю, когда полномочия в принятии решений и ответственность у каждого управленческого звена полностью соответствуют друг другу.*

Не надо тратить усилия на то, чтобы объяснить, что для создания системы принятия решений требуется некоторая иерархия уровней управления.

Утверждение 5.5. *Управление также основано на разделении труда, которое понимается как разделение функций. В отличие от горизонтального разделения труда в технологиях технической сферы, это вертикальное разделение труда. Иными словами, различие в технологиях технической и гуманитарной сфер проявляется и в типе разделения труда – преимущественно горизонтальном для одной сферы и преимущественно вертикальном – для другой сферы.*

Сразу отметим тот факт, что горизонтальное и вертикальное разделение труда имеют разный характер. Горизонтальное разделение труда связано с различными компонентами деятельности и отражается в тех структурных единицах, которые связаны с возникновением фасетов (модулей). Вертикальное разделение труда связано с координацией наиболее яркого вида управленческой деятельности – информационной.

Уточнение 5.6. *Имеется несколько принципиальных отличий между технологиями технической и гуманитарной сфер. При этом все отличительные признаки не всегда прослеживаются одновременно.*

Важно отметить, что в технологиях технической сферы очень часто разделение труда заменяется повышенной функциональностью, когда разные функции выполняются одной и той же сложной системой. Так, в современной стиральной машине дополнительно можно осуществлять сушку и глажение. В технологиях гуманитарной сферы также происходит увеличение функциональности за счет внедрения информационной техники. Однако, в отличие от технической сферы, этот процесс, несмотря на большие успехи, пока еще находится в стадии становления. Его результатом можно считать появление новых рабочих специальностей. Их примером может служить *cybrarian* (термин образован объединением слов *librarian* и *cybernetics*). Специалист этого плана объединяет технику работы обычного библиотекаря и специалиста по поиску сетевой информации (в русском языке аналогичный термин отсутствует в связи с известным отставанием в области компьютеризации библиотечной работы [90]).

Вертикальное разделение организационно-информационных функций порождает иерархическую пирамиду управленческих уровней (рис. 5.4).

Рис. 5.4. Схема управленческой пирамиды

Ширина уровней на рисунке отражает тенденцию уменьшения численности лиц, принимающих решения, по мере роста «ответственности» этих решений.

Легко прослеживается сходство пирамиды на рис. 5.4 с пирамидами потребностей, экологическими пирамидами и т. д. Это естественно, так как, по существу, любая иерархия всегда связана с какой-либо пирамидой.

Число уровней в управленческой пирамиде может быть разным. В зависимости от типа принимаемых решений уровни можно разделить на три категории:

- ***Институциональная категория.*** Это высший уровень управленческой иерархии. На этом уровне принимаются решения, которые касаются всей организации в целом, а также принципиальные решения, определяющие взаимодействие организации с внешним миром.
- ***Управленческая категория.*** Включает уровни, которые принимают серьезные решения, но не затрагивают всю организацию в целом. На уровнях этой категории часто формируются проекты решений, которые затем принимаются или отвергаются на институциональном уровне.
- ***Техническая категория.*** На уровнях этой категории готовятся все решения управленческих уровней, а также выполняются действия и принимаются простые решения, которые обеспечивают рутинную работу организации.

Институциональный уровень в организации обычно один. Число остальных уровней может меняться. В особенности это касается уровней управленческой категории. Однако для сохранения нормальной управляемости и работоспособности организации общее число управленческих уровней не должно быть слишком большим.

Уточнение 5.7. *Сложные организации могут иметь перед собой набор разных взаимосвязанных целей. Количество реальных уровней управленческой пирамиды зависит не только от объема работы, но и от ее сложности, то есть от набора реальных функций, которые зависят от комплекса конкретных целей при сохранении основной цели – устойчивой работы и развития организации как целого.*

Для обеспечения оптимальной технологии управления организацией общее количество управленческих уровней не должно быть слишком высоким. При малом числе управленческих уровней организация не может обеспечить нормальную технологию управления. При слишком большом их числе управленческая работа теряет свою устойчивость. С точки зрения управленческой технологии, наличие нескольких независимых управленческих уровней обеспечивает необходимую гибкость управленческого процесса. Слишком жесткие управленческие технологии приводят к сбоям в работе организации. Именно возможность принятия самостоятельных решений на разных уровнях административной иерархии и обеспечивает необходимую гибкость управленческой технологии, использующейся в организации.

Примером, который иллюстрирует уточнение 5.6, может служить сравнение числа управленческих уровней в традиционных организационных структурах. Большая и древняя структура католической церкви практически не имеет большого набора целей. Она вполне обходится всего четырьмя управленческими уровнями между римским папой и приходским священником. В любой армии целей больше. Поэтому, например, армейская структура США предусматривает семь управленческих уровней. Близки к этому и характеристики других больших армий. Известно, например, что повышенное число уровней в российской армии 1914 г. способствовало потере реальной управляемости. Конечно, число *рангов* в управленческих структурах больше числа самих уровней. Так, в армии США их 20. Однако число рангов также не должно быть завышенным или, что встречается более редко, заниженным. Это хорошо иллюстрируется *петровской Табелью о рангах*. Число реально используемых рангов с начала XVIII в. до 1918 г. все время сокращалось, хотя и не очень существенно.

Управленческие задачи необходимо решать в обстановке непрерывно и обычно непредсказуемо меняющейся внешней и внутренней обстановки.

Утверждение 5.6. *В силу большой неопределенности вовне и внутри организации работа руководителя высшего звена чаще всего не имеет четкого завершения, а пригодность приемов управления может зависеть от ситуации.*

Так как гуманитарные технологии имеют бо@льшую степень неопределенности по сравнению с технологиями технической сферы, в формализации технологий в этих двух сферах можно отметить существенную разницу.

Утверждение 5.7. *В технической сфере технологию представляют четкие записи необходимых действий и приемов. В гуманитарной области описание технологий обычно сводится к набору некоторых рекомендаций (приемов). Поэтому в технической технологии наиболее важным элементом считается четкая последовательность действий (операций), в то время как в гуманитарной технологии описание сводится к определенному плану, который может непрерывно корректироваться. Именно по этой причине в гуманитарных технологиях необходимость контроля за ходом выполнения процесса имеет огромное значение, несмотря на то что выполнить соответствующие «замеры» намного труднее, чем в технологиях технической сферы.*

Большие требования к гибкости управленческих технологий могут создать неверное представление о том, что вся структура управленческой технологии достаточно «рыхлая», а неопределенности в реализации самой технологии доминирующие. На самом деле это не так. Основной закон (*закон Седова*) [101, 102] имеет место в любой управленческой структуре. Это закон, который связан с *законом Парето* [57, 58], который также называют *правилом 80/20*. Он связан и с упоминавшимся *законом Зипфа*, и рядом других схожих правил и соотношений [19, 40]. Основной смысл всех этих законов и правил сводится к тому, что разнообразие (неопределенность) структуры организаций и соответствующих технологий, а значит, и переменной части информации, играющей основную роль в реализации целей через посредство технологий, имеет существенные ограничения. Эта часть информации составляет примерно 20% от общей информации, связанной с технологией. 20% – это некоторая усредненная оценка, реальные значения колеблются где-то вблизи этого значения и не более того.

Утверждение 5.8. *Информация, которая характеризует любую технологию, а также любую технологическую и социальную системы, делится на две части – внешнюю и внутреннюю. Внешняя осуществляет ход процесса, внутренняя жестко организует сам процесс или структуру системы. Иными словами, можно говорить об оперативной и структурной информации. В технологиях технической сферы структурная информация – это конструкция, режимы и другие факторы. В гуманитарных технологиях структурная информация – это регламенты, правила принятия решений, перечисление обязанностей и другая документация подобного рода. По аналогии: в биологических системах внутренняя, структурная информация – информация генетическая.*

При обсуждении особенностей технологий гуманитарной сферы основное внимание уделялось управленческим технологиям. Тем не менее основные выводы и соображения этого раздела относятся и к другим группам гуманитарных технологий – педагогическим, рекламным, политическим и т. д. Естественно, они относятся и к технологиям, которые связаны с финансами. В период XVII – XVIII вв. для специалистов в области финансов, экономики и управления использовался единый термин: камералисты. В этом смысле термин *камеральные технологии* может оказаться достаточно разумным для отделения этих групп технологических процессов от педагогических и политических технологий.

В заключение обратим внимание на одно обстоятельство, которое вытекает из утверждения 5.7. Замена жесткого регламента не очень четким планом в гуманитарных технологиях приводит к большим неопределенностям в результатах. В ряде случаев конечные результаты могут

не только не соответствовать плану, но и приводить к таким результатам, которые могут даже оказаться противоположны ожидаемым. Так, хорошо известно, что во многих политических, педагогических и рекламных технологиях одни и те же действия могут привести к резко различающимся результатам. Такие результаты налагают определенные ограничения на применение технологий этого плана.

5.3. О НЕКОТОРЫХ ОБЩИХ СООТНОШЕНИЯХ, СВЯЗЫВАЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Простое сравнение общих характеристик технологий обеих сфер – технической и гуманитарной – позволяет установить ряд полезных связей и высказать некоторые общие утверждения. Поясним это простейшими примерами. Общее описание технологии основывается на триадной записи, впервые сформулированной в [87]. При этом учитывались результаты [116], а также некоторые выводы из [5]. Работы [87] и [116] относятся к сфере технических технологий. На эту же сферу ориентирована и работа [5], хотя относится к исследовательской деятельности, то есть к сфере гуманитарных технологий. Метод простых аналогий позволил перенести эти представления на описание педагогического процесса [53] – рис. 5.5.

Рис. 5.5. Представление педагогического процесса как триады, которая связывает начальное и конечное состояние обучающегося и педагогическую технологию

Этот рисунок не только устанавливает некие формальные аналогии. Из анализа триады следует, что традиционное изучение педагогического процесса как изолированной методики очень грубо. Из анализа триады следует, что для оптимизации процесса обучения необходимо учитывать состояние исходного объекта. Это означает, что для настоящего успеха педагогической методики необходимо исходить из конкретной психолого-педагогической модели обучающегося и оценки его реального тезауруса (состояния его реальных знаний). Если этот момент часто учитывается и без обращения к схеме рис. 5.5, то дополнительные следствия из такого расширенного анализа часто просто упускаются из вида. Сюда можно отнести необходимость учета не только характеристик учащих-

ся, но и личностных характеристик педагога. Еще более важным можно считать указание на взаимодействие с внешней средой. Анализ говорит об открытости педагогической технологии. Как следствие в этой технологии необходимо учитывать взаимодействие с внешней средой. Отличие от обычных технологий технической сферы состоит в том, что при взаимодействии доминирующим являются не потоки условных «отбросов» из технологии в окружающий мир, а поступление к учащемуся существенной дополнительной информации из таких объектов внешнего мира, как телевидение, литература и т. д. [53].

Триадные представления применимы ко всем технологиям гуманитарной сферы. Так, на рис. 5.6 приводится представление в виде триады схемы управленческой технологии. На рис. 5.7 приводится изображение схемы торговой технологии.

Рис. 5.6. Представление об использовании производственных и организационных знаний и навыков в управленческой технологии

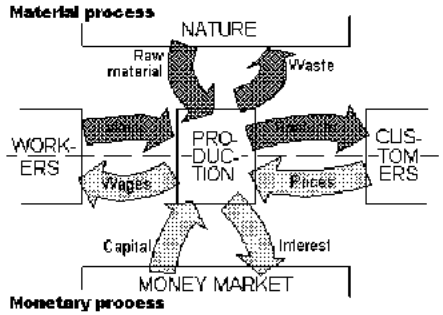


Рис. 5.7. Триадное представление торговой технологии с учетом взаимодействий с окружающей природной и денежной средой

Безусловно, многие из таких схем требуют уточнений и корректировки. Однако самое важное в них – наглядная связь между собой всех типов технологий, облегчающая анализ и понимание процессов в разных ситуациях.

Анализ схем подобного рода говорит о неразумности утверждения о наличии *безотходных технологий*. Потоки взаимодействия с внешней

средой всегда существуют. Для этого достаточно вспомнить 2-е начало термодинамики. Значительно более интересно иное [87]. Из анализа приведенных схем видно, что при наличии территориально близко расположенных технических производств их технологии могут начать взаимодействовать между собой через внешнюю среду. Выбросы от разных технологических процессов могут начать взаимодействовать между собой через атмосферу, воду и т. д. С учетом *синергетических эффектов (эмерджентности)* такие взаимодействия могут привести к неожиданным последствиям. Сложность таких эффектов в том, что обычно технологии проектируются и создаются без учета иных территориально близких технологий.

Утверждение 5.9. *В результате эффектов вторичных взаимодействий между потоками могут возникать неожиданные результаты, связанные с наличием в непосредственной близости друг от друга нескольких технологий, которые сами по себе никаких неприятных последствий для окружающей среды не имеют.*

Возможен и иной тип взаимодействия технологии с внешней средой. Современные высокие технологии часто требуют весьма жесткой стабилизации параметров, в частности температуры. В установках для роста кристаллов оптических материалов и материалов электронной техники требуется стабилизация температуры в ростовой зоне на уровне 0,1 *К*. Эта температура зависит не только от работы печного устройства, но и теплоотдачи во внешнюю среду. Небольшие колебания внешней температуры могут повлиять на результат технологического процесса, если только не принимать специальных мер. Имеются и другие примеры подобного рода. Таким образом, результаты технологий могут зависеть от случайных колебаний внешних условий не только в гуманитарной, но и в технической сфере. Вопросы о стабилизации технологических режимов в технической сфере хорошо изучены. Они описываются в различных трудах по автоматическому регулированию. При их анализе становится очевидным, что любая стабилизация – это некоторые колебания вокруг определенного значения параметра. Сам процесс стабилизации позволяет регулировать амплитуду (величину максимального отклонения параметра от заданного значения) и частоту колебаний.

Утверждение 5.10. *Никакая управляющая и регулирующая технология в гуманитарной сфере (экономика, политика) не позволяет полностью исключить колебания. Она влияет только на частоту их появления и «размах».*

Это утверждение часто воспринимается не вполне правильно, как пессимистический прогноз. На самом деле из этого утверждения надо делать правильные выводы.

Уточнение 5.8. *Не следует пытаться уничтожать колебания и кризисы. Это принципиально невозможно. Правильный подход к управляющим и другим регулирующим технологиям – выбор таких действий, которые позволили бы избежать больших неожиданных колебаний. Надежды же на полностью бескризисное развитие противоречат основным представлениям о технологических процессах и даже более широко – основным законам природы и общества. Это полностью аналогично [85], где говорится о невозможности достичь полной однородности или равномерности, а можно говорить только о степени отклонения от них.*

Обратим внимание еще на одно обстоятельство. При обсуждении уточнения 5.6 отмечалось, что любые технологии не должны быть слишком «жесткими». Пользу гибкости технологии, то есть уменьшения ее жесткости, поясним примером технологии дальней связи. Представим себе, что некто хочет позвонить из областного города России в один из городов США. Непосредственных прямых линий связи между такими городами никто никогда не проектирует и не строит. Связь осуществляется через промежуточные узловые пункты. Так, житель Новгорода Великого может, в частности, связаться с США через Москву и Петербург. Из Петербурга, например, сигнал также может идти разными путями: прямо через спутник, через Финляндию или еще каким-либо иным способом. Выбирается тот путь, который в данный момент менее загружен. Ситуация с загрузкой непрерывно меняется. Поэтому сигнал и даже отдельные слова в нем разбиваются на части, которые передаются разными каналами связи независимо друг от друга, а затем вновь «собираются» вместе. Такая гибкость обеспечивает технологии связи оптимальную равномерную загрузку всех каналов и повышает тем самым ее экономическую эффективность.

При прочих равных условиях допустимая степень «жесткости» зависит от размеров системы. Чем больше система, тем меньшая жесткость допускается в регулировке используемых технологий. Уже отмечалось, что в управляющих системах это регулируется числом уровней иерархии. Как и в технологиях технической сферы, управленческие решения регулируются обратной связью. В разных технологиях этой сферы она реализуется разными путями. Это могут быть различного рода опросы, анкетирования, сбор писем и т. д. При использовании для этих целей человеческого ресурса такие способы организации обратной связи становятся длительными и трудоемкими. В последние полтора-два десятилетия с этой целью начали широко использовать интернет-контакты и различные полу- или же полностью автоматизированные опросные и другие поддерживающие системы. Польза и перспективность таких систем очевидна. В конечном итоге основой таких коммуникационных технологий может считаться пошаговое заполнение различных опросных форм. При использовании систем такого рода для

сервисного обслуживания клинту-посетителю предлагаются на каждом шаге несколько стандартных вопросов. В конечном итоге ему выдается некая стандартная рекомендация.

Здесь не идет речь о качестве рекомендаций подобного рода, хотя к ним обычно имеются серьезные претензии [90][1]. Вопросы, которые задаются, создаются на основе анализа статистики обращений в соответствующие службы. Возможность выбора вопросов создает некую ограниченную гибкость в работе контактной линии. Если такая гибкость дополняется обычными контактными технологиями, то ее использование приносит большие удобства. К глубокому сожалению, возможности прямых контактов при использовании подобного рода технологий существенно ограничены. Часто они просто отсутствуют. Это означает, что ограниченная гибкость подобной технологии не позволяет обеспечить надежные условия для высококачественной работы. Опыт показывает [90], что в небольших организациях технологии с ограниченной гибкостью вполне работоспособны, так как возможности для непосредственной связи с соответствующим персоналом все-таки доступны. В больших же организациях с большим количеством иерархических ступеней в управленческой сфере ограничения гибкости технологий приводят к существенным затруднениям в организации обратной связи и в других ситуациях с использованием коммуникативных технологий.

Утверждение 5.11. *Эффективность степени исключения человеческого фактора с заменой его автоматизированными системами с ограниченной гибкостью зависит числа иерархических ступеней и сложности системы в целом.*

Уточнение 5.9. *Недостатки технологий с ограниченной гибкостью ярче всего проявляются в нестандартных ситуациях. Естественно, что чем больше система, тем с большим числом нестандартных ситуаций приходится сталкиваться в ее работе.*

Отмеченные выше особенности коммуникационных систем относятся к повседневному использованию технологий. Для технологий, однако, существенно и наличие другого типа гибкости, которую можно назвать *отложенной гибкостью*. Это понятие во многом совпадает с понятием резервирования, хотя оно и не полностью ему тождественно. Приведем простейший пример. При проектировании станций метрополитена с глубоким заложением вход и выход с платформ осуществляются эскалаторами или, как, например, в Вене, лифтами. Число эскалаторов определяется усредненным пассажиропотоком. Обычно на станции среднего размера к двум эскалаторам, один из которых работает на вход, а другой на выход, добавляют третий. Этот третий включается при пико-

[1] На практике крайне редко учитывается то, что для подготовки таких программ нужны специалисты с особой подготовкой.

вых нагрузках или же при ремонтах. Тем не менее через несколько десятков лет эксплуатации возникает необходимость в ремонте наклонных ходов, вестибюлей и т. д. Если некое резервирование в эксплуатационной гибкости станции не предусмотрено, то ее приходится временно закрывать на большие промежутки времени – до года и более.

Может показаться, что подобные затруднения и вдобавок на очень большие сроки предусмотреть сложно. В свете нашего анализа это говорит о неких потенциальных ограничениях транспортных технологий входа и выхода пассажиров. На самом деле это не так. Приведем пример подобной отложенной гибкости на близком примере технологии пассажирских перевозок.

Во второй половине XIX в. строилась железная дорога Петербург – Варшава. Уже опыт строительства и эксплуатации железной дороги Петербург – Москва показал, что для эффективной эксплуатации необходимо укладывать две колеи для независимого движения поездов во встречных направлениях. Однако во время строительства грузопоток в направлении на Варшаву был еще мал, чтобы экономически оправдать такое решение. Поэтому был принят вариант строительства широких насыпей и выемок с тем, чтобы при необходимости без особых усилий и затрат укладывать вторую колею. Это оказалось очень полезным и при ремонтных работах, и в процессе развития перевозок. Таким образом, можно считать, что решения, которые бы обеспечивали необходимую отложенную технологическую гибкость, существуют. Это справедливо как для области технических технологий, так и для области гуманитарных технологий. В технической сфере в связи с широким использованием методов информатики также начинают использоваться технологии с ограниченной гибкостью.

Таким образом, единый подход к технологиям технической и гуманитарной сфер позволяет установить ряд полезных результатов общего характера. Еще больше общих результатов можно обнаружить, если привлечь к сравнительному анализу другие общие теории. Уже отмечалось, что важную роль в анализе технологий играет *теорема Седова,* или закон *иерархической компенсации* [102, 103]. Этот закон связан с *законом Парето* [57, 58] и рядом других общих положений, которые являются важнейшей составляющей других общих теорий. Применительно к технологической практике все эти законы говорят о том, что если на *активном (системном)* уровне технологий разнообразия недостаточно, то это разнообразие начинает проявляться на более низких уровнях, в первую очередь *на первом подсистемном уровне*. Эти соображения характерны и для представлений теории многообразий [10, 83]. Границы элементов (сущностей), составляющих многообразие, как известно, являются зонами наибольших напряжений.

Утверждение 5.12. *Если некая управленческая, политическая или педагогическая технология нацелена на подавление (уничтожение) противоречий и напряженностей, то она практически всегда порождает новые противоречия на ином уровне иерархии. Эти новые напряжения иногда могут быть более сильными по сравнению с исходными.*

На это обстоятельство авторы впервые обратили внимание в докладе на конференции в Тампере. Из работ Д. Блэка и А. Доунса [135,138] следует утверждение о том, что предвыборная борьба политических партий приводит к сдвигу их позиций к интересам среднего избирателя (медиане электората). Это утверждение, часто называемое теоремой Доунса, говорит об уничтожении реальной дискуссии по существенным вопросам во время выборов.

Из приведенных выше общих соображений следует, что реальная содержательная борьба должна перейти на более низкий уровень иерархии. Это наглядно подтверждается ситуацией с праймериз в США на президентских выборах 2008 г.

Уточнение 5.10. *Технологии гуманитарной сферы не должны быть нацелены на уничтожение противоречий. Это нереально. Их задачей должно быть нахождение ситуаций, когда противоречия приобретают мягкую форму и агрессивная составляющая борьбы переходит в соревновательную.*

Безусловно, понимание ситуации, которое возникает из общего сравнительного анализа технологий, отнюдь не означает простоту реальных технологических решений.

Глава 6

ОБСУЖДЕНИЕ ИМЕЮЩЕГОСЯ ОПЫТА ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ОПИСАНИЯ СЛОЖНЫХ ЯВЛЕНИЙ РАЗНОЙ ПРИРОДЫ

6.1. ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ СИСТЕМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ

Любая систематизация группирует и упорядочивает элементы для решения вполне определенных задач. Почти всегда это задачи практически одного и того же типа. Применительно к анализу технологий процесс их систематизации решает три независимые задачи:

- ***Задача описания.*** Ее цель – описание во всех деталях существующих технологий. Для этого систематизируются и описываются все состав-

ные элементы всех известных технологий. При этом изучаются сходство и различие этих элементов и на этой основе производится группировка технологий. Это процесс, который был назван структурным анализом. Структурный анализ нужен для создания банков данных по различным технологическим процессам. Он очень важен для задач автоматизации технологий, переноса их из одного места в другое (трансфера технологий) и создания оперативной технологической документации.

- ***Задача конструирования (творческая задача).*** Ее цель – создание новых технологий. Этот процесс основан но сочетании определенных принципиальных приемов, которые называются операциями. Соответствующая задача решается с помощью функционального анализа.
- ***Задача соотнесения.*** Ее целью является определение того, к каким группам технических и общественных задач относится тот или иной вид технологических процессов. В этом случае важно определить те группы процессов, в которых может быть использована та или иная технология.

К этим задачам можно добавить еще одну, которая носит вспомогательный характер и должна рассматриваться в качестве дополнительной задачи.

- ***Задача демонстрации (вспомогательная).*** Ее цель – помощь при проведении исследований, популяризации достижений процессов систематизации, философских вопросах и, наконец, в учебном процессе.

В силу своего вспомогательного характера эта задача будет рассмотрена нами в очень краткой форме. Перейдем теперь к обсуждению трех главных задач.

В отличие от двух первых, задача соотнесения технологий не требует их анализа посредством деления понятий на составные элементы. Здесь каждая технология рассматривается как некая целостная система, которая может входить в список различных объектов хозяйственной и общественной деятельности.

Утверждение 6.1. *В отличие от задач описания и конструирования, когда технология расчленяется на составные элементы, задача соотнесения имеет противоположный смыл. В этом случае каждый конкретный технологический процесс считается неким структурным элементом, на которые разделяются различные виды человеческой деятельности (практики).*

Поясним сказанное простыми примерами. Технологический процесс роста кристаллов может использоваться в ювелирном деле, в химии и при изготовлении различных твердотельных приборов. Технологический процесс нанесения защитных покрытий применяется в пищевой промышленности, производстве автомобилей и ряде других видов промышленной деятельности. Часто различные области использования

одной и той же технологии могут предъявлять практически одни и те же или очень схожие требования ко всем показателям процесса, включая объем, производительность, точность и т. д. Не вдаваясь в подробности, отметим, что соотнесение одной и той же технологии с различными видами практик не входит в круг основных проблем, изучаемых нами. Тем не менее, как показывает опыт [161], использование результатов, которые получаются при анализе процессов соотнесения технологий, может оказаться полезным при их общем анализе. Группировка различных видов человеческой деятельности, то есть практик, производится путем длительных консультаций, проводимых международными организациями, в первую очередь ИСО (ISO).

Утверждение 6.2. *Вопросы соотнесения технологий опираются на группы человеческих практик, которые выделяются на конвенциональной основе. В отличие от этого систематизация процессов описания и конструирования технологий опирается на результаты исследовательских разработок.*

Из утверждения 6.2 отнюдь не следует, что различные способы типизации технологий имеют разную ценность. Просто они ориентированы на решение задач разного типа, и их реализация отвечает различной логике упорядочения технологий. Результаты конвенциональных процессов группировки человеческих практик (видов деятельности) сводятся к созданию соответствующих стандартов. Их примерами могут служить, например, *International Standard Industrial Classification of all Economic Activities – ISIC (Международный стандарт промышленной классификации всех отраслей экономической деятельности в промышленности) или же Nomenclature of Economic Activities in the European Union – NACE (Номенклатура отраслей экономической деятельности в Европейском союзе)* [153, 156][1]. Первый из этих стандартов опирается на авторитет Организации Обьединенных Наций и оперирует многими государственными стандартами и классификациями. Пример начальной части таблицы со структурой 3-й версии стандартов ISIC без перевода терминов на русский язык приведен на с. 146.

Основные понятия при этом разбиваются на 100 элементов. Для удобства пользования первая ступень дополнительно к 100 элементам имеет еще и буквенные обозначения. Как и большинство систем такого рода, эта классификация имеет мало ступеней дробления – четыре. Эту классификацию можно соотнести с другими типами классификаций. Связь с сопряженными типами классификации может быть прослежена с помощью [156]. Следует сказать, что количество ступеней дробления в других системах может и не ограничиваться четырьмя, хотя их число всегда невелико.

[1] См.: URL: http://unstates.un.org/unsd/registry/regest.asp?cl=2 .

Detailed structure and explanatory notes

ISIC Rev.3

Click on any code to see more detail. Click here for top level only.

- A - Agriculture, hunting and forestry
  - 01 - Agriculture, hunting and related service activities
  - 02 - Forestry, logging and related service activities
- B - Fishing
  - 05 - Fishing, operation of fish hatcheries and fish farms; service activities incidental to fishing
- C - Mining and quarrying
  - 10 - Mining of coal and lignite; extraction of peat
  - 11 - Extraction of crude petroleum and natural gas; service activities incidental to oil and gas extraction excluding surveying
  - 12 - Mining of uranium and thorium ores
  - 13 - Mining of metal ores
  - 14 - Other mining and quarrying
- D - Manufacturing
  - 15 - Manufacture of food products and beverages
  - 16 - Manufacture of tobacco products
  - 17 - Manufacture of textiles
  - 18 - Manufacture of wearing apparel; dressing and dyeing of fur
  - 19 - Tanning and dressing of leather; manufacture of luggage, handbags, saddlery, harness and footwear
  - 20 - Manufacture of wood and of products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials
  - 21 - Manufacture of paper and paper products
  - 22 - Publishing, printing and reproduction of recorded media
  - 23 - Manufacture of coke, refined petroleum products and nuclear fuel
  - 24 - Manufacture of chemicals and chemical products
  - 25 - Manufacture of rubber and plastics products
  - 26 - Manufacture of other non-metallic mineral products
  - 27 - Manufacture of basic metals
  - 28 - Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment
  - 29 - Manufacture of machinery and equipment n.e.c.
  - 30 - Manufacture of office, accounting and computing machinery
  - 31 - Manufacture of electrical machinery and apparatus n.e.c.
  - 32 - Manufacture of radio, television and communication equipment and apparatus
  - 33 - Manufacture of medical, precision and optical instruments, watches and clocks
  - 34 - Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers
  - 35 - Manufacture of other transport equipment
  - 36 - Manufacture of furniture; manufacturing n.e.c.
  - 37 - Recycling
- E - Electricity, gas and water supply
  - 40 - Electricity, gas, steam and hot water supply
  - 41 - Collection, purification and distribution of water
- F - Construction
  - 45 - Construction
- G - Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles, motorcycles and personal and household goods
  - 50 - Sale, maintenance and repair of motor vehicles and motorcycles; retail sale of automotive fuel
  - 51 - Wholesale trade and commission trade, except of motor vehicles and motorcycles
  - 52 - Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles; repair of personal and household goods
- H - Hotels and restaurants
  - 55 - Hotels and restaurants
- I - Transport, storage and communications
  - 60 - Land transport; transport via pipelines
  - 61 - Water transport
  - 62 - Air transport
  - 63 - Supporting and auxiliary transport activities; activities of travel agencies
  - 64 - Post and telecommunications
- J - Financial intermediation
  - 65 - Financial intermediation, except insurance and pension funding
  - 66 - Insurance and pension funding, except compulsory social security
  - 67 - Activities auxiliary to financial intermediation
- K - Real estate, renting and business activities
  - 70 - Real estate activities
  - 71 - Renting of machinery and equipment without operator and of personal and household goods
  - 72 - Computer and related activities
  - 73 - Research and development

Далее приведен пример начальной части аналогичной Канадской системы *NACICS*.

North American Industry Classification System (NAICS) 2007 - Canada

Introduction

Search NAICS

11	Agriculture, Forestry, Fishing and Hunting	53	Real Estate and Rental and Leasing
21	Mining, Quarrying, and Oil and Gas Extraction	54	Professional, Scientific and Technical Services
22	Utilities	55	Management of Companies and Enterprises
23	Construction	56	Administrative and Support, Waste Management and Remediation Services
31-33	Manufacturing	61	Educational Services
41	Wholesale Trade	62	Health Care and Social Assistance
44-45	Retail Trade	71	Arts, Entertainment and Recreation
48-49	Transportation and Warehousing	72	Accommodation and Food Services
51	Information and Cultural Industries	81	Other Services (except Public Administration)
52	Finance and Insurance	91	Public Administration

Термины и здесь даются без перевода на русский язык. Примеры дальнейшего дробления: *Конструкции – 23* имеет дальнейший индекс – *236*. В свою очередь, он делится на *Конструкции постоянных сооружений – 2361* и др. Затем идут градации этих конструкций: – *23611* и *236110*. Аналогично делится понятие *Обучающих сервисов – 61*. Здесь имеются деления типа – *611*, *61111*, *611110* и т. д. То же самое можно сказать и про другие строки таблицы.

Приведенные примеры не исчерпывают всех описательных систем международных стандартов. Важно, однако, отметить, что все эти стандарты основаны на принципах десятичной классификации, которые используются и у нас в стране для аналогичных целей [83]. Небольшое число степеней дробления, прослеживающихся в этих системах, свойственно большинству конвенциональных систем классификации. Классификационные системы являются исчерпывающими в том смысле, что их расширение без пересмотра всего стандарта невозможно. Международных стандартов классификации технологий, полученных таким же конвенциональным методом, пока не существует. Соотнесение этих результатов (то есть групп цифровой таблицы, видов экономической активности) с общими результатами больших затруднений не представляет. Это позволяет сосредоточить внимание только на изучении про-

цессов систематизации структурных и функциональных методов общего описания технологий. Ниже будет приведена оценка степени детализации таких описаний и усилий, которые имеет смысл на это затратить.

6.2. СИНТЕЗ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Корни двух схем изучения действительности – анализа и синтеза – лежат в глубокой древности. Эти два подхода к изучению природы, человека и результатов его деятельности известны очень давно, при этом существо проблемы всегда оставалось неизменным. Важен характер описания действительности и получаемые при этом результаты. Практические результаты всегда были ответом на одни и те же вопросы. Однако сами ответы и, главное, объекты, которые при этом анализировались, постепенно менялись и усложнялись. Понятие *технология* сформировалось только к концу XVIII в., тогда же появился и соответствующий термин. Тем не менее различные целенаправленные процессы изучения человеческой деятельности изучались задолго до формирования этого понятия. Чаще всего исследовались не сами процессы, то есть технология, а объекты воздействия и аппаратура, то есть технические системы. Объекты, технические системы и сами технологии тесно связаны друг с другом, поэтому единое рассмотрение истории их исследования вполне обоснованно.

Подробное изучение свойств окружающего мира требует тщательного анализа структуры его объектов. Аналитический подход четко проявился уже в период Древней Греции [43]. Уже тогда не только вещество, но и простейшие технические устройства предлагалось рассматривать в виде сочетания неких единых простейших составляющих. Так, согласно преданию, Архимед считал, что любое устройство можно создать, используя сочетания трех механизмов: рычага, блока и винта. В эпоху Возрождения Леонардо да Винчи описал все возможные простые механизмы, из которых можно было в принципе создавать относительно сложные машины. Более того, список простейших механизмов, который им рассматривался, не претерпел в настоящее время существенных изменений. Это позволяет ряду авторов считать, что он был создателем *теории простейших механизмов* [18]. Выше упоминалось о работах Р. Луллия, которые положили начало методу *морфологического ящика*. В конечном итоге разработка этого подхода привела к появлению трудов, посвященных описанию технических систем и изучению их синтеза [116, 139, 143]. Фактически синтез при этом рассматривается как один из вариантов автоматического проектирования. Соотношение между анализом и синтезом показано на рис. 2.1.

Анализ – это расчленение объекта или процесса на составляющие части. Нередко этот процесс, как мы и будем говорить далее, называют декомпозицией. Синтез наоборот, предполагает составление единого целого из разных элементов. В технологии синтез означает создание сложного процесса из более мелких действий или операций. По схожей схеме предлагается создавать любые устройства, а также технологии. В зависимости от ситуации надо использовать либо тот, либо другой методы. При этом на первом этапе изучение практически всегда начинается с анализа. В практической же деятельности приходится наоборот, пользоваться синтезом.

Как уже отмечалось, процесс синтеза технической системы сводится к выбору нужной комбинации структурных элементов. При этом, если говорить о чисто технической системе, то она, по сути, рассматривается как набор деталей и других не очень сложных элементов (рис. 6.1).

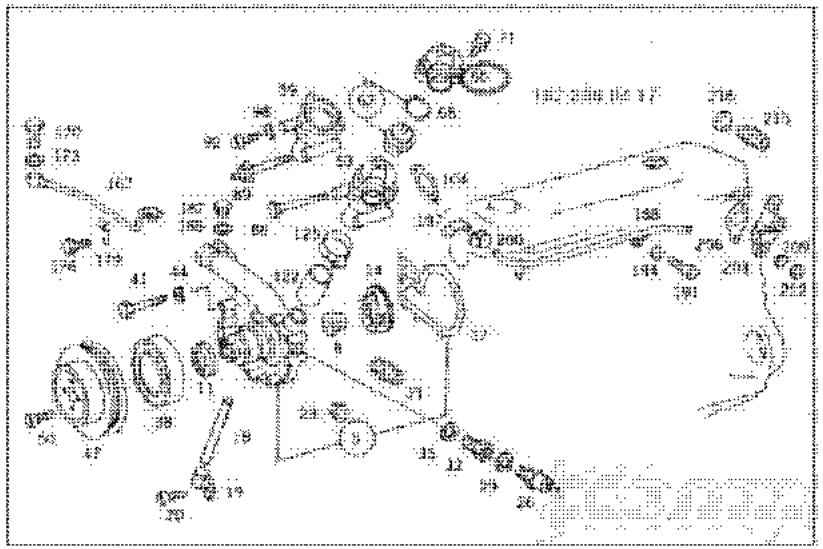


Рис. 6.1. Схема расчлененной части автомобильного мотора, поясняющая идею его синтеза из стандартных элементов

Сами эти детали необходимо искать методом перебора в обширном списке, который должен быть составлен заранее. По схожей схеме предлагается создавать любые устройства, а также технологии. Так, на рис. 6.2 приведена логическая схема синтеза обычного домашнего электронагревательного прибора. Эта схема основывается на идеях Р. Коллера.

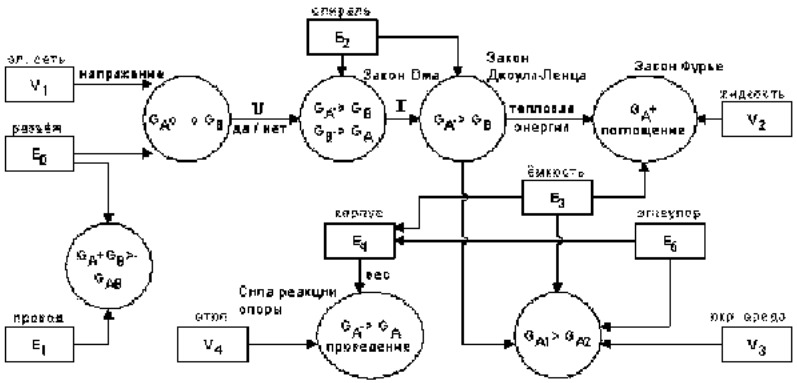


Рис. 6.2. Синтез домашнего электронагревательного прибора на основе методики Р. Коллера

Как видно из рис. 6.2, прибор «создается» как комбинация из нескольких стандартных операций (сравнить с рис. 4.4). Они сочетаются с выбором действий из таблицы физических эффектов. Такая таблица всегда должна входить в структуру синтеза устройств по этой методике. Известно описание аналогичного синтеза велосипеда. Даже если провести более тщательный поиск, то можно убедиться, что число примеров подобного рода ограничено.

Именно в таких примерах показываются возможности методики на примере уже известных устройств. В то же время случаев описания широкого применения подобного подхода почти нет. Это нельзя считать случайным. Отметим, что все принципиальные выводы по поводу синтеза технических систем в равной мере относятся и к синтезу технологий. Разница состоит в том, что при синтезе технологий они собираются не из деталей и элементов, а из стандартных процессов. Их обычно называют *типовыми технологическими процессами*. В описание технологического процесса входят элементы технической системы, а также характеристики объектов до и после процесса и характер взаимодействия с внешней средой.

Утверждение 6.3. *Описание технологического процесса более сложно, чем описание технической системы, которая находится на том же самом уровне описательной иерархии.*

В связи с этим оценим некоторые соображения. Прежде всего, синтез технологии, как и синтез технической системы, приносит реальную пользу, если элементы, которые принимают участие в синтезе, хорошо и детально описаны. Применительно к технологиям сказанное говорит о том, что типовые технологические процессы, из которых синтезируется технология, должны быть хорошо изучены.

Уточнение 6.1. *Для успешного синтеза технологии или же технической системы на некотором уровне иерархии технологические процессы, из которых синтезируется окончательный технологический процесс, должны обладать достаточной полнотой, нужной градацией по показателям и надежным описанием, которое позволяет воспроизводить их без дополнительных усилий и исследований.*

Градация технологий, о которой упоминается в уточнении 6.1, предполагает, что необходимо разработать и типизировать все возможные технологии данного уровня описательной иерархии. Это должно быть сделано с учетом количественных показателей – производительности, стабильности, устойчивости и т. д. В этом смысле градация технологий аналогична различным факторам, которые используются в теории стандартизации. Естественно, что градация имеет степени, аналогичные тем, о которых только что говорилось нами.

Утверждение 6.4. *Успешный синтез технологий, который обеспечивает их систематическое описание, невозможен без наличия надежного описания технологических процессов более низкого уровня. Это описание, естественно, должно исходить из структурного исследования технологий нужного уровня.*

Уточнение 6.2. *Для полного успешного использования функционального анализа он должен опираться на результаты структурного анализа и созданные при этом системы количественных описаний.*

Уточнение 6.3. *В задачах реального автоматизированного построения новых технологий методы функционального и структурного анализа должны быть взаимосвязаны, и, как следствие, их развитие должно происходить параллельно.*

В то же время нетрудно заметить, что функциональные исследования часто серьезно опережают структурные описания. Это прослеживается и в исследованиях технологий, и в исследованиях технических систем, а также в ряде других областей человеческого знания. Подобное не случайно. Функциональный анализ технологических процессов решает несколько задач. На поверхности обычно лежит задача полного автоматического проектирования технологий или других сложных систем. Эта задача весьма объемна. При простом морфологическом поиске, который соответствует, например, термину *поисковое конструирование*, количество изучаемых вариантов резко возрастает по мере усложнения проектируемых объектов. Рассмотрим в качестве элементарного примера самый простой случай перебора вариантов в логической машине Раймонда Луллия. Вид нескольких кругов этой машины приведен на рис. 6.3.

Легко понять, что при большом числе ступеней иерархии количество рассматриваемых вариантов растет с огромной скоростью. Тем не менее процесс функционального анализа вполне осмысленен. Это связано с тем, что на математическом языке принято называть *сверткой*.

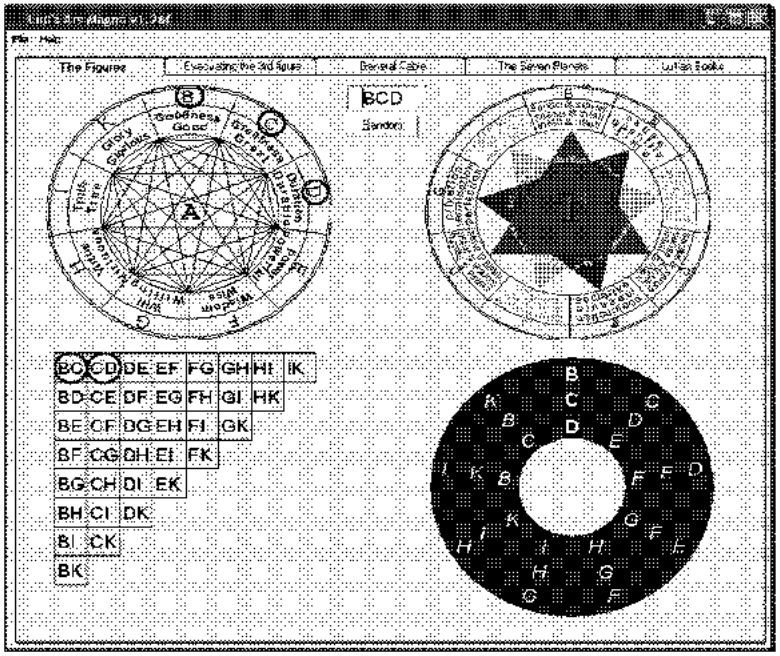


Рис. 6.3. Вид кругов логической машины Раймонда Луллия. Сочетания вариантов описываются комбинациями букв машины. Видно, что при небольшом числе элементов число разных сочетаний очень велико

Определение 6.1. *Под термином свертка применительно к задачам функционального анализа мы понимаем возможность выражения группы действий на некотором уровне описательной иерархии в виде простых символов или же числовых выражений.*

Свертка играет большую роль при изучении анализа технологий. Применительно к технологии простейшим примером свертки может служить замена лампочки сигнала поворота автомобиля. Эта простая технология состоит из снятия колпака, извлечения перегоревшей лампочки, вставки новой лампочки, возвращения колпака на место и последующей проверки. Каждое из этих действий может быть разложено на более простые последовательности.

Утверждение 6.5. *С течением времени список простейших действий и операций, включаемых в отдельный элемент свертки, возрастает, а само описываемое понятие усложняется.*

Процесс свертки можно также легко проследить на примере технологии составления программ для вычислительной техники. От программ реальных операций, которые описываются языками типа *Assembler*, тех-

ника программирования все время движется в сторону создания языков высокого уровня. В них программист не имеет дело с элементарными командами, а пользуется более сложными операторами.

Этот пример приведен в силу того, что эволюция процесса программирования идет очень быстро. Поэтому те явления, которые в описании обычных технологий проследить непросто, прослеживаются здесь достаточно просто. Важно обратить внимание на то обстоятельство, что процесс усложнения используемых операторов развивается постепенно.

Утверждение 6.6. *Всегда имеется некоторый уровень описательной иерархии, на котором непосредственно происходит процесс свертки. Именно этот уровень и представляет основной практический интерес при использовании методов функционального анализа технологий. Выявление этого уровня можно считать одной из важнейших задач общего анализа технологий.*

Наличие процесса свертки существенно облегчает методику использования функционального анализа. Однако нельзя забывать, что процесс развития системы технологий идет в сторону увеличения их числа, увеличения объема и, соответственно, связан с необходимостью привлекать к анализу конкретных технологий все большее число потоков самой разной природы. В результате количество возможных вариантов при простом переборе методом морфологического ящика быстро и непрерывно возрастает.

Утверждение 6.7. *Предположение о возможности создать полностью автоматизированную методику разработки новых сколь угодно сложных технологий, опираясь при этом только на метод морфологического ящика, или, что фактически то же самое, на метод поискового конструирования, является некоторой идеализированной абстракцией, которая никогда не может быть реализована. В этом смысле здесь очевидна аналогия с идеями ряда философов XVIII в., пытавшихся свести весь мир к механическим явлениям.*

Сказанное отнюдь не сводится к утверждению о неразумности метода функционального анализа. Просто необходимо четко представлять, что аналогично существу, которое изображено на рис. 6.4, многие процессы, проектируемые при помощи механического перебора и сочетания всех возможных типовых технологических процессов, оказываются

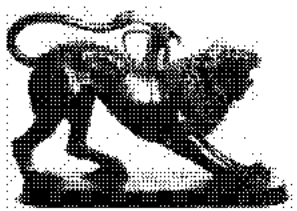


Рис. 6.4. Бронзовая статуэтка химеры

заведомо ненужными. Их, по возможности, нужно уметь отбрасывать заранее. Имеются и некоторые другие ограничения.

Утверждение 6.8. *Для успешного использования приемов поискового конструирования новых технологий нужно уметь вводить в процесс обычного перебора вариантов методом морфологического ящика важные ограничения, уменьшающие число заведомо неинтересных вариантов. Эта задача очень сложна и во всем объеме никогда еще не решалась.*

Перечень основных ограничений, которые необходимо вводить в процесс отбора новых перспективных технологий морфологическими методами, в основном, очевиден.

Во-первых, необходимо иметь и вводить в анализ оценочные показатели, которые позволяли бы осуществить выбор между конкурирующими альтернативными технологиями.

Во-вторых, необходимо учитывать сложившуюся технологическую практику, то есть использовать не просто интересные предложения и схемы, а уже опробованные. Более того, необходимо учитывать ограничения, которые связаны со статистикой использования различных типовых технологических приемов (принцип Сименса).

В-третьих, необходимо учитывать не только принципиальные возможности технологий, но и все сопровождающие их эффекты: гибкость, трудности обслуживания, экономические показатели, возможности гибкой перестройки и т. д. Кроме того, имеются еще и этические ограничения. Не продолжая перечисления дальше, отметим, что практически все ограничения связаны с необходимостью учета творческой составляющей процесса создания новых технологий. Эта составляющая при использовании поискового конструирования часто просто отодвигается на задний план. Условно это отражается рис. 6.5.

Рис. 6.5. Введение творческого элемента в систему проектирования новых технологий

Утверждение 6.9. *Основными путями совершенствования методов автоматизированного проектирования новых технологий следует считать ограничение на выбор заведомо нежизнеспособных вариантов, учет статистки реального использования типовых технологических процессов и введение в процесс творческого элемента, связанного с использованием специалистов.*

Метод функционального анализа важен не только для проектирования новых технологий. Он часто нужен для решения четвертой основной задачи, а именно задачи демонстрационной.

Структура, построенная из символов операций, приносит пользу в исследовательских и учебных целях. В этом плане многие структурные картинки оказывают неоценимую помощь при составлении условных *блок-схем технологического процесса*. Они очень удобны при описании различных организационных и экономических моментов. Это справедливо как при создании новых технологий технической сферы, так и при проектировании технологий гуманитарной сферы. Примером простейшей схемы такого типа, которая иллюстрирует структуру затрат на изучение и создание новых технологий, может служить рис. 6.6.

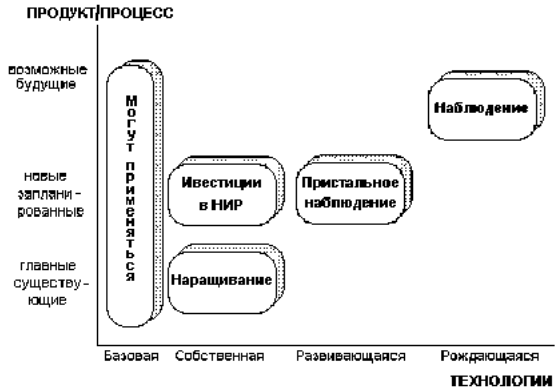


Рис. 6.6. Схема затрат на создание новых технологий

Утверждение 6.10. *Успешное практическое использование методики синтеза технологий на основе функциональных схем должно опираться на четко разработанную символику структурного анализа. Именно сочетание этих двух методик может явиться залогом серьезного практического успеха.*

Уже отмечалось, что построение полной законченной системы символики структурных описаний технологий весьма трудоемкая, сложная и длительная задача. Она требует многолетних усилий больших коллективов.

Утверждение 6.11. *На разных ступенях технологической иерархии степень детализации процессов при их структурном описании должна быть разной. Соответственно, сложность формального структурного описания технологий во многом определяется числом ступеней в соответствующей иерархической структуре.*

В силу того, что построение полной замкнутой системы структурного описания в большой области человеческих знаний требует больших усилий, желательно, прежде чем обратиться к этим проблемам, ознакомиться с накопленным опытом в создании такого рода систем.

6.3. ИСТОРИЧЕСКИЙ ХОД РАЗВИТИЯ СЛОЖНЫХ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Сегодня имеется множество различных классификационных систем – каталогов, таблиц и т. п. В последние десятилетия большинство из них в своем построении опирается на принципы десятичного деления (десятичные принципы). Ряд распространенных систем такого типа описан в [50, 82, 109]. Все эти системы создавались в течение длительного времени. Даже в тех случаях [50], когда у истоков классификационной системы стоял один автор, окончательное их становление всегда требовало привлечения к работе большого числа заинтересованных специалистов. Окончательные же решения по системе практически всегда основывались на договорной основе, то есть путем взаимного соглашения – *конвенциональный принцип*. Вопросы создания описательной системы – *каталога технологий* – связаны с теми же проблемами, что и при создании других классификационных систем. Поэтому краткий анализ приобретенного на этом пути опыта может сослужить несомненную пользу для стоящих перед нами задач.

В качестве примера разумно исходить из истории возникновения и становления системы библиотечно-библиографических классификаций. Это наиболее развитые системы, охватывающие широчайший круг вопросов. Более того, их можно считать самыми древними из существующих ныне описательных классификационных систем. С другой стороны, многие терминологические вопросы и практические результаты тесно связывают задачи классификации технологий с классификационными системами, используемыми в биологии. Эти системы также имеют глубокие исторические корни. Этими случаями мы и ограничимся. Сразу же отметим, что нас интересуют не сами эти системы, а только механизмы их возникновения и развития.

И в библиотечном деле, и в биологии необходимость разработки методов упорядоченного описания множества различных объектов стала осознаваться еще в Древнем мире. Развитие шло путем формирования того, что условно можно назвать каталогами, определителями и классификационными таблицами. История развития и создания некоторых общих принципов описания многократно излагалась в различных трудах. Для простоты мы ссылаемся только на работы, кратко и просто описывающие становление системы библиотечно-библиографических описаний [50, 82, 109]. В них легко проследить два интересных для на-

ших целей фактора. Первый – исторически возникло и развивалось несколько независимых систем описания литературных источников. Постепенно сформировалось и несколько стандартных подходов к построению таких систем. Их условно можно назвать *чисто иерархическим*, *перечислительным* и *фасетным*. Постепенно во всех этих подходах стали использоваться элементы описания, взятые из других подходов. При этом сами описательные системы начали усложняться.

Со временем и в библиотечном деле, и в биологии выработались большие описательные системы. Для пользования ими была нужна специальная подготовка. В то же время практическая необходимость требовала от этих систем бо@льшей доступности. В результате возникли упрощенные варианты классификаций. Так, например, нынешняя Российская национальная библиотечно-библиографическая система – ББК имеет несколько вариантов разной сложности. Это вполне удовлетворяет практиков библиотечного дела и простых пользователей. Постепенно в мире возникло несколько независимых библиотечно-библиографических систем. Нельзя сказать, что это были самые лучшие системы. Так, известно, что система Блисса [50] имеет определенные преимущества перед такими системами, как системы Дьюи и УДК. Тем не менее эта система «опоздала», и основное место уже было занято.

Конец XX в. ознаменовался широким библиотечным обменом, использующим достижения современной информационной техники. В результате возникла необходимость в автоматизированном обмене библиографическими данными между различными центрами, использующими различные системы. В итоге в 60-х гг. XX в. начал создаваться специальный универсальный формат для записи и передачи данных: *Machine Readable Cataloging – MARC*. Он получил повсеместное распространение и имеет несколько вариантов. Для перевода библиографических записей из одной системы в другую и для облегчения процедуры пользовательского поиска были созданы специальные *программы-конверторы*, позволяющие автоматически переводить уже имеющиеся записи из одной библиотечно-библиографической системы в другую. Создание таких программ часто требовало некоторого упрощения формы записи. Само создание программ-конверторов оказалось длительным и трудоемким процессом.

Нечто похожее происходило и в биологии, где была разработана простая и удобная единая система, которая позволяет относительно быстро находить нужные описания биологических видов. Эти описания представляются в стандартной форме (рис. 6.7). Аналогичные процессы наблюдаются и в других сферах человеческой деятельности, которые требуют использования разветвленных классификационных систем. Параллельно идет развитие так называемых *пользовательских каталогов* [90]. Они строятся только исходя из удобства пользователей. Во-

Рис. 6.7. Вид стандартной записи классификационной характеристики биологического вида, применяемой в современных информационно-описательных системах

просы же полноты описания и серьезной разработки научных основ типизации отступают в таких описательных системах на второй план. Полезно еще отметить, что все большие классификационные системы широко используют иерархический принцип построения. Здесь естественно обратиться к словам основоположника современной классификации биологических видов К. Линнея. Он писал: «*Кристаллы растут, растения растут и дышат, а животные растут, дышат и двигаются*». (При желании эту иерархическую последовательность нетрудно расширить.)

На основе сказанного можно сформулировать основные выводы, которые полезны при оценке систем, описывающих классификацию технологий.

1. Большие классификационные системы создаются практически независимо друг от друга в различных местах.

2. Классификационные системы развиваются неравномерно.

3. На некотором этапе развития возникает объективная потребность объединения разных классификационных систем, которые описывают практически одни и те же объекты, в единое целое.

4. Объединение разных систем в единое целое происходит путем создания некоторых переходных описательных моделей – форматов, протоколов и т. д. Эти модели развиваются на некотором активном иерархическом уровне. При анализе классификационных систем именно этот уровень является наиболее интересным и важным для анализа классификационных систем.

5. Уровень создания различных объединительных моделей (протоколов, форматов) – это уровень, на котором происходит наиболее активное распространение и передача самих классифицируемых систем из одной зоны использования в другую зону.

6. Уровни иерархии в классификационной системе, для которых не производится разработка объединительных протоколов, могут быть менее развиты по сравнению с уровнем объединения, который всегда представляет наибольший интерес для работы и исследования. Поэтому его теоретическая и практическая разработка обычно наиболее продвинута.

Из сказанного следует, что при изучении методов описания технологий нужно отталкиваться от процесса обмена технологиями. Его иногда называют *трансфером технологий*.

6.4. ГЛОБАЛИЗАЦИЯ И ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГИЙ

Вне зависимости от того, как и кем была создана технология, для ее сохранения она должна быть кому-то передана. Поскольку технология – это некоторая последовательность действий и операций, она должна быть зафиксирована в памяти. Условно все виды сохранения могут быть сведены к понимаемому в расширительном смысле слову *запись*. Позволим себе считать записью и простые устные рецепты и рекомендации. Человек, или более обобщенно – *оператор*, владеет рецептами о том, как достичь того или иного результата. Иными словами, он обладает тем, что принято называть *know-how*. Это знание может включать в себя такие тонкие нюансы действий, которые очень трудно зафиксировать в виде записей. Не случайно для всех этих действий имеется множество названий, описывающих эти нюансы, – *навыки, умения, приемы, привычки, знания* и т. д. Поэтому кроме чисто рецептурного подхода и знакомства с документаций, во многих видах тонкой технологической работы высокого уровня столь важен процесс обучения и показа.

Появление современной информационной техники, одной из начальных стадий которой были *станки с числовым программным управлением – ЧПУ,* во многом упростило процесс фиксации, сохранения и передачи технологий. При этом неожиданно оказалось, что сложность формализации и последующей записи технологических действий на разных иерархических уровнях может различаться очень сильно. Достаточно часто формализовать управленческие действия оказывается проще, чем тонкую ручную работу. Поэтому иногда с помощью информационных систем удобно записать характер действий опытного оператора, а затем использовать эту программу для реального автоматизированного управления сложной технологической установкой. Одно время этот прием широко использовался в аппаратуре по промышленному выращиванию кристаллов для нужд электронной техники.

Для сохранения и дальнейшего использования недостаточно просто зафиксировать технологию. Упрощенно говоря, ее нужно кому-то передать. Самый простой способ передачи технологии – это обучение. С древних времен технологические рецепты передавались ученикам и наследникам. В это же время появилось и понятие секретов производства. В то время это никак не осознавалось в теоретическом плане. Описанный процесс можно назвать *распространением технологии посредством обучения*. Обучение в прямой форме не обеспечивает распространение технологии по разным местам земного шара. Однако со временем технология должна или исчезнуть, или локализоваться в определенном месте, или же диффундировать (расползаться) по странам и континентам. Кузнечное ремесло, способы приготовления вина, плавки металлов – это только элементарные примеры постепенного расползания технологий по всему миру. Конечно, в этом плане полного повсеместного единства технологий нет. Достаточно вспомнить, что в течение многих лет американские и европейские портные несколько по-разному пришивали пуговицы. Это были некоторые нюансы, в общем, единой технологии. Со временем, однако, сформировалось понятие юридической защиты технологических процессов. Как следствие возник процесс передачи технологии из рук в руки – в разные фирмы, филиалы и т. п. При этом происходит строгое перенесение технологий при достаточно жестком контроле за тем, как они используются. Для такого процесса часто пользуются пришедшим из информатики термином *трансфер технологий*.

Определение 6.2. *Под термином трансфер технологий будем понимать фиксируемую, юридически узаконенную передачу определенной технологии с учетом всех нюансов know how из одной институции в другую.*

Трансфер технологий обеспечивает их распространение. Однако единство технологий, решающих одну и ту же или сходные задачи, он ни в коей мере не обеспечивает. Даже в одной и той же точке земного шара для решения одной и той же задачи могут использоваться разные технологии.

Важно понять, что трансфер технологий, и в первую очередь обмен технологической информацией, – это процесс, направленный на снижение многообразия технологических решений [103, 104].

Уточнение 6.4. *Установление единой глобальной технологической системы, как путем трансфера технологий, так и другими путями, имеет принципиальные ограничения. Они связаны с сохранением определяемой общими законами степенью разнообразия. Это, в частности, законы иерархической компенсации и правило наличия нефункционального разнообразия.*

Процесс унификации однотипных технологий идет медленно. Он ускоряется при взаимодействии и укрупнении разных фирм, покупке сведений о полезных приемах и т. д. Иная картина возникает, когда появляются технологии, охватывающие большое пространство и регулирующиеся едиными стандартами или правилами. К таким технологиям можно отнести системы транспортных перевозок (логистику), единые коммуникационные системы: телевидение, телефон и т. д. Соответствующие процессы создания единых технологических подходов наблюдаются в программном обеспечении и т. п. Это естественно считать проявлениями глобализации.

Утверждение 6.12. *Глобализация, т. е. повсеместное распространение и унификация Технологий, идет двумя путями. Первый традиционный путь – расползание не очень сложных, древних технологий по всему мировому пространству. Второй путь – создание единых технологий, охватывающих все мировое пространство. Иными словами, процессы глобализации, трансфера технологий и их унификации связаны между собой.*

Технологи, которые повсеместно распространены, имеют и наилучшим образом разработанные системы описания. Эти системы, как и сами технологии, унифицированы в широких пределах.

Уточнение 6.5. *Наличие двух путей глобализации технологий приводит к тому, что наиболее разработанные системы классификационных описаний связаны с традиционными широко распространенными технологиями классического типа. Это технологии относительно не сложные. Вторая хорошо разработанная описательная классификационная система связана с трансфером современных крупномасштабных технологий и созданием технологий, которые с самого начала охватывают большое пространство и по своей природе имеют глобальный характер.*

Не следует считать, что глобализация технологий затрагивает только техническую сферу. Повсеместно стандартизуются и глобализуются и различные экономические (камеральные) и управленческие технологии. Болонский процесс может служить примером глобализации учебных технологий. Эта глобализация связана с установлением единых систем педагогических технологий. Возникновение всемирных религий тоже связано с распространением их из начальной точки, т. е. с глобализацией. Поскольку любая религия имеет некоторую составляющую гуманитарной технологии, то этот процесс тоже имеет отношение к нашей проблеме.

Утверждение 6.13. *Повсеместное расползание (диффузия) технологий и появление глобальных технологий окончательно оформили создание единой технологической оболочки Земли. Ее можно назвать тех-*

нологической сферой. По существу, технологическая сфера и обычная техносфера просто совпадают между собой. Изучение незначительных различий между ними особого интереса не имеет.

Процессы глобализации с особой остротой ставят вопросы о возможных ограничениях, которые накладываются на технологии. Кроме обычных ограничений организационно-технической природы на технологии накладываются и этические ограничения. Вопрос об ограничениях этого типа рассмотрен в следующем разделе.

6.5. РОЛЬ ЭТИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Применение любой технологии связано с ограничениями. Они связываются с необходимостью обеспечения производительности, эффективности, гибкости и т. п. Однако имеется еще одна группа серьезных ограничений, которая напрямую не связана непосредственно с «рабочими характеристиками процесса». Так, например, на технологию могут быть наложены требования по ограничению шума, вибраций, вредных выбросов, наличию нежелательных отходов. Эти ограничения также меняют и производственную основу. Обычно их стремятся оформить законодательно. Тем не менее не все ограничения, связанные с производственными характеристиками технологий, оформляются таким образом. Существуют нормы, регулируемые традициями, некими абстрактными соображениями и т. п. Их мы для простоты будем называть *этическими ограничениями*.

Определение 6.3. *Ограничения, накладывающиеся на технологические процессы, будем делить на две группы. Группу ограничений, которая носит организационно-производственный характер, будем называть техническими ограничениями. Остальные ограничения мы будем называть этическими ограничениями. Этические ограничения могут быть законодательными и конвенциональными.*

Уточнение 6.6. *Общая тенденция в развитии этических ограничений сводится к тому, что многие конвенциональные ограничения имеют тенденцию постепенного перехода в законодательные.*

Этические ограничения весьма разнообразны. Обратим внимание на одно обстоятельство, связанное с тем, что этические ограничения, накладываемые на технологии, возникают по-разному. Грубо говоря, этические ограничения возникают двумя путями. Первый из них можно считать *естественным*. Он связан с тем, что развитие любой технологии со временем выявляет у нее ряд свойств, на которые не обращалось внимания при ее создании. Некоторые из этих свойств вообще выявляются только в процессе использования технологии. Нередко оказывается, что некоторые технологические системы порождают шумы или вибрации почвы, загрязняют окружающую среду и т. д. Во многих технологиях может возникнуть проблема утилизации отходов. В гуманитарной сфере также может возникнуть ряд неожиданных и нежелательных эффектов. Примером их могут послужить некоторые методы, которые порождены так называемой расследовательской журналистикой.

Постепенно любое сообщество начинает вырабатывать ограничения, которые накладываются на уже используемые технологические процессы. Они могут иметь конвенциональную и законодательную форму. Возможен, однако, другой процесс возникновения ограничений, которые накладываются на технологии. В этом случае в результате теоретических и философских соображений определенные ограничения на разработку и использование технологий возникают раньше появления и разработки самих технологических процессов. Этот путь возникновения ограничений, накладываемых на технологии, можно назвать *опережающим*. Ограничения такого рода чаще всего носят рекомендательный и, в общем, расплывчатый характер. Тем не менее они существуют и активно обсуждаются. Возникновение идей неких общих ограничений можно связать с идеями таких ученых, как К. Э. Циолковский и Никола Тесла. Такие ограничения часто формулируются в рамках *космической этики*[1]. Наиболее часто моральные ограничения на технологии обсуждаются в свете экологических проблем [20, 25, 42, 105, 120]. Соответственно возник и достаточно широко используется термин *экофилософия*.

Уточнение 6.7. *Одним из важнейших вопросов, который приводит к опережающим ограничениям в области технологий, является вопрос об установлении допустимых границ взаимодействия технологий технической сферы с окружающей средой.*

В то же время общая тенденция такова, что в гуманитарной сфере этические ограничения опережающего типа накладываются на технологии чаще, чем ограничения естественного типа. Это заключение можно считать интуитивным, так как количественных исследований различных типов ограничений пока еще не проводилось.

Утверждение 6.14. *Сравнение типа этических ограничений, которые накладываются на определенные группы технологий, может служить одним из тех отличий, которые позволяют отнести технологии к различным сферам человеческой деятельности.*

В заключение напомним еще раз, что этические ограничения могут иметь также и жесткую форму в виде различных законодательных актов, регламентов и т. д.

[1] Этот термин принадлежит К. Э. Циолковскому. Саму космическую этику нередко связывают с Россией, называя иногда *российским космизмом*.

Глава 7

МЕСТО СИСТЕМ ТИПИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЩЕМ КРУГЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

7.1. РОЛЬ КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВЫХ ПРОЦЕССОВ И ОПЕРАЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ

Типизация технологий создает каталоги или аналогичные им таблицы, базы данных (БД) и т. п. Для простоты будем говорить о каталогах, понимая этот термин в расширительном смысле. В случае функционального анализа каталог оперирует общими технологическими операторами. Они аналогичны операциям Коллера [143, 144]. В случае структурного анализа в распоряжении имеются списки типовых технологических операций. В обоих случаях степени дробления, то есть уровни иерархии, до которых доведен анализ, могут быть разными. Тип описания – фасетный, перечислительный или строго иерархический – на существо рассматриваемого в этом разделе вопроса не влияет. В общем случае то, как построены все каталоги такого типа, если только это не иллюстративные учебные материалы, значения не имеет. Составление подобных каталогов требует многолетней обстоятельной работы с привлечением специалистов разного профиля. Последнее утверждение подтверждается опытом разработки различных хорошо известных классификационных систем.

Будем исходить из допущения о том, что все нужные каталоги с требуемой степенью полноты и детализации уже имеются. Если отвлечься от чисто исследовательских вопросов и проблем выбора наилучших форм группировки и представления данных, то сами по себе каталожные таблицы самостоятельного интереса не представляют.

Утверждение 7.1. *Каталоги, базы данных и другие результаты работы по систематизации технологических процессов интересны как составная часть общей работы по проектированию, использованию, оптимизации и анализу технологий. Иными словами, их польза определяется тем, что они являются важным элементом общей работы с технологиями.*

Постараемся взглянуть на технологическую работу со стороны. Идеальная схема создания нового технологического процесса обычно неявно

предполагает, что этот процесс создается с «чистого листа». Такое предположение подразумевает, что у создателей – проектантов новой технологии существуют нужные технологические навыки и опыт. Тем не менее такие ситуации возникают далеко не всегда. Более того, полная изоляция проектантов от всего массива предшествующего опыта и практических наработок просто нереальна.

Так, в качестве примера можно вспомнить о возникновении технологий обогащения ядерных материалов в конце первой половины XX в. Никакого промышленного опыта в этой области в то время у создателей новых процессов не было. В их распоряжении имелись наработки, полученные в период научных исследований предшествующего времени. Создание различных центрифуг и других процессов обогащения опиралось также на ряд технических разработок, общие представления о разработке каскадных методов и т. п. При создании методов глубокой очистки германия для полупроводникового приборостроения в начале 50-х гг. была создана новая технология очистки, названная зонной плавкой [15, 54]. Однако некоторый технологический опыт у создателей первых промышленных устройств, которые работали по этой схеме, все же был. Не случайно первые опытные установки для так называемой *вертикальной бестигельной плавки* иногда использовали элементы стандартного оборудования, которое изначально предназначалось для иных целей.

Тем не менее возникновение подобных принципиально новых технологических процессов происходит не столь часто, как это может показаться со стороны. Намного более распространена ситуация, когда при проектировании нового технологического процесса его создатели должны учитывать уже имеющиеся опыт, традиции и считаться с имеющимся оборудованием. В повседневной деятельности технологу на производстве непрерывно приходится совершенствовать режимы, внедрять новые процессы в схему имеющегося производства, оценивать практические возможности приспособления оборудования, оценивать степень радикальности вводимых изменений.

Уточнение 7.1. *Создание, совершенствование и оптимизация технологических процессов не могут происходить без учета всего предшествующего опыта и накопленных знаний, материальных ресурсов и теоретических разработок. Различие технологических задач проявляется только в степени этого влияния.*

В соответствии с этим возникает вопрос о типах и характере взаимодействия создаваемых, совершенствуемых и эксплуатируемых технологических процессов с предшествующим опытом и с промышленным окружением. Сложность этого анализа связана с нелинейностью рассматриваемой задачи.

***Утверждение** 7.2. Любые технологические процессы, воздействуя на окружение и используя накопленный опыт, в свою очередь, также воздействуют на него. Именно эта нелинейность составляет основную трудность в изучении процессов формирования реальных технологий, технологических процессов и режимов.*

Оценим основные направления взаимодействий технологий и их окружения. Для технической сферы – это производственное окружение, для технологий гуманитарной сферы – это окружение социальное. С целью большей конкретности анализа будем исходить из технологий производственной сферы.

Первый тип взаимодействия технологий с окружением связан с тем, что реализация того или иного технологического процесса может потребовать совершенствования, модернизации или даже создания определенного оборудования или его частей. В простейших случаях речь может идти о создании специальных инструментов и приспособлений. Могут потребоваться и более серьезные разработки.

***Уточнение** 7.2. Для реализации нового технологического процесса может понадобиться специальная технологическая оснастка.*

Второй тип взаимодействия технологий с внешней средой вытекает из того, что новая технология ориентируется на имеющееся оборудование. Технология сама может наложить на оборудование (техническую систему) некоторые ограничения.

***Определение** 7.1. Будем называть обратным ограничением те ограничительные требования, которые могут накладываться характером технологии на технологическое оборудование и даже на свойства конечных объектов.*

Простейшие обратные ограничения можно проиллюстрировать рис. 7.1. На нем представлена типичная ситуация, которая чаще всего изучается на младших курсах технических вузов. Так, на рис. 7.1*а* изображена простейшая деталь, для изготовления которой требуется создание специального режущего инструмента или же использование электроэрозионного станка [35]. На рис. 7.1*б* изображена более сложная деталь. Ее проще всего изготовить из отдельных частей, впоследствии спаянных.

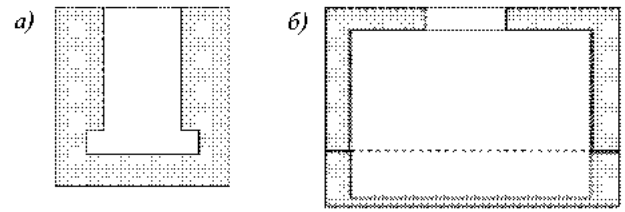


Рис. 7.1. Ситуация, поясняющая обратные требования, которые связаны с «технологичностью» детали

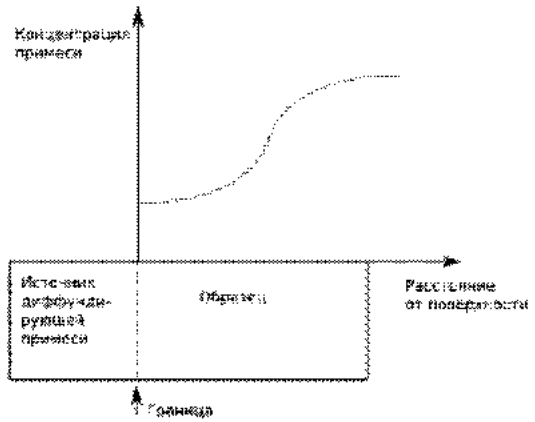


Рис. 7.2. Концентрационный профиль, который невозможно создать посредством диффузионной технологии

***Уточнение** 7.3. Технология выдвигает перед разработчиками объектов определенные требования, которые часто называют технологичностью.*

Требования обобщенной технологичности объектов могут быть более жесткими и носить несколько иной характер по сравнению с вариантами, рассмотренными на рис. 7.1. Пусть имеется пластина полупроводникового материала, в которой для реализации некоторой приборной идеи желательно создать распределение определенной примеси, то есть *концентрационный профиль* (рис. 7.2). Во многих реальных технологиях распределение примеси создается диффузией примеси из источника, располагаемого на поверхности пластины. Нетрудно понять, что этим путем невозможно создать концентрационный профиль, который приведен на рис. 7.2. Это обстоятельство накладывает определенные ограничения на возможные конструкции твердотельных приборов. Конечно, требуемый профиль можно создать методом *ионной имплантации*. Однако это связано с возникновением в полупроводниковой матрице нежелательных структурных дефектов. Не вдаваясь в существо дела, отметим, что соответствующие обратные ограничения были описаны в [98][1].

[1] Рассмотренная ситуация выявляет дополнительную связь технологий с общетеоретическими проблемами. Как известно, с чисто теоретической точки зрения диффузионные профили могут быть созданы как сумма некоторых стандартных функций. Их семейство не обладает полнотой. Поэтому становится интересным вопрос о нахождении всех типов функций, которые можно создать с помощью заданной неполной системы функций.

Утверждение 7.3. *Первой областью применения каталогов типовых технологических процессов можно полагать их использование для формулировки и уточнения требований к технологическому оборудованию и изготовляемым объектам. Иными словами, первая область использования каталогов технологических процессов – это область проектирования и конструирования объектов и технологий. Каталоги типовых процессов позволяют оптимизировать процесс выбора нужных решений и помогают выявить неперспективные решения.*

Упомянутые достоинства использования каталога типовых технологических процессов относятся к тому, что было названо разработкой процессов «с чистого листа». В реальной производственно-технологической деятельности новые или усовершенствованные технологии вводятся в практику на действующих и модернизируемых предприятиях. В этом случае главная задача – это внедрение в жизнь технологических процессов с наименьшими затратами. Понятие затрат и соответствующей оптимизации процесса введения технологии могут быть разными. Можно говорить о максимальном использовании существующего оборудования, лучшем использовании опыта обслуживающего персонала, обеспечении равномерной загрузки технологических линий или оборудования и т. д. На разных предприятиях, как действующих, так и создаваемых или реконструируемых, реальная обстановка отличается очень сильно. Как следствие решения по выбору и созданию новых технологий могут отличаться в зависимости от условий во внешнем окружении.

Уточнение 7.4. *Учет конкретных различий во внешних условиях при проектировании реального технологического процесса также должен опираться на анализ и использование соответствующих каталогов.*

Повседневная работа большого предприятия предусматривает непрерывную доработку и внедрение различных технологических схем. Большой машиностроительный завод, например, получает разные заказы. Для их выполнения он должен на основе стандартных технологических процессов создавать общие конкретные технологические схемы работы. Аналогичная картина характерна и для больших химических производств. Здесь в зависимости от заказов меняются набор изготовляемых материалов, их качественные и количественные характеристики и т. д. В этих и им подобных случаях приходится «подгонять» технологию под возможности производства. Эта подгонка часто связана с наличием альтернативных технологических приемов.

Возьмем элементарный пример, который известен любому практику. Ряд машиностроительных операций, скажем, сверление отверстий, можно реализовать на разных станках – сверлильном, токарном и т. д. Объединение таких операций в некоторую последовательность может зависеть от множества условий. С одной стороны, желательно как можно меньше перемещать обрабатываемую деталь с одного станка на другой, то есть уменьшить число *переходов*. С другой стороны, желательно равномерно загрузить все имеющееся оборудование, правильно использовать квалификацию работников, возможности автоматизации и многое иное. В условиях химического производства следует учитывать наличие нужного числа реакторов, схемы транспорта материалов, время выхода на режим, обеспеченность контрольной аппаратурой (это важно и в машиностроении) и т. д.

Перечисление всех возможных обстоятельств, которые могут повлиять на процесс, – непростое дело. Решение проблемы связано с квалификацией персонала, имеющимся опытом и традициями, а также с наличием нужных каталогов. Речь идет не только о каталогах типовых технологических операций и приемов, но и о каталогах внешних факторов.

Утверждение 7.4. *Повседневная оперативная технологическая работа существенно упрощается при использовании каталогов операций и условий, влияющих на реализацию процессов.*

Следует помнить, что практическая технологическая работа требует создания чертежей, различных технологических карт, графиков и обеспечения процесса иной документацией. Эта во многом рутинная работа требует много времени, поэтому ее всегда стремятся свести к стандартным действиям и автоматизировать. Автоматизация работы с технологической документацией – это тоже технология, но только технология, оперирующая информационными потоками. Соответствующая работа применительно к машиностроительным технологиям описана в [107, 108]. Эта работа, так же как и аналогичные работы в области химических технологий [32, 33], по существу, представляет собой чисто математическое исследование, которое описывает способ анализа сложных технологий. Естественно, что на практике провести такую работу без использования соответствующих каталогов или иных БД, дающих описание возможных режимов и технологических приемов, невозможно.

Утверждение 7.5. *Автоматизация процессов проектирования и разработки необходимой технологической документации с необходимостью должна опираться на каталоги, БД и различные справочники.*

Заметим, что традиционный справочник конструктора или технолога, многие десятилетия использовавшийся в любой практической работе технолога и конструктора, – это типичный каталог на бумажном носителе. В настоящее время он, естественно, заменяется каталогами в электронной форме. Традиционные справочники и каталоги описывали прежде всего детали машин, свойства конструкций и материалов. Для создания нужных сведений о технологических процессах нужны были справочники химических реакций и физических эффектов. Сбор

и группировка всех данных в разумную систему требуют проведения работы по типизации технологий.

Принято считать, что первые работы в этой области выполнялись в машиностроении. В СССР наиболее активно эти работы проводились А. П. Соколовским. Впервые типизацией технологических процессов в машиностроении он начал заниматься в 1938 г., итоговая работа была им напечатана в 1947 г. [107].

Знакомство с работами типа [63, 107] показывает, что развитие методики описаний порождает сложные математические системы. Их использование требует специальной квалификации работников. Нам, однако, интересно иное. Создание серьезных математических методов, которые используются в работе с технологиями на разных этапах – подготовка, планирование, изготовление документации, эксплуатация, – невозможно без разработанной типизации технологических процессов на определенном уровне описательной иерархии.

Утверждение 7.6. *Уровень возможностей математического описания технологических процессов напрямую связан со степенью разработанности типизации элементов технологий. Наличие этих разработок (каталогов) порождает математизацию описаний. В свою очередь, наличие такой математизации свидетельствует об успехах в разработке системы типизации технологий. Таким образом, математизация описания технологий не только применяет каталоги типизации, но может быть использована и для оценки уровня их разработанности.*

Даже поверхностный анализ показывает, что степень математизации в процессах управления и проектирования технологий различается на разных уровнях описательной иерархии. Возвращение к их серьезному анализу оправдано только в случае нестандартных ситуаций. Сказанное в полной мере относится и к другим областям технической сферы – техническим системам, материалам и т. д.

Обратим внимание еще на одно обстоятельство. Процесс свертки может сопровождаться процессом *замены способа программирования*. Так, в частности, сложная программа изменения температурных режимов изготовления интегральных схем при массовом их производстве заменяется движением серии пластин через стационарное температурное поле сложного профиля. Для этой цели используют так называемые *конвейерные печи*, существенно упрощающие реализацию технологии, основанной на программировании температуры. Подобные замены используются и в других ситуациях.

Утверждение 7.7. *Уровень описательной иерархии, для которого используются наиболее сложные математические методы изучения технологий, можно считать наиболее актуальным уровнем, который определяет развитие соответствующей группы технологий. Эволюция технологий порождает движение этого уровня.*

Элементарная логика говорит о том, что эволюционное направление сдвига *уровня актуального анализа технологий* идет вверх, то есть в сторону усложнения. Это отнюдь не означает, что качество описания на более низких уровнях технологической иерархии становится избыточным. Возможности и основы такого описания сохраняются. Однако некоторая условная экономичность работы порождает тот процесс, который называется *сверткой*. Действительно, трудно себе представить, что в настоящее время кто-нибудь всерьез займется проектированием или теоретическим изучением стандартных технологий. Если они изучены, то, значит, внесены в соответствующие каталоги и другие БД.

Утверждение 7.8. *Развитие разнообразия возможностей на актуальном уровне технологий, выражающееся, в частности, в наличии развитой математической системы описания, связано с уменьшением разнообразия на более низких уровнях иерархии.*

Выше говорилось о законе иерархической компенсации. При этом имелось в виду, что утеря разнообразия на некотором уровне системы восполняется ее появлением на других, обычно более низких уровнях. Здесь мы имеем тот же самый закон, но в ином варианте – система избавляется от избыточного разнообразия. Таким образом, можно говорить о более общем законе. Его можно назвать *законом оптимального разнообразия*.

Важно отметить, что закон оптимального разнообразия проявляется и в изменении требований к профессиональной квалификации работников. Развитие больших сложных технологических систем не только меняет численный состав операторов и проектантов. От них требуются знание информатики, более совершенная математическая подготовка и т. д. Наладчик современного технологического оборудования должен обладать иным набором знаний по сравнению с наладчиком, который был активным работником несколько десятилетий тому назад. Это хорошо известный факт. В то же время обычно не обращают внимание на то, что традиционная работа оператора и наладчика на простых операциях постепенно «вымывается». Часовщик, который изобретал, изготовлял, регулировал и ремонтировал часы в XVIII в., был высококвалифицированным специалистом. Его приглашали для многих сложных технических работ. Не случайно часовщики этого периода известны своими научными открытиями, технологическими разработками и изобретениями. В нынешние времена такие специалисты практически не нужны. Современные регламенты ремонтных технологий повсеместно сводятся к поиску неисправных блоков и их замене. Вся технологическая цепочка сдвигается в направлении возникновения новых умений и приемов технологической работы и постепенному отмиранию старых приемов и технологий.

Утверждение 7.9. *По мере развития технологий наибольшие творческие навыки и наибольшие умения исполнителей на некотором уровне технологической иерархии сдвигаются в сторону малоперспективных и редких работ.*

Изменение характера технологий и требований к работникам можно проследить на простейшем бытовом примере. Первые шариковые ручки появились еще в середине 40-х гг. прошлого века. При этом при использовании пасты необходимо было покупать новый металлический стержень. Распространение этих ручек породило технологию повторной заправки использованных стержней. Появились специальные мастерские с простейшим зарядным оборудованием. Дальнейшее развитие технологий привело к тому, что перезаряжать стержни пастой стало невыгодно и технологии повторной зарядки отмерли за ненадобностью. Исчезли и соответствующие работники. Примеров подобного рода можно привести великое множество.

Однако эволюция технологий порождает и новые, особые требования к обеспечению сложных технологических процессов. Оператор атомной электростанции, штурман теплохода с автоматизированным управлением, диспетчер системы газопроводов и другие аналогичные специалисты должны, с одной стороны, «только наблюдать» за процессом. В то же время их квалификация должна быть очень высокой для вмешательства в критический момент и выведения систем из сложных ситуаций.

Высокая квалификация связана с практическим опытом. Подготовка на тренажерах и прочие методы повышения квалификации не вполне обеспечивают необходимые навыки оператора. Уравнения управления сложными системами [13, 32, 33] описывают очень жесткие, негибкие технологические системы. Реальная технологическая система должна обладать запасом гибкости, то есть разнообразием решений.

Утверждение 7.10. *Обеспечение необходимой гибкости технологической деятельности в виде разнообразия условий и режимов работы необходимо не только для успешного функционирования самой системы, но и для поддержания необходимой квалификации персонала. В этом смысле можно говорить о том, что в технологической системе должно выполняться условие резервирования творческой составляющей.*

Автоматизация сталкивает оператора еще с одной проблемой. При малой активности во время нормальной работы оператор все время ощущает большую психологическую перегрузку, которая связана с огромной ответственностью за свои действия. Это обстоятельство также говорит в пользу резервирования творческой составляющей в технологических процессах.

Утверждение 7.11. *Общим итогом эволюции технологий, связанных с сочетанием типизации процессов и автоматизацией проектирования и работы, можно считать свертку описательных процессов на нижних уровнях технологической иерархии и наличие резервирования творческой составляющей на активных ее уровнях. Без обеспечения этих условий усложнение математического анализа грозит остаться чисто теоретической схемой.*

Реальная технологическая практика предъявляет и другие требования к описанию технологических процессов.

7.2. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ СОЗДАНИИ ОПИСАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ И ПРОЦЕССОВ

Практическая реализация технологий требует намного большей детализации их описания, чем их проектирование. Эта детализация связана с требованием точных указаний элементов и этапов операций на всех стадиях технологического процесса. Поэтому желательно предусмотреть возможность введения нужных указаний в каталоги типовых технологических процессов. Требования к указаниям сводятся к формулировке последовательности действий и операций, а также к введению числовых характеристик процесса. Рассмотрим простейший пример. Пусть, например, требуется смешать две жидкости. Операция смешения хорошо известна. Она имеется в списке основных операций Коллера (см. табл. 4.1). Само смешение можно осуществить по разным альтернативным схемам, в частности, вливать в емкость две жидкости одновременно, а можно вливать их последовательно или же попеременно, чередуя порции вливаемых жидкостей. Возможны и другие варианты реализации операции. С точки зрения проектирования схемы технологического процесса, все эти варианты равноценны. С точки зрения структурного анализа, достаточно опираться на возможность нахождения и идентификации каждой составляющей процесса. При этом, если в смесительную емкость последовательно одна за другой полностью вливаются две жидкости, разницы в описаниях операций нет. С формальной точки зрения, нет разницы и в том, какая из жидкостей вливается первой, а какая – второй. Это определяется иными условиями. Иногда такой выбор представляется случайным.

На самом деле произвол в выборе последовательности действий допустим не всегда. Уже из школьного курса химии известно, что из-за наличия тепловых эффектов при смешении влить воду в кислоту или же влить кислоту в воду – далеко не одно и то же. Поэтому детальное описание технологической операции слива двух жидкостей должно учитывать последовательность действий при операции. На рис. 7.3 изображе-

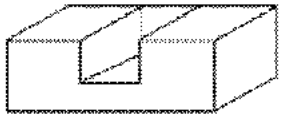


Рис. 7.3. Деталь, где надо указать опорную (исходную) поверхность при обработке, что задает последовательность операций

на простая металлическая деталь. Ее поверхности требуется обработать на фрезерном станке. При этом может оказаться существенной последовательность действий. Число таких примеров нетрудно увеличить.

Утверждение 7.12. *Детализация реальной технологии и требования составления документации технологического сопровождения требуют введения в описание четких указаний о последовательности тех мелких операций и действий, которые в вопросах проектирования и отработки макропоследовательности операций могут представляться несущественными. Это можно делать или вводя в описание специальные операторы-символы, или же дополняя обычные операторы некоторыми числовыми характеристиками-обозначениями.*

Составление детального плана технологической операции, кроме задания последовательности действий, может потребовать еще и членения простейших операций. Так, в частности, сверление отверстия может быть расчленено на ряд последовательных действий – нанесение керна, сверление с использованием меньшего диаметра сверла, а затем уже окончательное «чистовое» прохождение отверстия. Все это может завершиться еще и зенковкой. Если операцию проводит человек, то указывать ему эту последовательность не нужно. При автоматизации же процесса, если такое членение необходимо, оно должно быть указано.

Уточнение 7.5. *Степень детализации описания технологического процесса, с точки зрения указания последовательности микроопераций и членения операции на части, зависит от степени участия в общем процессе человека и от его квалификации. Более высокая квалификация работника связана с меньшей потребностью в детальном описании.*

Как только возникает вопрос об автоматизации технологического процесса, так сразу же возникает проблема введения в его технологическое описание числовых характеристик. Если человеку-оператору можно просто указать на необходимость поворота детали, то при автоматизации процесса необходимо указать величину угла поворота. Более того, возникает необходимость указать и то, как отсчитывается этот угол. Возвращаясь к случаю механической обработки детали на металлообрабатывающем станке, нужно вспомнить, что здесь надо оговаривать, какая поверхность должна считаться базовой, то есть той, от которой производится отсчет всех измеряемых значений и которую обычно необходимо обрабатывать в первую очередь. Известно также, что в процессах механической обработки требуется указывать и качество обработки

поверхностей. Это качество также является некоторой числовой характеристикой операции. Аналогичные требования возникают в любом технологическом процессе независимо от его природы. Так, в частности, при операции нагрева требуется указывать начальную и конечную температуры, требования к стабильности температуры, скорость ее изменения и т. д. Нередко необходимо описывать и условия подведения или же отвода тепла.

Результатом такого подхода к описанию технологий можно считать активное введение в систему технологической документации сведений о характеристиках измерительных систем, их точности, способах поверки и т. д.

Утверждение 7.13. *Четкое и детальное описание элементов технологии, которое связано с их автоматизацией и стандартизацией (типизацией), требует введения в описание элементов технологического процесса множества числовых характеристик, сведений об измерениях и других уточняющих факторах.*

Далеко не всегда стремление к полной автоматизации технологий должно считаться положительным фактором. Описательные сложности при исключении человеческого труда в ряде простейших операций слишком велики, чтобы стремиться исключать всегда и везде присутствие человека в технологиях. Это особенно касается тех технологий, которые не имеют широкого распространения.

Уточнение 7.6. *Существует некоторое оптимальное количество чисто ручных операций и действий, которые необходимо сохранять в любой сложной технологии. Количественная оценка и те иерархические уровни технологии, где наиболее желательно их сохранять, меняются от типа технологий, их распространенности и просто от времени.*

Часто возникает вопрос о создании полностью автоматизированных производств.

Определение 7.2. *Под полностью автоматизированными технологиями или технологическими процессами понимаются такие технологии и процессы, которые после запуска могут продолжать работать без вмешательства человека практически неограниченное, точнее, достаточно большое время.*

Исходя из таких представлений полностью автоматизированная технология должна считаться идеализацией. По этой причине, говоря о возможности исключения человека из реальных технологий, следует пользоваться понятием *степени автоматизации*.

Определение 7.3. *Под степенью автоматизации технологии на том или ином уровне описательной иерархии следует понимать отношение общего числа операций или действий, осуществляемых без вмешательства человека, к полному числу операций или действий на заданном уровне описательной иерархии.*

Оптимальный уровень автоматизации технологий зависит от многих факторов. Для того чтобы можно было делать какие-либо конкретные выводы о желательной степени этого уровня, необходимо проведение специальных исследований.

7.3. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ТИПИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ. РОЛЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

Одним из важнейших процессов, связанных с эволюцией технологий, следует считать изменение роли человеческого фактора в реальных процессах. Это изменение связано с новыми требованиями к квалификации персонала и со сдвигом активного уровня использования человеческого труда в иерархической лестнице технологической системы. При этом на более низких ступенях иерархии, где используются часто повторяющиеся операции, «вымывание» человеческого фактора идет за счет типизации и стандартизации приемов и операций. Разнообразие технологических возможностей обеспечивается в этом случае за счет выбора элементов технологии из набора типизированных операций, вносимых в каталог.

Уточнение 7.7. *Следует помнить, что типизация технологий и их элементов возможна только в том случае, если имеется твердая уверенность в их надежности и воспроизводимости.*

Разработка новых приемов на тех уровнях, где используются типизированные процессы, может рассматриваться только как исключительное явление. Чаще всего оно происходит на уровне ремонта, индивидуального сервиса и опытных разработок. На более высоких уровнях технологической иерархии сложная технология чаще всего строится на основе уже имеющихся и проверенных технологий более низкого уровня иерархии. Более того, многие технологические задачи просто «подстраиваются» под имеющийся парк технологий. В результате может оказаться, что уже имеющаяся в наличии некоторая технология, по своему качеству отвечающая некоторым средним условиям, может оказаться препятствием для создания новых, более совершенных, но индивидуализированных технологий, то есть и в этом случае мы сталкиваемся с *принципом Сименса*.

Примеры подобного рода легко проследить в бурно развивающейся области технологий программирования. В компьютерной сфере легко найти примеры, когда наличие уже отработанной программной оболочки, более или менее удовлетворяющей некоторым средним требованиям, со временем может стать тормозом к совершенствованию и созданию новых программ, отвечающих тем же самым условиям.

Использование такой программы (технологии) в качестве составляющей части других, более сложных технологий обеспечивает ее определенную временную устойчивость. Надо понимать, что этот процесс использования «средних по качеству» технологий имеет как положительные, так и отрицательные черты. Делать его общие оценки особого смысла не имеет. В то же время в каждой конкретной ситуации проведение соответствующего анализа может принести определенную пользу. Надо понимать, что доминирующая роль уже разработанных технологий при создании новых чаще всего имеет временный характер. В реальной жизни происходит постепенное обновление каталога используемых технологий. Это происходит, в частности, за счет периодического обновления и усовершенствования отдельных процессов в стандартной технологии. В технологиях программирования такие обновленные программы-технологии получили название *версий*. В принципе, постепенное обновление отдельных элементов технологии может со временем полностью видоизменить ее.

В процессе обновления стандартных технологий существенную роль играет соревновательный процесс, часто переходящий в конкуренцию. В соревновательном процессе может оказаться полезным наличие двух разных, хорошо апробированных систем технологий. Условно это можно назвать *конкуренцией брендов*. Такая конкуренция полезна, поскольку подстегивает пользователей. Непосредственно на рынке она влияет и на потребителей. В ряде случаев для стимуляции прогресса иногда используют искусственное создание конкурирующего бренда. Это относится к одному из технологических приемов продвижения товаров и технологий.

Положительной стороной широкого использования усредненных стандартных технологий можно считать то, что они постоянно находятся в действии. Это связано с тем, что неиспользуемая система постепенно деградирует или же просто приходит в негодность.

Утверждение 7.14. *Эпизодически используемые технологи редко бывают совершенными.*

По этой причине создание сложных технологических систем желательно проводить так, чтобы все используемые в них технологии имели более или менее постоянную нагрузку. При желании для этой цели можно пользоваться искусственно вводимыми *коэффициентами использования*. К сожалению, обеспечить равномерное использование всех технологических операций в сложной технологической системе возможно не всегда. В сложных технологиях всегда должны быть предусмотрены резервные процессы – ремонтные, аварийные и т. д. Задача правильной эксплуатации сводится к их условной «тренировке». Типичным примером могут служить технологии противопожарной безопасности, различ-

ные военные технологии и им подобные. Идеальным вариантом любой общественной системы была бы такая ситуация, когда эти технологии вовсе бы не использовались. В этом случае всегда существовала бы опасность, что в критических условиях подобные процессы могли бы оказаться неработоспособными или же неэффективными.

Утверждение 7.15. *Все эпизодически используемые и резервные технологии должны периодически эксплуатироваться для поддержания их в рабочем состоянии, выявления слабых мест и отыскания путей совершенствования.*

Эволюционное совершенствование технологий, как и развитие техники, чаще всего идет в двух направлениях. Одно из них – универсализация. Она происходит за счет увеличения возможностей технологии, ее качественного и, условно говоря, количественного роста. Второе направление прямо противоположно первому. Оно нацелено на индивидуализацию технологии, концентрацию ее возможностей на определенных задачах. Условно говоря, это некое количественное уменьшение. Такой процесс можно проследить на примере технологии вычислений. С одной стороны, процесс идет в сторону создания мощных вычислительных систем, с другой стороны, он направлен в сторону роста возможностей индивидуальной вычислительной техники, а значит, и технологии. Этот пример нельзя считать чисто технологическим. Однако он наглядно иллюстрирует очень важный закон, характерный и для технологий, и для технических систем. Этот закон можно назвать *законом вымывания среднего.* Применительно к технологиям смысл этого закона достаточно очевиден. Он прослеживается и в каталогах технологий, хорошо отражающих количественные соотношения, то есть распространенность тех или иных технологических процессов.

... Многие люди склонны к синтезу и почти не в состоянии понимать научный анализ. Но без такого анализа не может обойтись тот, кто намерен строить научную теорию.

В. Парето

Нельзя объять необъятное.

Козьма Прутков

Часть третья

РАЗРАБОТАННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Глава 8

ОСНОВНЫЕ ОПИСАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СФЕРЫ

8.1. КРАТКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПОВОДУ ИСТОРИИ ОПИСАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СФЕРЫ

Задача полного описания технологий требует длительных усилий множества людей, которые должны быть специалистами в разных областях знания. В реальной жизни вопросы типизации технологий и создание способов их описания решаются по мере возникновения практической необходимости в соответствующих действиях. В силу этого ожидать единства в методах типизации различных групп технологий маловероятно. Однако в ряде случаев просматривается некоторое единство, которое свидетельствует о том, что ряд общих принципов типизации достаточно очевидны и интуитивно понятны.

Утверждение 8.1. *Удобнее всего анализ типизации разных групп технологий технической сферы начинать от тех групп, где система описания, то есть каталоги, наиболее развита. В этом случае последовательность рассмотрения должна идти от тех групп технологий, которые условно можно считать простыми, к более сложным группам. При таком подходе порядок рассмотрения обычно следует историческому развитию техники.*

На самом деле разные группы технологий развивались одновременно. Тем не менее существует условная историческая последовательность.

Уточнение 8.1. *Исторически типизация различных групп технологий всегда исходила из однопотокового приближения.*

Задача последовательного анализа различных групп технологий в направлении возрастания их сложности требует правильного выбора начальной точки, в качестве которой естественно выбрать переход от обычных нескоординированных единичных действий, или *простейших групп действий,* к закономерным их последовательностям, то есть технологиям. Человек в своей повседневной жизни не может избавиться от необходимости использовать простейшие действия. Взять в руки ложку, застегнуть пуговицу, нажать на кнопку пульта – это действия или же их группы, которые относятся к *предтехнологической деятельности.* Ряд этих действий лежит в основе треблигов. Изучение треблигов лежит на границе между психологией и технологией.

Реальная техническая и технологическая деятельность человека начинается с объединения элементарных предтехнологических действий в последовательности, которые могут быть названы *начальными операциями.* Одновременно в деятельность человека начинают вводиться начальные технические средства. Исторически к ним можно отнести палку, камень и т. д. Анализ этих средств и последовательность их ведения в практику не являются для нас предметом обсуждения. Сочетание начальных операций и начальных средств – это стартовая точка *архаических технологий* и *архаических технических устройств.*

Определение 8.1. *Сочетание начальных операций и начальных средств, являющееся начальной точкой развития технологий и технических систем, составляет основу архаических технологий.*

Представление об архаических технологиях во многом основано на догадках и ретроспективном анализе. В области архаических технологий никаких реальных рецептов, которые были бы надежно зафиксированы, не существует. Наши сведения относятся к более позднему периоду, который связан с технологиями, которые можно назвать элементарными. Важно не само описание элементарных технологий, а действия и поставленные задачи.

Переход от архаичных технологий к элементарным технологиям можно назвать процессом *технизации.*

Определение 8.2. *Технизация технологий – это введение в технологический процесс операций, которые позволят исключить ручную деятельность.*

Полностью исключить ручную деятельность невозможно. В то же время технизация необходима везде, где невозможно непрерывно использовать ручной труд.

Утверждение 8.2. *Разумная технизация отражает нахождение точки равновесия между необходимым ручным трудом и использованием различных устройств, помогающих реализовать технологические идеи. Технизации рано или поздно подвергается вся деятельность, где нельзя непрерывно эксплуатировать труд человека. Именно это соображение и помогает найти точку равновесия.*

Эпоха формирования первых элементарных технологий имела дело с технологиями, относящимися к разным группам, например технология изготовления каменного топора, технология обработки шкуры или технология приготовления пищи. Дальнейший переход от элементарных технологий сначала к простым, а затем и к сложным сохранил это деление. Архаические и элементарные технологии опирались на использование потоков вещества. Можно полагать, что работы по обработке вещества (материалов) проще работ по изменению его свойств. На этом основании при дальнейшем рассмотрении типизации разумно считать

исходными те группы технологий, которые связаны именно с обработкой вещества. После этого можно расположить технологии, связанные с созданием из вещества изделий, их транспортировкой и затем – с преобразованием свойств вещества. Вслед за этим имеет смысл рассматривать технологии, которые связаны с энергетическими потоками, а затем технологии, связанные с потоками информации.

8.2. КАТАЛОГИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ГОТОВОГО МАТЕРИАЛА

Обработка вещества (материалов) не затрагивает их состав и структуру. Поэтому ее основой можно считать технологии изменения формы и обработки внешних и внутренних поверхностей. В основном эти процессы связаны с механическими воздействиями на материал. При этом наиболее развиты, изучены и формализованы технологии работы с металлом – металлообработка. Исторически хорошо изучены также процессы работы с деревом, а в последние десятилетия и с пластмассой. Строго говоря, к этой группе технологий примыкает группа технологий по работе с тканями, а также ряд других менее представительных групп. Однако исследования в области изучения технологий «нетрадиционных» групп материалов нельзя считать определяющими. Прогресс в области технологий обработки материалов, так же как и прогресс других технологий этой группы, основан на сочетании различных методов воздействия на объект.

Замена простой механической обработки такими технологиями, как прессование, штамповка и т. п., основан на сочетании различных методов обработки материала. При этом простейшие механические воздействия на вещество постепенно заменяются более сложными, комбинированными воздействиями. Так, для многих прогрессивных процессов нужно изменение температуры обрабатываемого материала с целью временного придания ему технологической пластичности. Тем не менее логика изложения требует в первую очередь описать технологии простой механической обработки материалов. Это тем более удобно, что именно в области технологий обработки металлов на машиностроительных предприятиях достигнуты первые ощутимые успехи в деле установления единообразия в описании технологических приемов.

Историческое развитие процессов обработки металлов и древесины шло традиционным путем – уменьшение доли ручных операций и появление все более новых и совершенных приспособлений, инструментов, станков и т. д. Точное описание всех действий при ручной работе не имеет особого смысла. Здесь навыки и умения задаются обучением и постепенно совершенствуются с опытом работы. Расчленять и

записывать все эти действия для оформления технологии как таковой практически не нужно. В то же время систематизация операций работника нужна для создания технологических карт, которые лежат в основе оценки трудовых затрат и, в конечном итоге, в определении стоимости изготовляемых объектов. На реальную стоимость влияют еще и другие обстоятельства. Тем не менее определение трудозатрат лежит в основе всех окончательных оценок. При желании и необходимости детального описания результат технологической подготовки в идеале сводится к сочетанию выбора оснастки, определения последовательности операций и разделения всех действий на элементарные операции. В итоге все эти операции должны быть сводимы к операциям Коллера. Чаще всего столь подробная детализация не требуется. Степень необходимой детализации зависит от конкретных условий. Тем не менее запись основных операций вносится в соответствующие документы предприятий.

Переход к более совершенным методам обработки с использованием станочного парка требует уточнения технологических описаний. В этом случае начинает проявляться процесс *оптимизации технологий.*

Определение 8.3. *Под оптимизацией технологий подразумевается нахождение наиболее эффективного построения схемы процесса, которая складывается из выбора операций, их последовательности и необходимого оборудования.*

В зависимости от реальных условий процесс оптимизации может выполняться по-разному.

Уточнение 8.2. *Процесс оптимизации может производиться по величине трудозатрат, коэффициенту использования того или иного оборудования, времени и, наконец, на основе согласования с другими технологическими процессами на том же производстве. Возможно использование и комбинаций различных параметров. Такие комбинации в ряде случаев называют коэффициентом, или функцией, желательности.*

Оптимизация технологических процессов – основа организации работы любого серьезного предприятия.

Уточнение 8.3. *Оптимизация технологических процессов возможна только тогда, когда в их организации имеется определенная степень гибкости, то есть некоторый запас разнообразия.*

Утверждение 8.3. *Наличие разнообразия в технологическом процессе является необходимым условием его оптимизации.*

Потребность в автоматизации и стандартизации процессов приводит к поиску путей максимального использования строго стандартизованных процессов и режимов. Поэтому нередко встречаются ситуации, когда для обеспечения условий производственной оптимизации при проекти-

ровании технологических цепочек проектанты вводят в общую схему спланированную неопределенность.

Реальная оптимизация происходит с учетом имеющихся каталогов технологических операций. При этом, по крайне мере в области машиностроения, используется унифицированная терминология. Она, в частности, отражена в ГОСТе [28], где приводятся и переводы основных терминов на другие языки. При переводе стандартных терминов на другие языки могут возникнуть серьезные трудности. По этой причине получили распространение специальные справочные пособия [3, 9].

Знакомство с общепринятой терминологией показывает, что практически во всех группах технологических процессов используется не понятийно-терминологическая система терминов – ПТС, а так называемая *естественно сложившаяся терминология – ЕСТ* [4]. Понятийно-терминологическая система берет начало в [4, 87, 116]. На наш взгляд, либо эта система, либо аналогичные ей системы могут создать непротиворечивые каталоги стандартизированных описаний технологий. На этом пути можно ожидать появления хотя и непростой, но единой системы описаний. Применяемые же в разных странах и в разных группах технологий системы ЕСТ опираются на традиции разного типа. Поэтому если пытаться использовать в практике именно такие системы, то создание единообразного типа описаний для всей сферы технологий, скорее всего, нереальная задача.

Позволим краткое замечание, связанное с ЕСТ в области машиностроения, то есть замечание по поводу ГОСТа [28]. В этом случае естественно сложившаяся технология исходит не из непосредственной типизации процессов, то есть из последовательного описания операций и действий, а из непосредственного описания характера работы технической системы машиностроительного завода. Она опирается на описание работы групп станков. При этом выделяются такие действия, как установка, захват, переход и т. д. Эти действия означают установку и ориентировку обрабатываемой на станке детали, ее фиксацию и те операции, которые связаны с постоянством используемого инструмента и обрабатываемых поверхностей. Практически та же терминология используется и в других группах близких технологий, например, при организации ремонта автомобилей [7]. Не вдаваясь в терминологические тонкости, отметим, что обычно практической основой для декомпозиции технологических операций являются не описания самих действий, а соотношение этих действий с характеристиками и возможностями оборудования.

Утверждение 8.4. *Естественно сложившиеся в разных группах технологических процессов терминологии ориентированы не столько на описание непосредственных действий и операций, сколько на связь*

этих действий и операций с конкретными производственно-техническими условиями. Такой подход имеет несомненные практические достоинства для практической работы в заданных конкретных условиях. В то же время при этом подходе резко возрастают трудности построения единой описательной иерархии, пригодной в любом случае.

Разницу в подходах пояснить несложно. Так, в принципе, одной и той же фрезой можно при одной установке детали сделать несколько разных операций. В случае использования ПТС они будут считаться разными, а при использовании ЕСТ – одинаковыми. Возможны и обратные ситуации. *Здесь не должен возникать вопрос о том, какой тип терминологии лучше, а какой хуже. Просто надо четко учитывать то, что в этих случаях в основу описания положены разные принципы.* В связи с тем, что технологическое оборудование в разных группах технологий разное, используемые в них варианты ЕСТ могут сильно различаться. В металлообработке и в машиностроении терминология может считаться устоявшейся. Тем не менее при обработке поверхностей и изменении формы каких-либо материалов соответствие между используемыми терминами и описаниями процессов просматривается не всегда.

Требования к качеству описания технологий возрастают по мере увеличения степени автоматизации процессов. Есть два направления автоматизации технологий, которые характерны для большинства областей технической сферы. Первый путь – четкое описание, то есть *математизация* всех технологических параметров. Принято считать этот традиционный путь основным. Второй путь построен на повторении (копировании, редупликации). В этом случае автоматизированная система просто повторяет запись режимов, разработанных или найденных обычными путями. Уже во времена Петра I использовалось копирование деталей с некоторого образца. Сейчас аналогичные приемы широко используются в технологиях различных типов. Так, например, при выращивании кристаллов иногда вместо строгого расчета программ изменения параметров просто проводят запись режимов работы опытного оператора. Эта запись вводится в систему управления ростовым оборудованием.

Утверждение 8.5. *Редупликационные процессы избавляют от необходимости расчленять, то есть производить декомпозицию сложного технологического процесса. В ряде случаев такой подход имеет несомненные выгоды. Он фактически позволяет обеспечить свертку описания.*

В гуманитарной области редупликация чаще всего сводится к подражанию и повторению. Нередко это формулируется как принцип: делай как я. Естественным недостатком такого пути следует считать трудности,

а иногда и невозможность детальной записи и, главное, анализа всех стадий технологий. Еще более сложно обосновать соответствующие действия и приемы.

Утверждение 8.6. *Частичный перенос или переналадка копируемых технологических процессов подчас связаны с большими затруднениями, а иногда и невозможностью провести соответствующую операцию.*

Уточнение 8.4. *В каталоги технологий копируемые технологии разумно включать как единое целое. Это необходимо делать на достаточно высоком уровне описательной иерархии.*

Утверждение 8.7. *Автоматизация технологических процессов связана с изменением структуры их описательных каталогов. С ростом автоматизации сдвиг происходит в сторону более высоких уровней иерархии.*

К сказанному необходимо добавить, что математизация и копирование часто объединяются в одном и том же технологическом процессе. Так, например, газовый резак при подготовке профилей металла на плазе может своими движениями считывать рисунок с чертежа. При этом перевод линий чертежа в движение резака производится непосредственно в рамках технологического процесса, который основан на использовании специализированного оборудования.

Наличие огромного числа независимо возникших каталогов для различных технологий ставит вопрос о создании единых систем не только оформления и записи операций, но и о разработке общих принципов учета погрешностей, записей режимов и всех иных характеристик. Это длительная, кропотливая и сложная работа. Учитывая то обстоятельство, что многие уже разработанные описательные системы имеют большую практическую ценность, возникает вопрос о создании программ-конверторов, которые бы позволяли осуществлять перевод символов одной системы в другую. Все это очень важно для трансфера технологий.

Разработка единой системы каталогизации технологий ставит вопрос и о разработке структуры записи технологических режимов для практического использования. В процессе работы и отладки технологий происходят непрерывные большие и малые изменения процессов и режимов. Эти изменения могут быть связаны с другими элементами технологии. Разумная система записи и хранения документации (ее можно назвать системой архивации технологических режимов) должна быть построена таким образом, чтобы символические (буквенно-цифровые) обозначения каждой технологической карты позволяли установить внутренние и внешние связи операций. В этом случае при любом изменении технологии, режима или материалов автоматизированный поиск

позволит сразу же выявить все технологические карты, которые требуют изменения или доработки. Эти карты можно назвать *пораженными*.

Утверждение 8.8. *Поиск пораженных технологических карт может потребовать нескольких специальных этапов.*

Разработку методов поиска пораженных документов технологического описания следует считать вторичной задачей по отношению к разработке самих методов единого описания.

Остановимся более подробно на магистральном направлении автоматизации технологического описания. Такая автоматизация основана на использовании вычислительной техники. Принципиальная схема построения технологии и создания ее технологического описания представлена на рис. 8.1. В этом случае специалист-технолог пользуется системой автоматического проектирования – САПР. Для этого он обращается к компьютеру, в который заложено все необходимое программное обеспечение.

Рис. 8.1. Принципиальная схема автоматизированного построения технологического процесса

Технолог-проектировщик имеет дело с типичным интерфейсом, который обычно строится на основе *Windows*. Операции выполняются с помощью экранов, на которые последовательно выводятся различные варианты деталей и простейших операций. Н этой основе и делается выбор. Пример подобного «экрана» дан на рис. 8.2.

Изображение, которое выводится на экран, позволяет выбрать нужный объект. Затем, вводя в расположенные внизу строки необходимые данные, можно задать все необходимые характеристики, определяющие реальную технологию. В дальнейшем на этой основе может быть распечатана традиционная технологическая карта. Компьютерные системы выдают на экран и распечатывают при необходимости схожую документацию (рис. 8.3). В обычной работе при отсутствии компьютерных систем используются карты, размещаемые на традиционных носителях.

В общем случае созданные компьютерной системой данные могут быть превращены в команды, которые передаются на автоматизированную технологическую систему. Такой системой в простейшем случае может быть станок с числовым управлением. На самом деле современное построение технологического процесса допускает более сложные системы. Их основная идея иллюстрируется рис. 8.4.

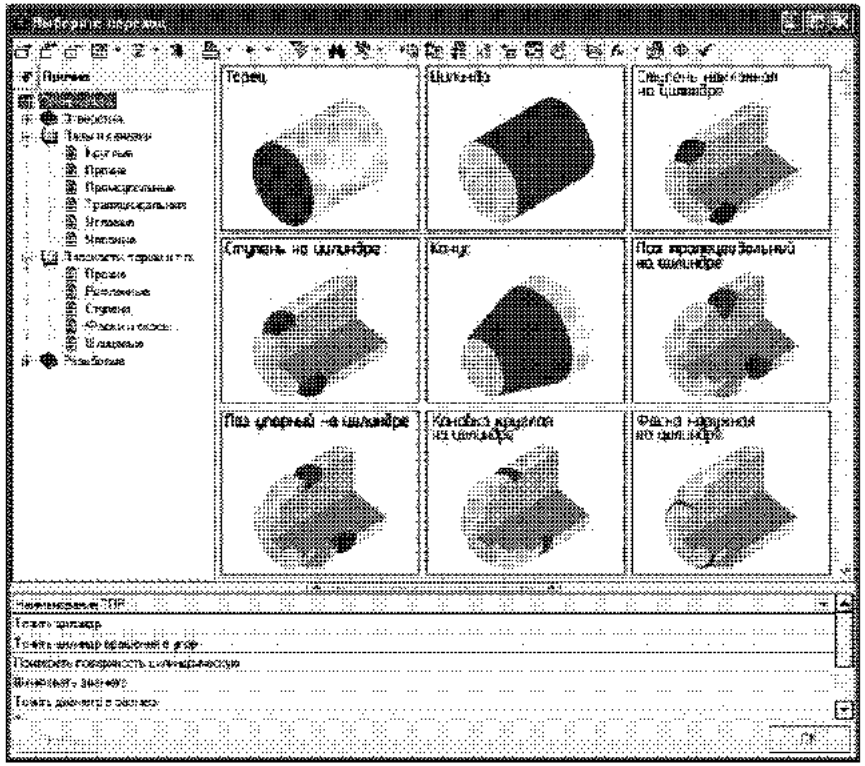


Рис. 8.2. Экран для выбора деталей

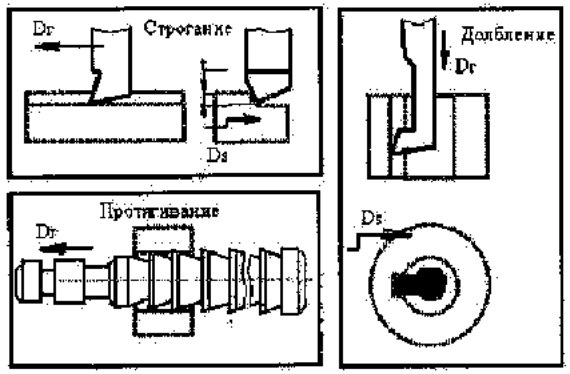


Рис. 8.3. Карта для выбора нужных деталей, размещенная на традиционном носителе

Рис. 8.4. Общая схема, которая иллюстрирует компьютерное программное управление технологическим процессом

Как нетрудно увидеть, рис. 8.4 ориентирован на управление технологией с участием оператора. Этот оператор взаимодействует с технологической системой, управляя ею через интерфейс.

В настоящее время полностью автоматизированных технологических процессов, целиком охватывающих большие производственные системы, связанные с обработкой готовых материалов, не очень много. Следует отметить, что организация большого реального производства на основе его компоновки из частично автоматизированных процессов и традиционных процессов с использованием обычных приемов требует согласования работ отдельных технологических линий, операций или их серий. Кроме чисто технологической документации, необходимо еще иметь представления о временных затратах на каждую их часть. В соответствующей документации нуждается и обычное производство, которое построено на основе традиционных технологических схем. В этом случае предварительно создаваемые любым способом технологические документы необходимы для задач нормирования труда, оценки необходимых резервов исходной продукции и т. п. Нетрудно понять, что в этих случаях документы и программы, связанные только с обработкой готовых материалов, должны иметь дополнительные описания, которые оценивают временные и экономические показатели. Иными словами, построение реальных технологических схем для практической работы требует перехода от однопотоковых описаний технологий к более сложным схемам.

Утверждение 8.9. *Описания практических технологий на основе однопотоковых схем являются хорошей основой для более сложных рассмотрений технологий, которые требует производственная практика. В этом смысле практику начала анализа реальных процессов на основе однопотокового подхода можно считать оправданной.*

Учет временных показателей позволяет согласовать работу технологических устройств, в частности станков. Он также позволяет создать схему работы цеха, создать различные временные планы загрузки и автоматически генерировать всю *сопроводительную документацию*. В эту документацию входят документы на получение материалов, пере-

дачи изделий с участка на участок, расчеты нормочасов и многое иное. Пример такой документации, выводимой на экран, приведен на рис. 8.5.

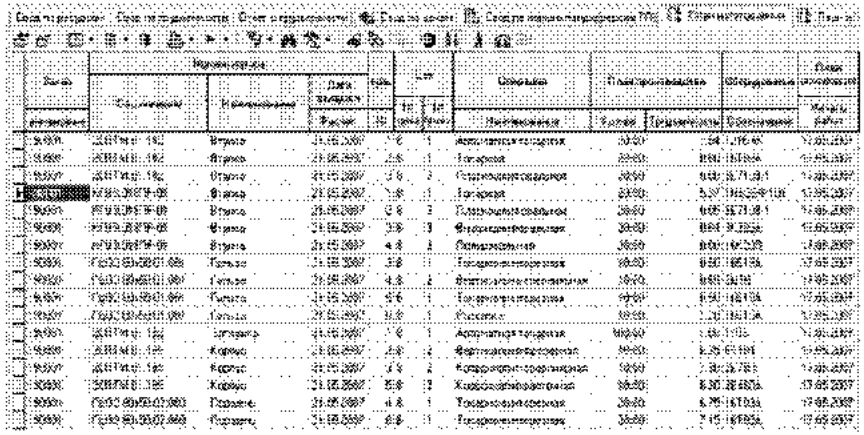


Рис. 8.5. Документ технологического сопровождения, сформированный автоматизированной системой технологической подготовки

Документы подобного типа могут иметь разную форму: от различных групповых ведомостей до индивидуальных заданий. В ряде случаев системы автоматической подготовки технологической документации используют различные штрих-коды. При необходимости из обобщенных документов с помощью сканера можно извлекать частные сведения. Гибкость и многообразие возможностей подобного подхода к созданию сопроводительных документов и конкретных программ для управляющих систем очевидны. Но не менее очевидно и другое – развитие автоматизированной подготовки управления технологиями и создания конкретных программ задания технологических режимов не может ограничиваться только одним типом технологии. Любое серьезное производство вне зависимости от его целей и масштаба построено на сочетании различных типов технологических процессов.

Утверждение 8.10. *Автоматизация подготовки технологической документации и создания управляющих программ практически в любых условиях должна носить комплексный характер, то есть включать в себя все типы технологий, которые имеются на соответствующем предприятии. Более того, такая автоматизация с неизбежностью распространяется и на формирование всей документации и автоматизацию процессов, связывающие между собой различные предприятия. При этом подразумевается, что в идеале должна формироваться некая общая автоматизированная технологическая сеть, охватывающая множество предприятий и пространственных зон.*

Заключительные слова утверждения 8.10 являются идеализацией.

Уточнение 8.5. *Полная одновременная автоматизация большой группы технологий имеет множество внешних и внутренних ограничений. Поэтому она должна рассматриваться только как некая принципиальная цель. В настоящее время наибольший практический интерес имеет анализ уже достигнутых результатов и обсуждение дальнейших возможностей развития этого направления совершенствования технологий.*

Технологии обработки готовых материалов относятся к тем группам технологий, которые по степени автоматизации процессов проектирования и управлениями технологий можно считать наиболее развитыми. Поэтому, анализируя состояние технологий этой группы, полезно особо обратить внимание не только на реальную ситуацию в этой области, но и на те выводы из этого анализа, которые имеют общий характер и применимы к другим группам технологий. Это тем более разумно, что автоматизация технологий естественным образом связывает между собой их различные группы.

8.3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЯМИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СФЕРЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ГРУППЫ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ГОТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проектирование технологий, создание сопроводительной документации, подбор исходных объектов, выбор режимов и многие другие вопросы, которые необходимы для их эксплуатации, опираются на созданные каталоги документов, режимов, стандартов и т. д. Чем большее количество стандартных или типовых решений и режимов используется в технологическом процессе, тем более совершенным можно полагать сам процесс его использования. Как уже отмечалось, процессы каталогизации длительны и требуют от их создателей высокой квалификации. Многие материалы вводятся в каталоги на основе компромисса между требованиями различных групп пользователей. Поэтому процесс каталогизации идет независимо для разных составляющих любой технологии. Его выполнение производится только при наличии соответствующих потребностей и спроса.

Серьезная автоматизация технологии с самого начала требует введения в соответствующие программы различных каталогов (рис. 8.6).

На рис. 8.6 изображена взятая из Интернета схема построения одной из программ автоматизированной подготовки режимов станочной обработки деталей. Сведения для разработки и эксплуатации автоматизированного процесса в управляющую систему вводятся в виде различных БД (баз данных). Иными словами, в систему вводится несколько

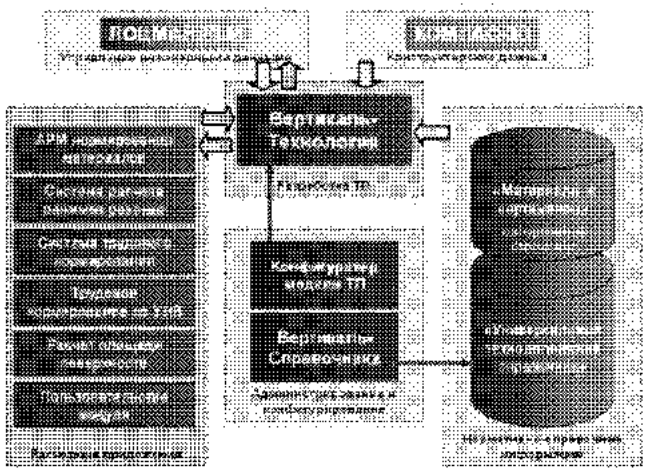


Рис. 8.6. Блок-схема процесса автоматизированной подготовки комплекта всей необходимой документации на примере одного из процессов металлообработки

каталогов. Обычно некоторые из них разрабатывается авторами программы. Однако многие, а иногда и все каталоги получают на основе оцифровывания имеющихся стандартных, справочных и нормативных материалов. Основные усилия разработчиков таких систем сводятся к созданию программного обеспечения. Его качество определяет успех в продвижении подобных разработок.

В настоящее время в России имеется ряд независимо созданных автоматизированных программ подобного типа, имеющих различное назначение. В частности, это чисто учебные программы. Некоторые из них созданы преподавателями-энтузиастами. Однако имеются и профессионально отработанные программные продукты, которые вполне обоснованно продвигаются на рынок.

Одним из наиболее разработанных программных продуктов в области машиностроения был программный продукт одной из специализированных московских фирм, получивший название TechnologiCS [150][1]. Судя по всему, первые версии этого программного продукта появились на рынке в 2002 г. Этот продукт обеспечивает решение многих других задач, связанных с технологией. При автоматизации технологий в программный продукт обязательно включаются данные о технологии сопутствующих технологических групп. При этом происходит фактический отказ от однопотокового рассмотрения технологической задачи.

[1] Ряд рисунков этой главы взят из имеющихся в Интернете описаний этой и схожих с ней программ. Ограничения на иллюстративное использование этих рисунков в сети отсутствуют.

Общая идеологическая схема подобных программных продуктов иллюстрируется рис. 8.7. Этот рисунок наглядно показывает, какие каталожные данные вовлекаются в проекты программного продукта для обеспечения его надежного качества во время практической эксплуатации.

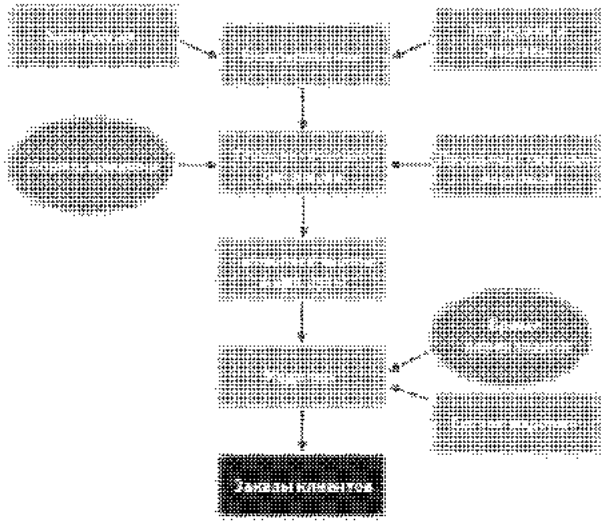


Рис. 8.7. Общая блок-схема структуры программного продукта для создания описания и практической эксплуатации технологий, основанных на работе с готовыми материалами

Судя по имеющимся данным, программный продукт TechnologiCS успешно эксплуатируется. Основным типом предприятий, на который рассчитан это продукт, являются малые и средние по величине и объему выпускаемой продукции предприятия. Авторы разработки отмечают, что на базе этого продукта можно организовать и практическую автоматизацию работы предприятий с большим объемом производства и большой номенклатурой изделий. Программные продукты подобного рода позволяют создать удобную систему управления и контроля за технологическими процессами (рис. 8.8). Вне всякого сомнения, эти схемы, по существу, относятся уже к гуманитарным технологиям управления и организации производства.

На схожей основе созданы и другие программные продукты, рекомендуемые для работы и эксплуатируемые в той же области технологий. Более того, на схожих принципах строится создание программных продуктов и в других группах технологических процессов. В связи с этим встает вопрос о совместимости таких программных продуктов между собой. Создание работоспособного программного продукта требует длительных совместных усилий многих людей. Несмотря на то что

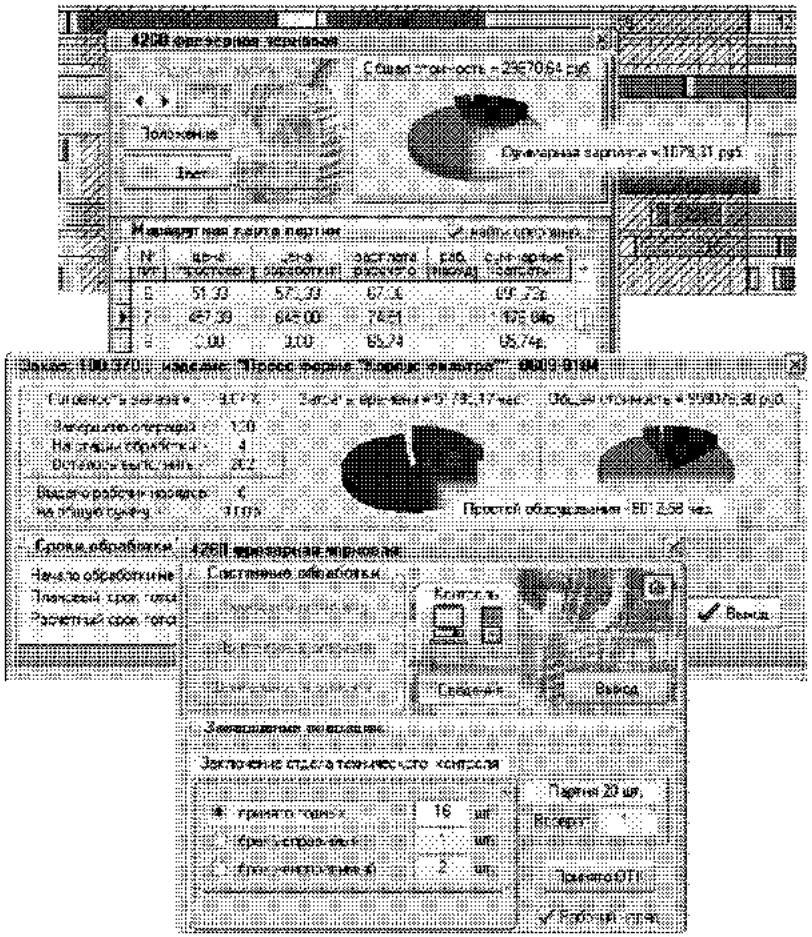


Рис. 8.8. Пример диспетчеризации технологического процесса в системе ФОБОС

основные общие принципы в подобного рода программах схожи или же просто совпадают, создаваемые в разных местах программы могут оказаться несовместимыми.

Утверждение 8.11. *Требования трансфера технологий, увеличение зон, охватываемых автоматизацией, и, наконец, процессы глобализации ставят вопрос о создании общих принципов и методик в построении программного продукта для автоматизации проектирования и эксплуатации технологий. Одним из прогрессивных путей в этом направлении может считаться создание программного продукта на основе некоторых стандартных блоков.*

Естественно, что создание принципов и общей методики построения единых программных продуктов связано с конкуренцией программ. В конечном итоге это приведет или к некоторому конвенциональному соглашению, или же к появлению двух-трех равноценных продуктов. В последнем случае рано или поздно потребуется создание переходных программ-конверторов.

Уточнение 8.6. *Можно ожидать, что формирование единых основ для создания программных продуктов автоматизации технологий повторит путь, который прошли другие отрасли современной техники, в частности, путь создания единого стандарта для телевидения, протоколов передачи посланий электронной почты и т. д. Область информационных технологий позволяет быстро отыскать много подобных аналогий.*

Создание единых принципов построения программных продуктов сталкивается еще с одной принципиальной трудностью. Во многих областях техники, а главное, во многих странах используются разные стандарты качества материалов, оценки их свойств, безопасности и т. д. В этом смысле глобализационные процессы ставят в повестку дня разработку единых международных стандартов и регламентов. Это длительный, серьезный процесс. Он начнется только тогда, когда многие потенциальные его участники по-настоящему осознают необходимость такой дорогостоящей и ответственной работы.

Ожидается, что процессы автоматизации будут постепенно охватывать все возможные отрасли технологий. Эта идеальная схема часто описывается в различных прогнозах. В каком-то смысле это некий идеал, к которому стремится технологическая сфера. Однако переход к этому идеалу связан с рядом принципиальных ограничений. Первое ограничение связано с тем, что большие системы такого рода начинают утрачивать необходимую гибкость. Введение же различных резервов изменения режимов и согласований так усложняет систему, что ее функционирование становится нереальной задачей.

Утверждение 8.12. *Размер зон полной автоматизации имеет естественные ограничения. Величина этих зон со временем может меняться. Однако соответствующие предварительные оценки в настоящее время сделать очень сложно.*

Переход к большим автоматизированным системам управления и проектирования постепенно исключает из оборота возможность создания небольших разовых технологий небольшого объема.

Утверждение 8.13. *В области автоматизации проектирования и управления технологическими процессами сталкиваются два противоположных процесса. С одной стороны, это процесс укрупнения, вызываемый тенденцией глобализации. С другой стороны, уже упоминавшийся процесс вымывания среднего. В результате в тех-*

нологической области имеется тенденция к возникновению больших интегрированных автоматизированных систем и небольших практически ручных технологий.

Автоматизация технологий изменяет требования к квалификации работников технологической сферы.

Утверждение 8.14. *Процессы автоматизации в сфере технологий приводят к вытеснению специалистов классического профиля и заменяют их специалистами, которые наряду со знанием основных технологических принципов могут эффективно трудиться в информационной сфере.*

В заключение на примере процесса полной обработки металла проиллюстрируем то, как процесс полной автоматизации включает в схему рассмотрения процессы автоматизации в весьма отдаленные областях технологии. Это видно из рис. 8.9. На его основе можно сделать вывод

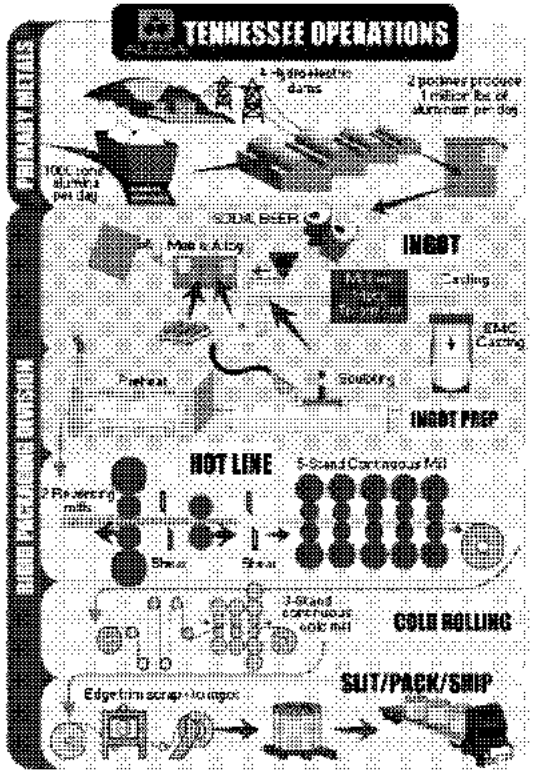


Рис. 8.9. Схема технологических областей, которые связаны с получением и отгрузкой металлических слитков

о том, что объем требуемых программных разработок для создания подобной системы воистину колоссален[1].

8.4. О КАТАЛОГИЗАЦИИ СБОРОЧНО-РАЗБОРОЧНЫХ, МОНТАЖНЫХ И ИМ ПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

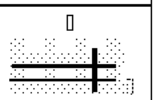
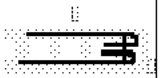
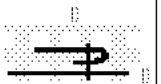
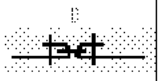
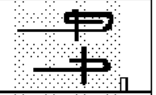
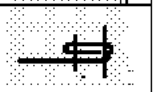
Работа с готовыми материалами – это не только изменение их формы и другие простейшие методы воздействия. Объекты из простых материалов могут собираться вместе, соединяться, разъединяться и т. д. В этих случаях мы имеем дело со сборочными-разборочными и монтажными работами. Близко к ним примыкают технологии ремонтных работ. Если технологии перестают быть преимущественно однопотоковыми, количество рассматриваемых групп технологий увеличивается. Так, вводя в процесс работы с готовым материалом изменение температуры, мы включаем в анализ прокатку, штамповку и закалку материалов. Реализация таких технологий изменяет физические свойства материала. Поэтому их естественно отделить от технологий, не связанных с процессом изменения свойств материала. Ограничимся только теми процессами, которые связаны с объединением в единое целое или, наоборот, разъединением или перемещением отдельных образцов материалов или изготовленных из них частей. Их в обобщенном виде можно называть *деталями* или же *узлами*.

В сборочно-разборочных, монтажных и ремонтных технологиях имеются разработанные описательные системы (напр., [6]). Схожесть между собой всех описываемых технологий приводит к тому, что результаты каталогизации и принципы, заложенные в их основу, схожи. Тем не менее в рассматриваемых технологиях больше разнообразия, чем в рассмотренных ранее. Поэтому каталоги, построенные на основе понятийно-терминологических систем – ПТС, в этом случае более редки, чем каталоги, создаваемые на основе ЕСТ. В результате наблюдается и больший разброс в используемых понятиях. Это связано с историческими традициями рассматриваемых групп технологий, традиционно считавшимися достаточно удаленными друг от друга. В качестве иллюстрации приведем терминологию, используемую в технологии раскроя и обработки тканей при изготовлении одежды (табл. 8.1). Эта терминология, в общем, соответствует таким понятиям из области машиностроения, как, например, сварка, клепка и т. п. Такие серьезные расхождения в терминологии осложняют процессы создания единых каталогов, основанных на принципах ПТС.

[1] Для простоты и в силу понятности перевод очевидных терминов на этом рисунке не делался.

Таблица 8.1

Стандартные термины на базе ЕСТ, применяемые в технологиях работы с тканями

Термин	Характер выполнения	Область применения	Схема
Стачать	Соединение двух или нескольких деталей приблизительно равных по величине	Стачать боковые и плечевые швы швы рукавов и т. д.	
Притачать	Соединение мелких деталей с крупными	Притачать клапан обтачки к карману манжеты к рукаву.	
Обтачать	Соединение двух деталей в результате вывертывания которых шов располагается внутри	Обтачать борта клапаны воротник.	
Втачать	Соединение двух деталей по выпуклым или вогнутым линиям	Втачать рукава в пройму воротник в горловину	
Настрочить	Соединение двух деталей наложенных краем одна на другую или закрепление шва отделочной строчкой	Настрочить накладные карманы кокетку плечевые и боковые швы	
Расстрочить	Закрепление при пусков на швы строчкой	Расстрочить встречные складки швы рельефы.	
Застрочить	Закрепление подогнутого края детали вытачек	Застрочить низ изделия низ рукавов	
Прострочить	Прокладывание отделочных строчек по краю детали или низу изделия	Прострочить края воротника манжет накладных карманов низа изделия.	

Сборочные и монтажные работы в машиностроении охватывают около 25–30% рабочего времени. Поэтому и в случае этого типа работ желательна автоматизация процессов проектирования всей сопроводительной документации и формирования основных технологических потоков. Основные понятия этой области описаны в [31]. Имеются и

доступные разработки систем автоматизированного проектирования и изготовления сопроводительной технологической документации, например система Компас-3D [37]. Известно и много других продуктов этого плана. Необходимо отметить, что некоторые из этих продуктов, кроме машиностроения, в равной мере можно использовать и в других технологических областях – архитектуре, строительстве и т. д. В то же время каталогизация соответствующих технологических процессов, как и автоматизация, по степени своей отработанности отстает от технологий, рассмотренных выше.

Из табл. 8.1 видно, что и в узкоспециализированных группах технологий для основных технологических приемов и операций широко используются символические обозначения. Никто ранее не пытался свести их в единую систему и сопоставить с обозначениями, используемыми в работах Эдера [139] и Коллера [143, 144].

8.5. КАТАЛОГИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Технологии изменения свойств материалов основываются на химических и физических процессах. Их история уходит корнями в такую же древность, как и история технологий. Более того, именно при изучении и описании этих процессов сформировалось само понятие технологии. Тем не менее технологии рассматриваемых сейчас нами групп имеют принципиальное отличие от технологий, рассмотренных ранее.

Утверждение 8.15. *Технологии, связанные с использованием и обработкой готовых материалов, при воздействии на объект опираются только на внешние по отношению к объекту процессы. Технологии, связанные с изменением состава и свойств материалов, используют внешние воздействия на объект для стимулирования в нем внутренних физических и химических процессов. Типичными примерами таких процессов можно считать диффузию и химические реакции. Именно по этой причине при использовании методики морфологического ящика (поисковое проектирование) широко используются специально созданные базы данных физических и химических эффектов.*

Как и в технологиях, связанных с готовыми материалами, технологии изменения их свойств опираются на хорошо развитые методы описания. Поэтому не случайно многие операторы, описывающие эти технологии, так же как и само описание методов их синтеза, рассматриваются совместно с технологиями работы с готовыми материалами (напр., [139, 143, 144]). Такой единый подход к описаниям этих разных групп технологий удобен лишь при опоре на ЕСТ. При переходе же к каталогам,

основанным на понятийно-терминологических системах, разница между этими группами технологий выявляется достаточно быстро. Разница связана с формальными описательными подходами к анализу различных групп технологий.

Утверждение 8.16. *Принципиальная разница между группами технологий, которые имеют дело с готовыми материалами, и технологиями, меняющими свойства материалов, связана с ролью внешних воздействий на технологический объект. При работе с готовыми материалами эти воздействия влияют на объект, меняя его форму, соединяя или разъединяя части и т. д. В технологиях же, изменяющих свойства и состав материала, внешние воздействия влияют на протекание физических и химических процессов внутри объекта.*

В действительности утверждение 8.16 несколько упрощает ситуацию. Поясним это простейшим примером. Пусть требуется смешать две жидкости. В очень тонких слоях решающую роль будут играть диффузионные процессы. В остальных случаях необходимо создание движения микрообъемов жидкости как целого. Это может быть реализовано, например, за счет конвекции, вибрации, механических мешалок, помещенных в жидкость. При этом конвекция происходит внутри жидкости, хотя зависит от внешних условий, в первую очередь от температуры. Вибрации – это внешнее воздействие. Мешалка, размещенная внутри объема, не может в чистом виде считаться внешним воздействием, хотя именно внешнее воздействие этого механизма можно считать определяющим.

Уточнение 8.7. *В технологиях изменения состава и свойств материалов внешние воздействия могут по-разному сочетаться между собой или с внутренними процессами. Более того, при чисто внешних воздействиях на объект часто имеется больше возможностей, чем в случае технологий работы с готовыми материалами.*

Утверждение 8.17. *В технологиях воздействия на состав и свойства материалов для управления технологическим процессом основным становится не описание действий и выбор инструментов, а описание и поддержание необходимых режимов внешних воздействий, таких как изменения температуры, интенсивность подачи компонентов и т. п.*

В таких системах основным считается именно обеспечение систем управления процессами. При этом возникает необходимость в построении сложных программ управления внешними воздействиями. Эти программы должны учитывать специфику оборудования и изменяющиеся требования к качеству внешнего продукта. Они должны опираться на непрерывный или периодический контроль за параметрами процесса и свойствами исходных, конечных и промежуточных объектов.

Разработки методов такого управления процессами в первую очередь начались в химии. Соответственно, в химических технологиях возникло понятие программ управления *химико-технологическими системами – ХТС*. Традиционно создание управляющих программ опирается на теорию процессов, которая учитывает теорию химических реакций, механизмы транспорта компонентов, свойства систем и другие очевидные параметры. Исторически такое управление исходило из эмпирического подбора необходимых режимов. Постепенно, однако, возникали уравнения, которые описывали как сами процессы, так и режимы, необходимые для реализации требуемых программ и получения нужных результатов. В конечном итоге стали создаваться достаточно сложные уравнения для управления технологическими процессами.

С появлением вычислительной техники появилось множество продуктов программного управления. В технологиях, скажем, металлообработки процесс создания управляющего продукта шел естественным путем. Этот путь сводился к созданию частных программ с последующим их усложнением и объединением в единое целое. В технологиях воздействия на свойства и состав материалов наряду с этим появилась возможность сразу же создавать программные продукты для больших производств. Иными словами, процесс создания программного продукта шел и сверху и снизу.

Принципиальная схема создания программного продукта для больших ХТС иллюстрируется рис. 8.10. Эта схема исходит из синтеза программ, которые описывают частные процессы, протекающие в отдельных частях системы. Сам синтез, естественно, опирается на анализ свойств системы. Поскольку управление системой очень сложно, в ней, в отличие от того, что было изображено на рис. 8.4, серьезное внимание уделяется процессам оптимизации. Сама оптимизация производится на основе анализа практической работы управляющей системы. Работа с такими системами сложнее, чем со многими системами, описанными ранее. Введение в управляющие системы вычислительной техники позволяет широко использовать дистанционное управление

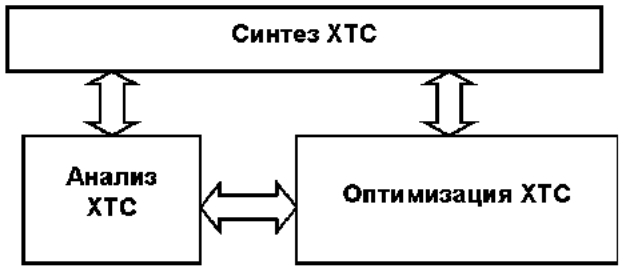


Рис. 8.10. Принципиальная схема автоматизированного управления большой химико-технологической системой

системой и поддержание ее в необходимом рабочем состоянии. Аналогичные схемы применимы и для управления свойствами вещества и в тех случаях, когда оно реализуется не только за счет чисто химических процессов.

Созданию управляющих программ синтеза уравнений должен предшествовать синтез самой системы из больших технологических блоков. В этом случае система может быть представлена так, как это сделано на рис. 8.11.

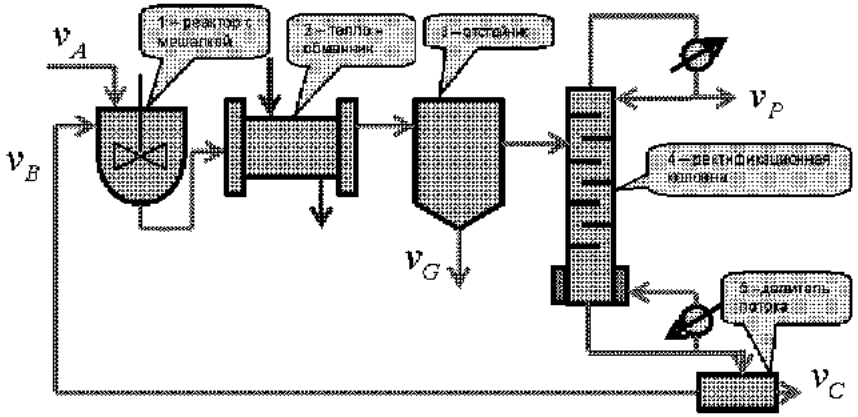


Рис. 8.11. Пример предварительного синтеза большой ХТС на основе логических блоков, которые представляют основные технологические действия

Как и в ранее рассмотренных случаях, здесь можно, используя стандартные блоки элементов ХТС, произвести синтез системы непосредственно на экране компьютера. Пример экрана, на который выведены все элементы, из которых синтезируется вся система, дан на рис. 8.12.

При синтезе больших технологических систем технолог-проектант имеет дело в первую очередь с математическими уравнениями, которые описывают процессы в разных частях системы. При этом все данные, которые должны быть включены в каталоги, описывающие процессы в разных частях системы, при первом взгляде на программный продукт часто остаются скрытыми. Это, однако, не означает, что таких данных и нужных обозначений нет. Просто в этих случаях их сложнее выявить.

Естественно, что в таком программном продукте скрыты и все необходимые базы данных. Справочные материалы в этих БД нередко приводятся не в цифровом, а в графическом виде (рис. 8.13). На существо дела это не влияет.

Таким образом, основные способы каталогизации технологий, связанных с изменением состава и свойств материалов, имеют ту же тенденцию развития, что и технологии, направленные на работу с готовыми материалами. Однако внутренняя структура программного продукта

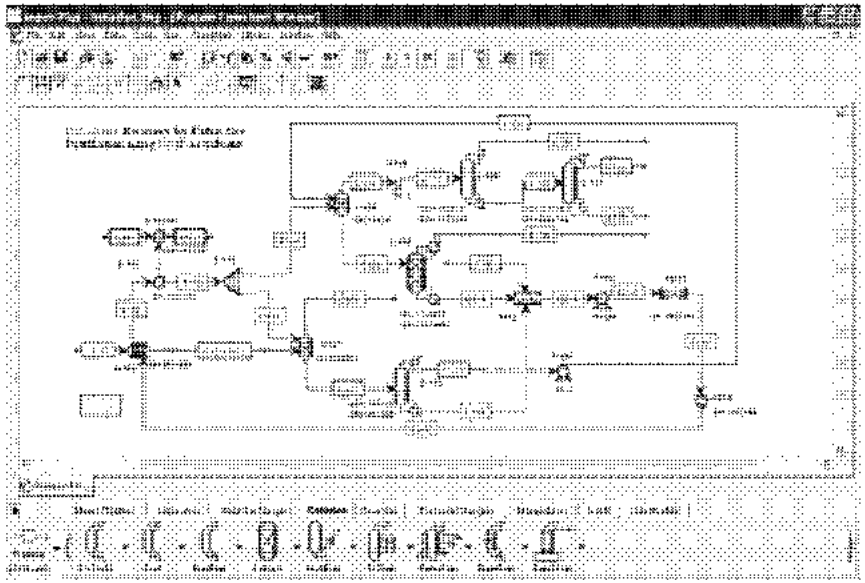


Рис. 8.12. Пример синтеза большой ХТС с помощью компьютерной программы

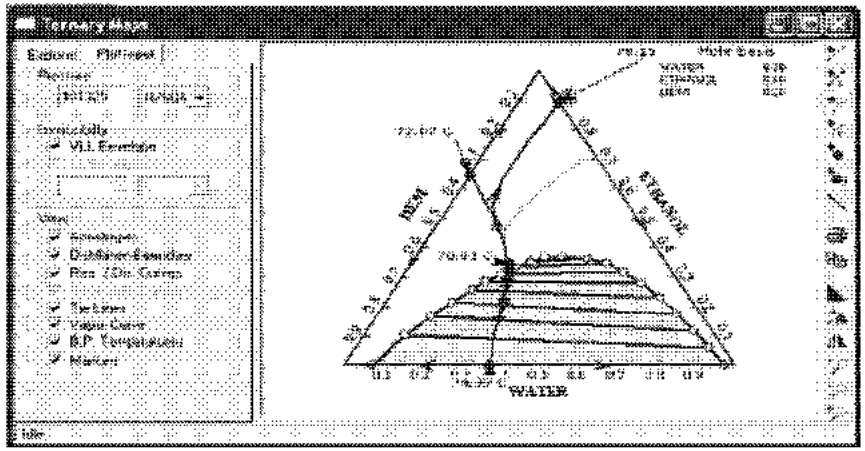


Рис. 8.13. Пример справочного материала по диаграмме состояния тройной системы, который вводится в компьютерную БД для практической работы ХТС

в этих группах технологий имеет существенные различия. Поэтому при соединении таких пакетов программ, которое можно проектировать на отдаленное будущее, возможны серьезные затруднения. Может оказаться, что из-за сильного расхождения во внутренней структуре такое

объединение будет чисто механическим. Реальное объединение начнется, скорее всего, с создания единых управленческих, экономических и им подобных программ.

В заключение отметим еще одно обстоятельство. Химические процессы, в отличие от многих процессов, которые связаны с механикой, температурными полями и т. д., не могут широко использовать для своего анализа *методы подобия (критериальные методы)*. Использование таких методов серьезно упрощает анализ. В области процессов с участием химических реакций также делались попытки введения специальных критериев, например, критерия Дамкеллера. Однако их использование связано со многими трудностями [13, 14], которые пока не удается преодолеть.

8.6. КАТАЛОГИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Понятие транспортных технологий, вероятно, одно из самых очевидных.

Определение 8.4. *Транспортными технологиями будем называть такие технологии перемещения объектов, при которых в процессе перемещения свойства и характеристики объектов не меняются.*

Из определения 8.1 следует, что транспортные технологии должны рассматриваться в качестве технологий, которые имеют дело с готовыми материалами. Практически всегда их перемещение исключает возможность внешних воздействий на перемещаемые объекты. Иными словами, неизменность объектов, которые подвергаются воздействию транспортных технологий, намного больше, чем во всех рассмотренных ранее группах технологий. Традиционно транспортные технологии относят к перемещению вещества. Даже перевозки людей и животных можно толковать как перемещения вещества, имеющее особую форму. Однако имеется большая группа технологий, в которых перемещается только энергия или же только информация. Эти технологии, конечно, тоже относятся к транспортным. Тем не менее традиционно их в круг рассмотрения включают редко. Более того, часто все технологии транспорта информации относят к *коммуникационным технологиям*.

Уточнение 8.8. *Любой поток, который существует в технологической системе, можно считать транспортным потоком. Поэтому число изучаемых потоков и число основных групп транспортных технологий должны находиться в строгом соответствии. О совпадении этих чисел нельзя говорить, так как в ряде транспортных процессов могут принимать участие несколько потоков разной природы.*

В действительности все возможные типы транспортных технологий совместно рассматриваются крайне редко. Поэтому говорить о возник-

новении естественным путем основ единой классификации этих процессов, скорее всего, преждевременно.

Утверждение 8.18. *В логистике, вне зависимости от природы потока, можно выделить несколько уровней. Эти уровни составляют определенную иерархию. Возможность внешних воздействий, а значит и управления транспортом, на разных уровнях иерархии разная. Поэтому соотнесение разных иерархических уровней со сферой технологий также различно. Соответственно не всякий транспортный поток можно относить к сфере технологий.*

Достаточно просто выделить четыре иерархических уровня потоков любого типа.

Определение 8.5. *При описании иерархических уровней потоков разной природы для простоты будем говорить о переносе некой сущности, вне зависимости от того, что она собой представляет: вещество, энергию, информацию, их комбинацию или что-либо иное.*

Основные характеристики потоков на разных иерархических уровнях можно описать следующим образом:

- **Первый уровень.** Поток переносит сущность внутри объекта без возможности прямого воздействия на него. Этот уровень потоков можно назвать *сущностным уровнем*. Простейшим примером такого потока можно считать транспорт вещества и энергии внутри живого организма. Это тот транспорт, который обеспечивает питание живых клеток. Транспорт этого типа характерен также для процессов брожения и им подобных. Иными словами, его легко выделить в определенных типах технологий.
- **Второй уровень.** Поток переносит сущность внутри объекта. Однако на этот процесс можно оказать внешнее управляющее воздействие. Этот уровень потоков можно назвать *естественным уровнем*. Типичными примерами таких транспортных потоков можно считать диффузию и конвекцию. Управление этими типами потоков посредством внешних воздействий широко используется, в частности, в группах технологий, которые связаны с управлением свойствами материалов.
- **Третий уровень.** Поток переносит сущности в пределах одного большого, структурированного объекта. Перенос осуществляется между частями объекта. Этот уровень потоков можно назвать *внутренними потоками*. Их примерами могут служить внутрицеховые и межцеховые перевозки, перемещение деталей на конвейере, передача управляющих команд от центрального пункта и т. д. Наличие таких потоков обеспечивает практические реализации технологий.
- **Четвертый уровень.** Поток переносит сущности между разными, территориально удаленными объектами. При этом связываются разные технологии, которые находятся в узлах общей технологической системы. Процессы переноса легко могут быть выделены в некую са-

мостоятельную технологию. Такой уровень потоков можно назвать *внешними потоками*. Примеры таких потоков-технологий – транспортные перевозки, передача электрической энергии, информационные сети и др.

С точки зрения описания технологий и построения соответствующих каталогов, первый – сущностный уровень, не формирующий технологического пространства, интереса не представляет. Второй – естественный уровень существен для технологий изготовления различного рода материалов с заданными (желательными) свойствами. Однако технология – это определенная последовательность внешних воздействий на объект, поэтому в описания технологий и рецептов или в практические рекомендации характеристики транспортных процессов на естественном уровне не включаются. Их анализ входит в теоретическое обоснование выбираемых режимов. Такой учет может производиться, в частности, путем составлением соответствующих математических уравнений для описания процессов. При описании технологий непосредственное внимание уделяется только транспортным процессам третьего и четвертого уровней, то есть внутренним и внешним потокам.

При описании технологий обработки готовых материалов, сборочных, ремонтных и других подобных работах транспортировке деталей, узлов и т. п. уделяется особое внимание. При этом перемещения во внутренних и внешних транспортных технологиях реализуются на основе схожих принципов. Так, для обеспечения внутризаводских потоков используется рельсовый транспорт, как и для обеспечения внешних перевозок. Различные трубопроводы широко применяются на разных уровнях транспортных технологий. В то же время, несмотря на сходство, а иногда и полную идентичность принципов, которые кладутся в основу таких технологий, их реализация тоже может быть разной. В качестве примера можно сослаться на рельсовый транспорт. Сразу заметим, что допустимые радиусы поворота рельсовых путей, требования к ширине колеи и скоростям движения существенно отличаются для внутризаводского и внешнего рельсового транспорта. Короткие расстояния внутризаводских перевозок позволяют использовать так называемые *танк-паровозы*, которые не имеют тендера с топливом. При всем сходстве принципов организации перемещения материалов и деталей конкретные технологические решения могут сильно различаться между собой. Так, для внутреннего транспорта в пределах производственной сферы широко используются различные конвейеры, рольганги, роторные линии и т. д. Подобная реализация перемещений на уровне внешних транспортных потоков не используется.

Утверждение 8.19. *При всем сходстве принципов организации транспортных потоков третьего (внутреннего) и четвертого (внешнего) уровня их реализация имеет существенные различия.*

Все типы таких потоков отражены в соответствующих классификаторах. В то же время транспортные потоки, скажем во внутризаводских условиях, на газопроводах или же на железных дорогах, сильно различаются.

Уточнение 8.9. *Говорить о наличии хорошо отработанных основ системы классификации всех типов транспортных потоков, судя по всему, еще преждевременно.*

Существенно отметить, что с течением времени принципы организации транспортных потоков претерпевают заметные изменения. Чтобы не обращаться к примерам перевозок по морю, дорогам и т. д., приведем другой пример этого плана. Транспорт жидкости на далекие расстояния известен с древнейших времен. При этом питьевая вода часто подавалась в города с помощью *водоводов*. Перемещение жидкости в таких системах обеспечивалось за счет силы тяжести в акведуке или подземном тоннеле с четко фиксированным небольшим (порядка одного градуса) наклоном. В настоящее время такая организация перемещений имеет, скорее всего, только исторический интерес. В то же время использование силы тяжести в качестве источника движения широко используется и поныне при создании различных внутренних потоков.

Уточнение 8.10. *Эволюция технологических процессов легко прослеживается даже в такой «консервативной» области, как транспортные потоки разного уровня.*

На основании рассмотренного выше может возникнуть мысль о том, что градация потоков по уровням характерна только в технологиях обработки готовых материалов и сборочно-разборочных и ремонтных работ, связанных с компоновкой узлов, деталей и др. На самом деле это не так. Во многих работах, связанных с передачей энергии, принято делить энергетические потоки на ряд уровней. О них обычно говорят как об уровнях самой энергии. При этом выделяют *первичную энергию, подведенную и конечную энергии*. Под первичной понимают энергию, создаваемую различными источниками, то есть генерируемую. К подведенной энергии относят энергию, которая доставляется потребителю. При ее использовании потребителем речь идет уже о конечной энергии. Не сложно соотнести эти определения с соответствующими уровнями потоков.

Как и в случае описания потоков готового материала и деталей, из рассмотрения исключается описание потоков энергии сущностного уровня, хотя энергоснабжение объектов прослеживается в природе и в технике вплоть до самых «незначительных» структур – в биологии это энергоснабжение клетки. Внутренние энергетические потоки обеспечивают энергией все элементы технологического процесса. Чисто энергетическим примером можно считать внутренний энергетический поток

между обмотками трансформатора. В этом случае происходит последовательное преобразование энергии электрического тока в энергию электромагнитного поля и обратно.

Не возвращаясь более к вопросам о каталогизации технологий транспорта энергии, обратим внимание на еще одно обстоятельство. При изучении технологических процессов обработки готовых материалов и деталей видно, что в общих описаниях этих технологий элементы транспорта, то есть внутренние потоки, отодвинуты на второй план. Внешние технологии этого плана группируются в особую группу технологий, которая обычно рассматривается самостоятельно. В отношении потоков энергии, наоборот, именно внешние потоки, то есть процессы транспорта энергии между различными потребителями, имеют первостепенное значение. Их классификация лежит в основе описания внутренних энергетических потоков, встроенных в иные технологии или являющихся частью сложных (комплексных) технологий.

Третий тип потоков, транспорт которого очень важен для реализации различных технологических процессов, это потоки информации. Все процессы автоматизации и управления технологиями опираются на внутренние потоки информации. Исторически получилось так, что внешние потоки информации попросту рассматривались независимо от внутренних технологий передачи информации. Для этих технологий сложились независимые традиционные схемы создания терминологии, то есть свои слабо связанные между собой ЕСТ. Более того, для внешних потоков информации сложилось свое собственное название – их принято называть *коммуникационными потоками*, или же *коммуникационными технологиями*.

Традиционно к группе коммуникационных технологий относят почтово-телеграфную связь, телефонию, радио и телевидение. Это главные виды коммуникационных технологий. Имеются и внутренние, по отношению к большому производству, коммуникационные технологии. Однако по своей технической и технологической идеологии они практически ничем не отличаются от внешних коммуникационных технологий.

Основные понятия, которые описывают коммуникационные процессы, сложились до того, как в описания технологий вошло понятие информации. Вне всякого сомнения, коммуникационные технологии – это технологии передачи и обработки информации.

Уточнение 8.11. *Понятие информационных технологий, в частности, понятие технологий транспорта (передачи) информации, по своему существу шире, чем понятие коммуникационных технологий. Передача информации включает в себя намного больше действий, чем простая коммуникация, которая просто связывает два объекта*[1]*. В то же время следует учитывать, что коммуникация – это не передача любой информации, а только той информации, смысловое выражение которой очевидно.*

Различие в методах описания чисто коммуникационных процессов и процессов передачи информации привело к тому, что транспортные коммуникационные технологии целесообразно изучать и описывать в общей группе транспортных технологий. Технологии передачи информации более разумно изучать и описывать в рамках общего рассмотрения технологий работы с информацией.

Группа коммуникационных технологий в ее внешнем варианте имеет много сходства с чисто транспортными технологиями, например, перевозки пассажиров и грузов разными видами транспорта. Эти группы технологий нередко развивались параллельно. Фактически развитие средств связи во многом было связано с развитием чисто транспортных технологий. Известно, что строительство железных дорог, то есть одной из чисто транспортных технологий, шло параллельно с созданием телеграфных линий. В этом случае, как и при морских перевозках, развитие коммуникационных линий во многом влияло на создание чисто транспортных технологий. Намного существеннее иное – и чисто транспортные, и чисто коммуникационные технологии, связывая воедино различные области Земли, послужили первой технической основой глобализационных процессов.

Говоря о глобализационных процессах, по крайней мере применительно к технологиям, сделаем ряд уточнений. Применительно к технологиям термин «глобализация» имеет два аспекта. Первый связан с распространением той или иной технологии в больших областях земного шара. Второй – с созданием единого технологического пространства, включающего в себя большинство стран. По существу, первый аспект связан с переносом и трансфером технологий. Второй аспект подразумевает создание единой технологии или группы технологий, в которых разные технологические процессы единой технологии выполняются в удаленных точках земного пространства. При этом обычно основное внимание уделяется тому факту, что разные процессы, составляющие единую технологию, выполняются в разных странах. В неявной форме считается, что на этом пути должно возникнуть единое целостное мировое технологическое пространство. Реальность этой идеи обычно не обсуждается.

Распространение по миру простых стандартных технологий идет традиционным путем многие века. По этой причине оно не привлекает к себе особого внимания. На самом деле было бы желательно исполь-

[1] Подробно разница между передачей информации и коммуникации применительно к Интернету описана в [46, 75, 96].

зовать для этого процесса специальный термин. Однако пока что такого общепризнанного термина не предложено. По этой причине вопросы *расползания по миру простых технологий* при анализе глобализационных процессов рассматривать не принято.

Уточнение 8.12. *Из двух аспектов глобализации технологий наибольший интерес и внимание вызывает процесс создания больших технологических систем, в которых отдельные процессы – составляющие единые технологии, происходят в различных точках земного шара. Именно этим процессам будет уделено наше внимание.*

Утверждение 8.20. *Разные аспекты глобализации связаны с разными группами техногий, занимающих разное место в их размерной иерархии. Это самые простые и самые сложные технологические группы. Технологии, по сложности и размерам находящиеся в средней зоне иерархии, пока что особой роли в стимулировании глобализационных процессов не играют.*

Чисто транспортные технологии закладывают фундамент в построение единой технологической мировой сферы. Еще большую роль в этом плане играют коммуникационные технологии. Фактически именно коммуникационные технологические процессы создали настоящие глобальные технологии. Их примерами могут служить единая сеть мирового телевидения и Интернет. Но глобальные технологии еще не позволяют говорить о единой мировой технологической сфере. Тем не менее именно глобальные информационно-коммуникационные технологии – это тот необходимый каркас, на основе которого только и можно выстроить единую мировую технологическую систему.

Утверждение 8.21. *В повседневном обиходе уже появились глобальные технологии. Однако их наличие еще не говорит о создании целостной глобальной мировой технологической системы.*

То обстоятельство, что именно коммуникационные технологии создают каркас единой глобальной технологической системы, не случайно. Обмен сообщениями всегда являлся объединительной основой в различных системах. Такое средство коммуникации, как язык, объединяет разные группы населения. Именно язык, наряду с культурой, считается цементом для наций и государств. В то же время известно [83, 102, 103], что большие однородные системы порождают стратификацию, то есть генерируют многообразие. В настоящее время основное внимание исследователей привлечено именно к объединительным процессам в области технологий.

Утверждение 8.22. *По мере создания единой мировой технологической системы на ее верхних уровнях должна начаться стратификация. Иными словами, при некоей стандартной основе на нижних уровнях технологической иерархии на верхних ее уровнях может возникнуть новый тип разнообразия технологических процессов, имеющих под собой некую единую глобальную базу. Ничего более конкретного предполагать в настоящее время невозможно.*

Поскольку коммуникационные технологии – это часть информационных технологий, теперь целесообразно перейти к группе технологий, связанных с созданием, хранением, обработкой и передачей информации.

8.7. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Развитие специализированных информационных технологий началось недавно, тем не менее теоретическая и практическая система их описания хорошо развита. Это естественно, так как именно информационная обработка последовательных шагов любой технологии опирается на основные законы информатики. Поэтому терминология и технология тесно связаны между собой и во многом послужили основой как ЕСТ, так и ПТС для всех групп технологий. Многие базовые понятия и операторы перешли из сферы информационных технологий в системы описания других групп технологических процессов. Соответственно, технология программирования каталогизирована очень хорошо. Можно ожидать, что в дальнейшем эта система не претерпит больших изменений и во многом будет служить образцом при совершенствовании каталогизации других групп технологий.

При обращении к описанию информационных технологий бо@льший интерес имеют вопросы, связанные с теми особенностями информационных технологий, которые непосредственно с написанием программ не связаны. Отметим прежде всего появление новых операторов, которые с успехом и пользой переносятся в другие области технологий. Одной из новых операций, полезность которой проявилась именно в области информационных технологий, может служить *операция предпочтения*. Она является развитием *операции выбора*.

Поясним смысл этой операции простым примером. Пусть в некоторой локальной сети несколько компьютеров связаны с одним принтером. Набранные на различных компьютерах тексты поступают на общий принтер и распечатываются. Иногда в систему закладываются операторы приоритета. Они определяют очередность печати поступивших материалов. Если никаких предпочтений нет, то очередь исполнения обычно определяется временем поступления текста в буфер. Возможны и другие варианты выбора последовательности выполнения операции. Операторы выбора и приоритета могут рассматриваться как единое целое.

Однако иногда в работе системы могут возникнуть ситуации, когда два текста с одинаковым приоритетом поступают для исполнения одновременно. В этом случае в автоматизированной системе могут возник-

нуть трудности с выбором предпочтения. В наихудшем варианте система, уподобляясь буриданову ослу, может просто зависнуть. Именно для подобных ситуаций иногда предусматривается *оператор предпочтения*. Он использует какой-либо произвольный алгоритм для генерации команды выбора. Это сформулированное в информатике понятие оператора предпочтения полезно и для других групп технологических процессов.

При работе с информацией используется еще одна операция, на которую в других группах технологий ранее не обращали внимания. При составлении того или иного документа (ресурса) части материала могут компоноваться из материалов, которые берутся из различных независимых хранилищ (баз или банков данных – БД). В частности, во многих случаях рисунки поставляются из одних БД, а части текста из других [90]. Это может быть определено как *операция заимствования*. Как и в случае операции предпочтения, операция заимствования может быть использована и в других группах технологий.

Чисто информационной по своему происхождению может считаться и *операция группировки*. С помощью этой операции объекты (детали, материалы и т. д.) разбиваются на некоторые группы на основе определения некоторого признака, который может быть как количественным, так и качественным. Нетрудно понять, что эта операция определяет такие действия, как *сортировка*, *отбраковка* и т. д. Сама операция группировки основывается на *операции сравнения*.

К этим трем операциям при детальном анализе можно при желании присоединить еще несколько менее значительных операций аналогичного типа. Общей чертой этих операций можно считать то, что легко выявляемые в сфере информационных технологий, эти операции легко переносятся (а иногда и обнаруживаются) в других группах технологий. В этом смысле эти операции и соответствующие им операторы могут считаться универсальными. Однако, кроме универсальных операций и тех операций, которые используются при написании программ, существует еще целая группа специфических операций. Она связана прежде всего с методами поиска и формализации информации. Эти операции впервые были изучены применительно к библиотечному делу.

Практически независимо аналогичные операции начали изучаться применительно к поиску информации в электронных сетях. В настоящее время еще преждевременно говорить о создании установившейся описательной системы этого плана. (Попытка сделать ряд первых обобщений была предпринята в [90].) Более того, ЕСТ библиотечного дела и ЕСТ, используемая в сетевых исследованиях, не полностью совпадают. Работы по формированию единой ПТС и созданию системы описательных технологических операторов в этой группе технологий находятся пока в начальной стадии.

Утверждение 8.23. *Создание единой формализованной системы описания технологий работы с информацией в сфере поиска информации, оценки ее релевантности[1], создание адекватных информационно-поисковых образов документов и ресурсов – это одна из наиболее актуальных задач технологической теории информационных процессов.*

Принято считать, что создание единого технологического поля связано только с техническими трудностями. В то же время простой анализ информационных технологий позволяет сделать несколько замечаний по существу процесса их глобализации.

Для автоматизации технологий нужно иметь те или иные модели технологических процессов. Создание этих моделей – сложное дело. В ряде случаев проще отыскать нужные эмпирические соотношения, чем делать численные расчеты. По мере увеличения объема технологического пространства сложность математического описания, необходимая для его представления, существенно возрастает.

Утверждение 8.24. *Можно предполагать, что при усложнении технологий трудности их математического описания возрастают с большей скоростью, чем увеличение объема описываемого технологического пространства. Отсюда следует, что имеется некий предел разумности и возможности увеличения размеров автоматизированных технологических систем. Естественно, что этот предел со временем сдвигается в сторону увеличения предельных размеров полностью автоматизированных технологий.*

Уточнение 8.13. *Трудности описания сложных систем и необходимость сохранения их гибкости определяют допустимые пределы степени автоматизации технологий.*

Наряду с этим ограничением на рост степени автоматизации технологий имеется и другое принципиальное ограничение. Оно связано с тем, что повышение автоматизации изменяет требования к персоналу. Более того, автоматизация процессов уменьшает количество необходимых рабочих мест. В первую очередь сокращаются работники низкой квалификации. Необходимость их трудоустройства нередко порождает надуманные операции или просто сдерживает развитие процессов автоматизации. Это второй фактор, который влияет на прогресс автоматизации. В то же время развитие информационных технологий и автоматизации постепенно изменяет уровень знаний среднего человека, что может проявиться в самых неожиданных областях. Так, хорошо известно, что до последних десятилетий технологии обмана покупателей в торговой сети сводились к воздействию на измерительную технику (гири, весы) или к другим простейшим приемам. В последние годы этот процесс пере-

[1] Под *релевантностью* понимается соответствие содержания документа или ресурса тому запросу, по которому работает поисковая технология.

двинулся в область настройки компьютерных программ в расчетных системах, составления счетов и т. д.

Утверждение 8.25. *Анализ побочных процессов позволяет иногда выявить некоторые тенденции в развитии технологической сферы, которые непросто отыскать обычными методами.*

Рассмотренные выше группы технологий отнюдь не исчерпывают всю сферу производственных технологий. Однако именно их можно считать определяющими. По этой причине их рассмотрением можно ограничиться. Рассмотрение многопотоковых технологических процессов, то есть того, что можно назвать *составными технологиями*, в силу громоздкости описаний и отсутствия принципиально новых результатов, нами не производилось. Однако нельзя забывать, что такие хорошо известные технологические процессы, как прокатка, штамповка, литье, основаны на сочетании технологий разных групп. В рассматриваемых примерах – это обработка готовых материалов и одновременное изменение их свойств. Тем не менее обычно эти процессы просто относят к одной из групп технологий.

Утверждение 8.26. *Основной движущей силой в каталогизации технологических процессов технической сферы следует считать процессы автоматизированного компьютерного управления технологиями. Эти процессы в силу своей природы должны опираться на каталогизацию.*

Прежде чем переходить к анализу технологий гуманитарной сферы, полезно кратко обратить внимание на процессы, которые связаны с эволюцией технологий.

8.8. ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПОВОДУ ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СФЕРЫ

Эволюция технологий связана с рядом явлений. Это расширение зоны применения той или иной технологии, ее универсализация, увеличение в ней доли стандартизованных процессов и операций. По мере роста использования продуктов или услуг, которые создаются при помощи технологии, изменяются требования как к продуктам, так и к самим элементам технологического процесса. Со временем процесс развития технологии выходит на некий стационарный участок, то есть стабилизируется. В отличие от этого, на первых этапах становления новой технологии процесс ее совершенствования и, значит, изменения, идет очень быстро.

В целом развитие технологий во времени, то есть *динамику их развития*, можно описать с помощью с помощью S-образной кривой, которая называется *логистой*, или же *логистической кривой* (рис. 4.3). Кривые такого типа хорошо изучены. Они описывают развитие в случае наличия *ограниченного ресурса* [10, 22, 23, 31, 41, 53, 56]. На начальных стадиях такого процесса идет бурное экспоненциальное развитие, а затем кривая выходит на насыщение. Это соответствует исчерпанию либо технической идеи, либо рынка продуктов, потребностей, либо иных ресурсов, например людских резервов при экстенсивном развитии технологии. Как неоднократно указывалось [22, 103], процесс развития на этом не останавливается. Легко понять, что дальнейшее развитие конкретной технологии происходит по нескольким возможным вариантам.

- **Первый вариант – стационарный.** В этом случае отработанная технология обеспечивает определенные стабильные потребности социума. Она постепенно стабилизируется и переходит в некий фонд, который составляет базу более сложных развивающихся процессов.
- **Второй вариант – деградационный.** В этом случае потребность в продуктах исчерпывается или же заменяется новой. Кроме того, начинает сказываться влияние других, более удобных и совершенных технологий. В результате технология постепенно выходит из употребления или же оказывается оттесненной в окраинные области технологической сферы.
- **Третий вариант – революционный.** В этом случае технология, исчерпавшая все свои внутренние и внешние ресурсы, не в состоянии удовлетворить все потребности социума. В этом случае происходит переход от экстенсивного развития технологии к интенсивному скачку. Такой скачок связан с новыми технологическими идеями. После такого скачка технологическая система переходит на новый уровень иерархии и вновь начинается развитие в соответствии со стандартными законами, описываемыми новой логистической кривой (рис. 4.4).

В том случае, если отдельный технологический скачок очень существен или активно влияет на многие другие технологии, или если скачок практически одновременно происходит в нескольких технологических областях, можно говорить о *технологической революции*. Этот термин интуитивно понятен. Однако дать четкое перечисление всех факторов, которые необходимы для того, чтобы можно было отличить технологическую революцию от *технологического переворота*, также широко распространеного понятия [23, 56], очень непросто.

Уточнение 8.14. *Понятие технологической революции понимается как совпадение в определенный момент времени нескольких технологических переворотов, которые сочетаются с изменениями в социуме и, в частности, с изменениями в сфере потребностей (рыночная ситуация).*

Проблемами технологических революций занимаются в первую очередь культурологи, этнологи и историки. По этой причине их критерием в оценках и технологических переворотов и технологических революций

считаются последствия этих переворотов, проявляющиеся во внешней по отношению к технологиям среде. Само содержание идей, лежащих в основе этих переворотов, при этом отодвигается на второй план, что естественно. Таким образом, чем дальше по времени отстоят от нас технологическая революция или технологический переворот, тем труднее бывает оценить наличие и временную последовательность их составляющих. Не исключено и то, что обычно рассматриваемую одну технологическую революцию на самом деле, с точки зрения анализа последовательностей операций, следует считать как несколько последовательных революций. Эта проблема сложностей анализа удаленных событий хорошо известна. В пределах исторического времени ныне принято выделять от 13 до 18 технологических революций. Временное расстояние между этими революциями непрерывно уменьшается [56, 118] от десятков тысяч лет до обычных десятилетий (рис. 8.14).

Обычно при обсуждении результатов рисунков такого типа на первых участках прямой в анализ включают биологические изменения, например появление на Земле эукариотов. Второй объект пристального

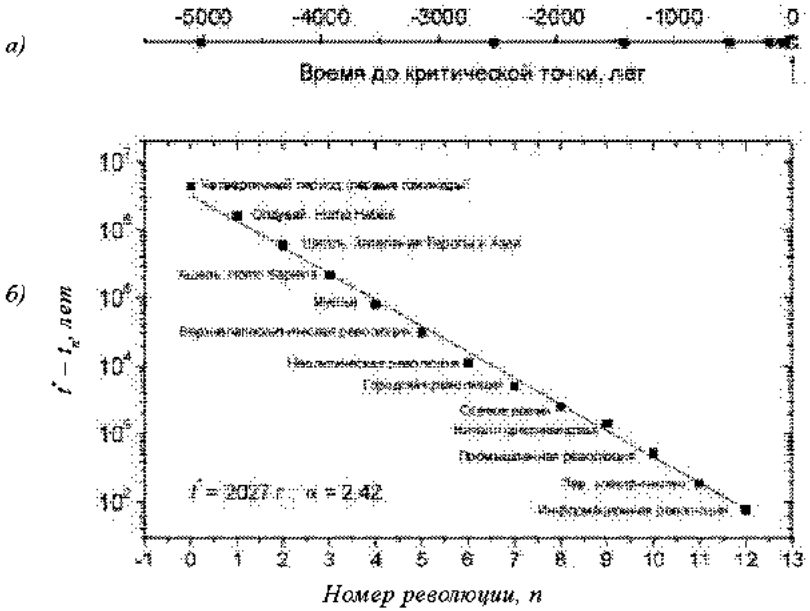


Рис. 8.14. Технологические революции на оси времени. Время в логарифмическом масштабе отсчитывается от некоторой символической точки, где прямая должна при экстраполяции пересечься с осью абсцисс. Эта точка (верхняя часть рисунка) обычно оценивается как некая особая ситуация, несущая в себе угрозу катастрофы

внимания – это «критическая точка». Она близка к нашему времени. Ее оценивают и как 2004 г., и как более поздние года (см. рис. 8.14). Нередко делаемые выводы относятся к тому, что принято называть *катастрофизмом*[1]. История знает множество подобных не оправдавшихся впоследствии оценок.

Уточнение 8.15. *Выявление особых точек на графиках, описывающих периодичность технологических революций, может свидетельствовать просто о приближающейся смене механизма построения технологических процессов, то есть нового большого интенсивного скачка.*

Анализ культурологических и исторических материалов о технологических переворотах и революциях представляет интерес при рассмотрении исторически обозримого периода истории. В работе [60], где описана роль технологических переворотов в так называемых *циклах Кондратьева*, отмечается очень важное обстоятельство. Практически в каждом из этих циклов при анализе технологической ситуации можно достаточно определенно выделить два последовательных периода. Один из них связан с некоторыми принципиальными творческими новациями, а второй – с завоеванием рынка.

Утверждение 8.27. *Есть два типа развития технологий, или две стратегии. Одна из них связана с появлением и совершенствованием новых идей, а другая нацелена на захват потребительского рынка.*

Разные цели этих стратегий влияют и на характер разрабатываемых технологий. После появления новых идей, создающих принципиально новые технологии, главное внимание уделяется завоеванию потребителей. При этом важно быстрое массовое изготовление огромного числа новых продуктов без особой заботы об их качестве и долговечности. При завоеванном рынке, как иногда и при появлении новой технологии, важными становятся иные качества продукта, а именно его универсальность, долговечность и ряд других, достаточно очевидных характеристик. Г. А. Сатаров говорит о *реализационных* и *инновационных* экономических типах использования технологий [157].

Уточнение 8.16. *Реализационный тип развития технологий может идти двумя путями. Первый – увеличение массового производства путем увеличения количества технологических центров. Второй – создание новых сложных технологий, основанных на известных принципах*[2].

[1] Фактически в таких исследованиях производится математическая (статистика) обработка уже имеющихся фактов. Моделей же, объясняющих причины явлений, отыскать при этом нельзя. В этом смысле использование прогнозов, основанных на таких результатах, возможно только с очень серьезными оговорками.

[2] Полезно сравнить это с возможными путями биологической эволюции, описанными в [120].

Поясним сказанное примером из области технологий военного назначения. Во время активных боевых действий техника (самолеты, танки и др.) активно действует очень ограниченное время – иногда период ее боевых действий до поражения составляет несколько (10–30) часов. В этом случае важно быстрое поступление большого количества новой техники и ее ремонтоспособность в простейших условиях. Это накладывает определенные требования на соответствующие технологии. В мирное время та же техника эксплуатируется долго. Здесь на повестку дня выходят требования надежности, длительной эксплуатации и многое иное. Эти требования заменяют требования производства большого количества образцов. В этой ситуации для изготовления образцов такой техники нужны иные технологии.

Этот пример был фактически использован в популярной статье академика В. П. Скулачева [105]. Эта работа интересна еще тем, что она позволяет установить очень полезные аналогии с биологическими *законами размножения*. Эти законы были сформулированы Мак Артуром и Вилсоном в 1967 г. [130]. Суть этих законов сводится к тому, что в размножении особей того или иного биологического вида имеются два варианта, или две стратегии. Одна, *r-стратегия*, сводится к созданию огромного количества недолго живущих и во множестве погибающих потомков. При их появлении на свет не тратится много энергии и других ресурсов. Такая стратегия важна в неустойчивой внешней обстановке. Она полезна при быстром освоении биологическим видом новых ареалов (территорий) для существования. Другая, *K-стратегия*, характерна для существования биологического вида в устойчивой обстановке. При этом рождается немного потомков, на их воспитание тратится много времени, а сами потомки живут достаточно долго. Аналогии этих стратегий с двумя только отмеченными типами требований к технологиям здесь очевидны. Цепочку этих аналогий можно продлить и в социальную область. Важно только отметить, что подобное обстоятельство достаточно широко распространено в мире. Полезно также использовать биологические термины *r-стратегия* и *K-стратегия* и для описания разных подходов к технологиям.

Две разные технологические стратегии можно проследить и в производстве мобильных телефонов. В настоящее время европейский рынок уже насыщен. Технологии производства новых мобильных телефонов для этого региона нацелены на создание дорогостоящих телефонов со многими дополнительными функциями – гаджетов, совершенствование их качества и т. д. В то же самое время рынки многих стран Юго-Восточной Азии и Африки практически не освоены. Потенциальные покупатели здесь небогаты и без особых культурных запросов. Поэтому встал вопрос о создании предельно простых моделей, позволяющих

осуществлять только элементарные операции. Ожидаемая стоимость разрабатываемых с этой целью моделей должна лежать в ценовой зоне 10–30 долл. за телефон. Естественно, что по мере освоения рынка и выработки у покупателей новых запросов стратегия разработки моделей должна измениться.

Утверждение 8.28. *Стратегии развития технологий время от времени совершают переходы от r-стратегии к K-стратегии и обратно. Существуют ситуации, когда оба типа стратегий используются параллельно.*

Параллельное сосуществование обоих типов технологий определяется характером спроса.

Уточнение 8.17. *Очень часто наибольшим спросом пользуется ширпотреб.*

Сосуществование дешевой, практически неремонтируемой продукции и дорогих надежных изделий – распространенная ситуация. При этом продукция промежуточных классов практически отсутствует. Иными словами, здесь мы снова сталкиваемся с *законом вымывания среднего*.

Естественно, что две стратегии, предъявляемые к качеству продукции, проявляются и в структуре самих технологических процессов. Более того, в технологической среде сосуществуют простые, легко перестраиваемые и часто передвижные технологии и технологии строгие, мощные и стационарные. Перестраиваемые технологии позволяют легко подгонять невысокое качество продукта к быстро меняющимся требованиям потребительского рынка. Это понятно и особого обсуждения не требует. Важно иное – кроме перехода от одного типа технологической стратегии к другой в эволюции технологий существует и другой процесс. Он связан с тем, что по мере совершенствования технологий и появления новых идей часть старых технологий стабилизируется и постепенно переходит в зону, где функциональное разнообразие отсутствует, то есть переходит в некую мало изменяемую технологическую базу.

Утверждение 8.29. *В развитии технологий имеются два типа «подвижности». Один можно считать горизонтальным. Это переход от r-стратегий раззвития к K-стратегиям и обратно. Второй тип перехода вертикальный. Это сдвиг вниз по иерархической лестнице в зону, где отсутствует функциональное разнообразие. Иногда возможен и обратный выход из этой зоны, когда извлекаются и вновь активизируются резервы свернутой изменчивости.*

Рассмотренные процессы имеют лишь косвенное отношение к анализу стационарной ситуации в области технологий. Однако только с помощью такого анализа можно всерьез изучить вопросы динамики и эволюции технологий. Можно полагать, что это дело не очень далекого будущего.

Глава 9

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ТЕХНОЛОГИЯМИ ГУМАНИТАРНОЙ СФЕРЫ

9.1. ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ ПО ПОВОДУ ГУМАНИТАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Гуманитарные технологии трудно анализировать методами, используемыми в технической сфере. Это породило особые традиции их анализа. Соответственно, используемая при этом терминология отличается от терминологии, применяемой для исследований в технической сфере. Слабая разработанность вопроса привела к тому, что приводимые сведения носят предварительный оценочный характер. Тем не менее он все же может принести определенную пользу.

Основное отличие между технологиями двух сфер в том, что в гуманитарной сфере человек находится внутри технологического процесса, а в технической сфере он находится снаружи.

Определение 9.1. *Технологии гуманитарной сферы – это направленные процессы, в которых объектом внешнего воздействия являются человек, например отдельные индивидуумы, группы людей и даже большие сообщества.*

Уточнение 9.1. *Анализ технологий технической сферы производится наблюдателем, который может считаться внешним по отношению к технологии, а наблюдатель технологии гуманитарной сферы находится внутри нее.*

Свойства индивидуумов и различных человеческих групп, то есть объектов гуманитарных технологий, определяются менее точно, чем свойства объектов технических технологий. Оценка свойств объектов гуманитарной сферы носит оценочный характер. Обычно оценки свойств «живых объектов» получают статистическими методами. Во многих случаях это результат особых процедур, таких как *тестирование* [1, 2], *интервью*, а также более сложных, например, *контент-анализ* [45]. Подобные процедуры не позволяют определить свойства объекта столь строго, как в технологиях технической сферы. Тем не менее, когда речь идет о выявлении тенденций в изменении свойств разных объектов, они приводят к хорошим результатам.

В силу указанных обстоятельств результаты внешних воздействий на объекты гуманитарной сферы не могут быть определены так строго, как результаты воздействий в сфере технической.

Уточнение 9.2. *Воздействия на объекты гуманитарной сферы определяются менее четко, чем воздействия в области технической сферы, где эти воздействия в конечном итоге зависят от качеств и свойств соответствующих технических систем. В гуманитарной области аналогом технических систем часто бывают люди. Во всяком случае, в области гуманитарных технологий само воздействие на объект характеризуется большой степенью неопределенности.*

В итоге результат суммы воздействий на объекты гуманитарной сферы также характеризуется неопределенностью.

Утверждение 9.1. *В отличие от технической сферы, неопределенность результатов заданных воздействий на объекты гуманитарной сферы особыми, присущими этой сфере методами, очень велика. Она может во много раз превосходить по своей величине неопределенность, характеризующую результаты технологических воздействий в области технологий технической сферы.*

Утверждение 9.2. *Рост неопределенности описаний, свойственных гуманитарной сфере, переводит рецепты действий в рекомендации. Поэтому в гуманитарной сфере понятие технологии часто сводится просто к набору рекомендаций. Выполнение этих рекомендаций обычно не связано с какой-либо строгой последовательностью их использования. В результате итогом таких технологий будут не точные, предсказуемые результаты, а только ожидания большей или меньшей степени достоверности.*

Гуманитарные технологии, как и технологии технической сферы, имеют некоторую иерархию.

Утверждение 9.3. *По мере перемещения вверх по ступеням иерархии гуманитарных технологий возрастает и степень недостоверности результатов. Можно полагать, что, начиная с некоторого уровня, который при нынешнем состоянии наших знаний определить нельзя, степень неопределенности может оказаться настолько большой, что используемое понятие технологий утратит свой смысл.*

Основная неопределенность гуманитарных технологий на низких уровнях их иерархии связана только с биологической, точнее, с психической, природой отдельных индивидуумов. На более высоких ступенях иерархии приходится учитывать и неопределенность, связанную с социальными процессами. При обсуждении этих технологий основная трудность связана с требованиями правильного сочетания биологической и социальной сущности человека. В связи с этим возникает вопрос о численной оценке степени неопределенности технологии.

Утверждение 9.4. *Неопределенность любой технологии в целом складывается из неопределенности свойств исходного и конечного объектов, неопределенности характера воздействий на объект и достаточ-*

но большой неопределенности в требованиях и ожиданиях, которые описывают цели технологии.

В любой технологии используются объекты и воздействия, знания о которых в принципе не могут быть полными. Однако степень этой неполноты разная.

Уточнение 9.3. *В подавляющем большинстве случаев внешние воздействия в технологиях технической сферы реализуются посредством использования технических систем. В то же самое время внешние воздействия в технологиях гуманитарной сферы обычно производятся непосредственно человеком. В отличие от технической системы, свойства человека, воздействующего на других людей, в гуманитарной технологии описываются его психологическими характеристиками. Психологические и социальные характеристики описывают и свойства объектов гуманитарных технологий. Именно разбросом этих характеристик и трудностями в их точной оценке и описании объясняется увеличение неопределенности в сфере гуманитарных технологий по сравнению с технологиями технической сферы.*

При анализе технологий с позиций оценки их неопределенности желательно ввести некоторую более или менее однозначную характеристику.

Определение 9.2. *Характеристику величины неопределенности технологии в целом или ее составляющих назовем степенью неопределенности технологии или ее части – объекта, требования, воздействия.*

В общем случае отыскать четкую количественную характеристику неопределенности трудно, а может быть, и невозможно. Поэтому следует пользоваться качественными характеристиками. В педагогике, психологии, социологии такие характеристики нередко основываются на экспертных оценках, различных конвенциональных соглашениях и других процедурах, которые во многом условны. Более того, в разных случаях оценки степени неоднозначности технологий могут отличаться друг от друга.

Утверждение 9.5. *Для оценки степени неопределенности можно ввести некоторую неметрическую (номинальную) шкалу. Опыт показывает, что для этой цели чаще всего используются шкалы наименований (классификация) и порядка (ранжирования) [12, 21, 45].*

В технологиях обеих сфер всегда можно выделить действия, приводящие к четко описываемым результатам.

Уточнение 9.4. *Отношение действий, результаты которых описываются неопределенно, к общему числу действий, которые используются в технологии, может быть использовано в качестве некоторой числовой характеристики степени неопределенности технологического процесса. В этом случае основные трудности переносятся на оценку типа, к которому относится то или иное действие.*

Особым типом неопределенности является творческая составляющая. Она особенно велика в технологиях, которые относятся к гуманитарной сфере. В качестве примера можно сослаться на возобновление балетов по старым точным записям. Строго говоря, записи такого балетмейстера, каким был М. Петипа, позволяют восстановить все мизансцены и все движения танцовщиков. Тем не менее легкого возобновления старого спектакля не получается. Более того, разные составы исполнителей, ориентирующиеся на одни и те же указания и рецепты, часто приводят к отличающимся вариантам постановок. Возникающая при этом неопределенность связана с трудностями учета индивидуальности режиссера и исполнителей, то есть с творческой составляющей. Другой пример подобного плана привел в одной из телевизионных передач профессор С. П. Мясоедов. Он рассказал о неудачной попытке по старинным рецептам создать новый экземпляр скрипки Страдивари. Изготовителям удалось повторить все, кроме самого основного – звучания нового инструмента. Примеры такого рода несложно продолжить.

Не следует считать, что точное следование рецептам в области гуманитарных технологий бессмысленно. Некоторые базовые результаты при этом гарантируются.

Уточнение 9.5. *Сложности в получении гарантированных результатов при точном следовании рецептам в гуманитарных технологиях связаны с существенным ростом разнообразия при выполнении технологических рекомендаций. Это разнообразие связано с высокой индивидуализацией и трудностью оценок творческой составляющей в гуманитарной сфере деятельности.*

Неоднозначность результатов гуманитарных технологий связана и с трудностью точной оценки состояния объектов – живых людей, их групп и сообществ. В то же время представления о том, что оценка уровня знаний или же психического состояния человека всегда неоднозначна, не всегда верны и определенны. Имеются ситуации, когда о состоянии личности можно судить с достаточной точностью. Примером точных суждений можно считать оценку психического состояния человека по его мимике – *мимическое кодирование*. Расшифровка таких кодов считается достаточно надежной и определенной. Для этой цели используются методики *FACS – Facial Action Coding System и FAST – Facial Affect Scoring Technique*. В то же время эти методики дают результаты, которые не всегда легко истолковать. Более того, такого рода методики можно считать скорее исключением, чем правилом.

Утверждение 9.6. *Утверждение о том, что все составляющие гуманитарных технологий определяются менее точно, чем составляющие технологий технической сферы, можно считать вполне обоснованным.*

Вводя в соответствии с определением 9.2 величину *степени неопределенности* I_d, разумно ее пронормировать таким образом, чтобы она изменялась от 0 (полная определенность) до 1 (полная неопределенность). В этом случае можно считать, что в районе степени неопределенности $I_d = 0{,}5$ происходит переход от технологий технической сферы к технологиям гуманитарной сферы. Естественно, этот переход нельзя считать резким. Скорее всего, значение $I_d = 0{,}5$ следует рассматривать как некую оценку. Переход от простейших действий через всю усложняющуюся иерархию технологий технической сферы к технологиям гуманитарной сферы можно представить в виде схемы (рис. 9.1).

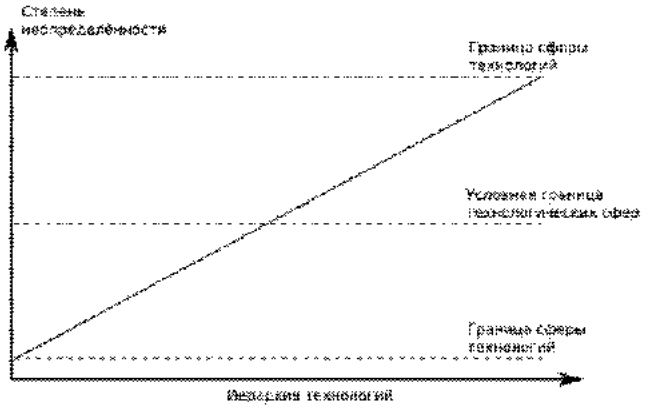


Рис. 9.1. Схема перехода технологий из технической в гуманитарную сферу на основе оценки величины степени неопределенности технологии

Вдоль оси абсцисс отложены разные типы технологий. Это сделано так, чтобы их оценочная сложность возрастала слева направо. По оси ординат отложена величина степени неопределенности технологии. Размытый участок близи $I_d = 0{,}5$ соответствует переходной области. Соответствующие ей технологии нельзя считать полностью гуманитарными. Примером таких технологий можно считать педагогические технологии, которые допускают наблюдение за объектом (учащимися) извне и поэтому более предсказуемы по сравнению с другими технологиями гуманитарной сферы.

Вследствие эволюции технологий переходная зона от одной сферы технологий к другой может смещаться вдоль оси абсцисс. С ростом сложности процесса (сдвиг по оси сложности вправо) неопределенность результатов технологического процесса растет. Как следствие, слишком сложные процессы постепенно утрачивают основные свойства технологии. Менее очевидно иное – в процессе эволюции сдвигается и

противоположная граница области технологий. Это вызвано тем, что многие операции подвергаются свертке и тем самым упрощаются. Технология при этом сводится к набору некоторых операций и действий. Само понятие технологии при этом «размывается». В этой зоне важным становится не последовательность операций, а искусство их исполнения. Это искусство связано с личными свойствами исполнителя – «мастера золотые руки» и т. п. Граница технологической сферы со стороны примитивных последовательностей операций отражена на рис. 9.1.

Существуют также группы технологий, которые в своей основе должны были бы относиться к технологиям технической сферы, но характеризующимся существенными неопределенностями. Эти неопределенности имеют разную природу. Такие технологии занимают промежуточное положение между технологиями технической и гуманитарной сфер. Их примером могут служить технологии, основывающиеся на целенаправленном использовании биологических процессов. В первую очередь это относится к сельскохозяйственным технологиям. Здесь неопределенность результата в дополнение к неточностям описания свойств исходных объектов и почв усиливается за счет проблем прогнозирования погодных условий. Нетрудно понять, что и медицинские технологии имеют большую степень неопределенности, хотя в ряде случаев несложно точно расписать действия такого врача, как, скажем, хирург. Сюда же часто можно отнести технологии, которые в утверждении 1.1 названы комбинированными технологиями. Все эти технологии можно объединить вместе.

Утверждение 9.7. *В ряде случаев полезно выделять группу технологий, которые занимают промежуточное положение между чисто техническими и чисто гуманитарными технологиями. Для простоты их можно именовать граничными, или промежуточными технологиями.*

Общий анализ требований к технологиям гуманитарной сферы позволяет отметить еще одно отличие от технических технологий. Оно связано с разнообразием их характеристик. Требования гибкости технических технологий связаны с необходимостью обеспечить требуемый набор свойств конечного продукта и обеспечить возможность перестройки технологического процесса на выпуск новых типов продукции. Требования к свойствам продукции формируются в сфере потребления, то есть в гуманитарной области.

Утверждение 9.8. *Разнообразие технических технологий исходит из необходимости обеспечения требований использования продукции и возможностей перестройки технологических режимов на выпуск новых типов продуктов. Это означает, что оно носит функциональный характер. В отличие от этого разнообразие объектов гуманитарной сферы часто включает в себя требования, связан-*

ные с необходимостью изготовления новых, привлекающих внимание образцов. При этом изменения свойств конечных объектов не связаны с функциональной необходимостью. Иными словами, в гуманитарных технологиях резко увеличивается то, что принято называть нефункциональным разнообразием.

В ряде случаев простой подсчет различных вариантов свойств или решений позволяет определить численные характеристики разнообразия.

Уточнение 9.6. *Отношение числа нефункциональных элементов и решений к общему их количеству может быть использовано для оценки величины функциональности технологической системы. Эта величина по смыслу аналогична величине степени неопределенности технологии, но не совпадает с ней. В дополнение к этому разность между общим числом решений и числом функциональных решений характеризует функциональную избыточность технологии, объекта, решения и т. п.*

Отличие технологий гуманитарной сферы от технологий технической сферы состоит, в частности, и в том, что в гуманитарной сфере производятся не только реальные физические товары, но и различные услуги. К технологиям этой сферы относится, например, реклама. В то же время именно гуманитарная сфера во многом формирует спрос, а значит, и требования к технологиям технической сферы. В результате (социальный анализ этого явления здесь не затрагивается) технологии технической сферы нередко сосредоточены на производстве избыточных, практически ненужных товаров и услуг. Иными словами, при общем анализе технологий выясняется, что технические технологии могут быть нацелены на создание практически ненужных товаров и услуг. В результате возник даже специальный термин *превратный сектор*[1].

Определение 9.3*. Превратным сектором принято называть производство ненужных товаров и услуг.*

Технологии, которые относятся к гуманитарной сфере, естественно называть *гуманитарными технологиями*. Тем не менее иногда эту группу технологий делят на две части. К первой относят те технологии, которые имеют дело с отдельным индивидуумом. Именно за ними предлагается сохранить термин *гуманитарные технологии*. Ко второй группе относят те технологии, которые действуют на большие группы людей. Такие технологии предлагается назвать *социальными технологиями*. Этот способ деления принят, например, в [39, 125]. К сожалению, провести четкую границу между такими группами технологий и соответствующими им приемами невозможно, на что обращают внимание и сторонники такой терминологии. Термин *гуманитарные технологии* исходит из расширительного представления о том, что все мыслительные операции также могут рассматриваться как некая технология.

[1] Термин «превратный сектор» предложен в Интернете несколькими авторами.

В принципе такой подход вполне возможен. Отметим еще, что смешение двух подходов может породить такое понимании термина *гуманитарные технологии*, которое, представляя теоретический интерес, не может быть никак использовано в практической деятельности.

9.2. О СОВМЕСТНОМ АНАЛИЗЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И ГУМАНИТАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Уже отмечалось принципиальное сходство технологий обеих сфер – технической и гуманитарной. В частности, и те и другие могут быть описаны *основной технологической триадой*[1]. Общий анализ нередко создает впечатление о том, что обычно результаты, полученные в технической сфере, просто переносятся на технологии сферы гуманитарной. На самом деле это нельзя считать до конца правильным. Существуют общие представления, которые перенесены в техническую сферу непосредственно из гуманитарной области. Возможно, это не сразу бросается в глаза, но тем не менее подобные явления существуют.

Утверждение 9.9. *В теоретическом плане общие результаты, которые получены при анализе технических технологий, и результаты, которые получены при анализе технологий гуманитарной сферы, имеют одинаковую ценность. Эти результаты в одинаковой мере способствуют общему теоретическому анализу обеих технологических сфер.*

При изучении влияния гуманитарных технологий на техническую сферу следует обратить внимание на вопросы, связанные с основными отличиями гуманитарной сферы, то есть с вопросами неопределенности.

Утверждение 9.10. *Неопределенность технологического процесса, или составляющих его элементов, есть следствие возможного разнообразия условий или решений, носящее нефункциональный характер.*

Серьезная технология должна обладать определенной гибкостью, то есть включать в себя некоторое задаваемое разнообразие. Такое планируемое функциональное разнообразие необходимо и в сфере гуманитарных технологических процессов, хотя обычно для описания соответствующих требований используется иная терминология. В конечном итоге, известная борьба К. С. Станиславского с постановочными штампами, говоря языком теории технологий, – это борьба за наличие технологического (функционального) разнообразия в театральной сфере.

Уточнение 9.7. *Планируемое разнообразие технологического процесса и его неопределенность – это понятия, достаточно близкие по своей природе, но разные в силу принципиальных отличий возможностей управления ими.*

[1] Применительно к педагогике это было впервые подробно рассмотрено в [129].

В технической сфере основной интерес сосредотачивается на создании гибкости, то есть обеспечении разнообразия технологий. В технологиях гуманитарной сферы существующее нефункциональное разнообразие превращается в технологическую неопределенность. Здесь основное внимание требуется сосредоточить на противоположных типах воздействия. Они по возможности должны обеспечить уменьшение неопределенности.

С этой точки зрения полезно взглянуть на борьбу с технологической неопределенностью в области управленческих технологий. Уже отмечалось, что в управленческих технологиях необходима гибкость. Она создается за счет возможности приятия самостоятельных решений на различных уровнях управленческой (учрежденческой, государственной и т. п.) иерархии. Чем больше возможность принятия самостоятельных решений, тем больше возникающая неопределенность в работе. При возрастании неопределенности до некоторого уровня управленческая система начинает утрачивать свои положительные качества. Выход из этой ситуации известен – *жесткая регламентация действий и их последовательности*. Этот прием широко применяется в повседневной практике.

Утверждение 9.11. *Регламентация создает некоторый технологический скелет управленческой технологии.*

Такой подход иногда очень продуктивен. Его примером служит, например, использование специальных шаблонов для написания типовых документов, деловых писем и т. д. Подобные шаблоны – некие рамки, или каркасы, технологии создания документа. Они получили широчайшее распространение после внедрения в практику работы канцелярий и бухгалтерий информационной техники. К сожалению, жестко расписать все возможные ситуации, встречающиеся в управленческой практике, невозможно. В результате во многих случаях излишняя регламентация и как ее следствие – бюрократизация, становятся тормозом в работе. Одной из этих сложностей можно считать то, что общая регламентация не учитывает специфику работы различных учреждений. Как известно, реальная жизнь предложила способ обойти эту трудность. Он основан на использовании традиций и привычек. Любой опытный человек знает, что практически везде в дополнение к регламентам существуют некие неписаные правила и взаимоотношения, направленные на обеспечение нормальной управленческой работы.

Утверждение 9.12. *Схема использования традиций и других неформальных правил, которые обычно носят достаточно индивидуальный характер, может рассматриваться как необходимое дополнительное условие, которое смягчает жесткую регламентацию и может рассматриваться в качестве полезного необходимого условия создания работоспособной управленческой технологической схемы.*

Одной из важнейших задач использования традиций в управленческих технологиях можно полагать возникновение неформальных связей и отношений между управленческими звеньями. Известный философ-методолог Г. П. Щедровицкий ввел понятия *формальной* и *неформальной структуры организации* [66]. Иными словами – это процессы своеобразной координации. Надо учитывать, что координация между уровнями иерархии важна не только в управлении. Так, в процессе эволюции мозга человека в нем возникли три иерархических уровня памяти. Координация их работы – важнейший элемент работы мозга. Итак, наряду с положительными сторонами описываемый процесс неформальной координации управленческих звеньев имеет и отрицательные черты.

Утверждение 9.13. *Неформальные управленческие отношения, традиции несут в себе потенциальную опасность. Она связана с тенденцией выделиться в независимую параллельную и плохо регулируемую параллельную управленческую систему. При этом такие параллельные структуры неформальных соотношений имеют свои внутренние правила, называемые обычаями. Они могут обладать колоссальной устойчивостью. Основной их опасностью становится перехват управленческих решений и, как следствие, захват одной управленческой структурой функций, числящихся за другой стуктурой. Иногда это приводит к серьезной деформации всей управленческой структуры.*

Как было отмечено А. Л. Перельманом, именно наличие параллельной независимой регламентации, основанной на традициях и обычаях, и подменяет собой обычное управление, которое приобретает *имитационный характер*, составляет сущность мафиозных и им подобных структур.

Уточнение 9.8. *Наличие и достаточно широкое распространение имитационных и параллельных технологий можно считать одной из особенностей гуманитарной технологической сферы.*

Описанные процессы характерны также и для экономики. Такие явления, как черный рынок, бартерный обмен и им подобные – это проявления параллельных технологий в экономической сфере.

Иногда считают [47, 61], что возникновение праллельных структур, вызываемое излишней жесткостью управленческих систем, свидетельствует о неустойчивости всей управленческой системы в целом. Это приводит к выводам о неверности многих принципов организации таких структур. В действительности слишком жесткие и полностью запараллеленные структуры могут считаться исключениями, которые стоят на разных полюсах бинарной оси: *формальное-неформальное*. В действительности оптимальным вариантом следует считать некий разумный компромисс.

Утверждение 9.14. *Основной проблемой создания оптимальной системы управления можно считать отыскание и затем непрерывную корректировку жесткого регламента и неформальных правил и обычаев.*

Анализ гуманитарной сферы позволяет выявить еще один тип технологий, которые естественно назвать *посредническими* [90].

Определение 9.4. *Посредническая технология – технология, которая обеспечивает непосредственную информационную связь между далекими звеньями и технологиями общего культурного пространства.*

Простейший пример посреднической технологии – технология продвижения на рынке определенной группы товаров (изделий, услуг). Пусть имеются разные по внешним показателям товары, скажем, часы с одинаковым механизмом, изготовляемым по единой технологии, но с разными корпусами, циферблатами и т. д. Каждый тип оформления соответствует запросам одной небольшой группы покупателей (пользователей). Найти нужный товар или, наоборот, довести сведения о нем до потенциального пользователя как раз и является целью посреднической технологии в случае, когда *посреднические технологии нацелены на обеспечение связи между массовым изготовлением и индивидуальным спросом*. Это достаточно очевидный, но далеко не единственный вид посреднической технологии.

Вероятно, одним из наиболее распространенных видов посреднических технологий можно полагать технологии, связанные с коммуникациями и доставкой информации о тех или иных объектах. Классическим примером коммуникационного посредничества может служить дипломатическая деятельность, хотя в этом случае провести очевидную технологическую регламентацию очень не просто. Вариантами посреднических технологий, использующих определенную информацию (владение специальными сведениями), можно считать, например, торговлю и библиотечное дело. Фактически основным элементом информационно-коммуникационных технологий Интернета можно также считать посредническую деятельность [90].

Фактически все прогрессивные технологии современности пытаются использовать массовую стандартизованную базу, основывающуюся на технических технологиях. При этом все индивидуальное разнообразие объектов (продуктов) создается на последних технологических стадиях. Связывая между собой массовое и индивидуальное, посредническая технология способствует возникновению единой технологически-потребительской зоны.

Утверждение 9.15. *В сфере технических технологий на высших стадиях начинает искусственно создаваться разнообразие, часто носящее нефункциональный характер. В сфере же гуманитарных технологий, характеризующихся большим разнообразием и, соответственно, высокой степью неопределенности, должны иметься и имеются некие явления, которые способствуют компенсации нефункционального разнообразия. Ряд этих явлений можно характеризовать как технологии. Они усредняют результаты других технологий, распространяя их на обширные области культурного пространства.*

Имеются примеры подобных явлений, не имеющие технологической основы. Так, язык, как одна из составляющих культуры, стоит над неоднородностью (разнообразием) социума и способствует преодолению этого разнообразия.

Уточнение 9.9. *Если на верхних иерархических уровнях технических технологий возникает и расширяется тенденция к появлению разнообразия, то на верхних уровнях технологий гуманитарной сферы четко проявляется противоположная компенсирующая тенденция – к выравниванию свойств. Она проявляется на самых высоких уровнях общей технологической иерархии. Как известно, именно равновесие между двумя противоположными тенденциями и обеспечивает нормальное развитие в любой сложной системе [90].*

Таким образом, в технологиях гуманитарной сферы можно обнаружить много закономерностей, которые столь явно не выделяются в технической сфере. Иными словами, наше соображение о взаимном влиянии представлений обеих сфер технологий можно считать обоснованным. Эти общие соображения составляют то, что иногда принято называть *Philosophy of technology*[1].

При переходе к конкретным описаниям гуманитарных технологий возникает одна существенная трудность. Высокая неопределенность гуманитарных технологий не позволяет создать точные рецепты действий и ограничивается только рекомендациями. Нечеткость рекомендаций заставляет ограничить строгий анализ только невысокими иерархическими уровнями гуманитарных технологий. На этих уровнях многие рекомендации едины для разных технологий. Этот легко прослеживается и в технических технологиях, где многие элементарные операции повторяются в разных группах технологий. Сказанное заметно, например, при анализе *операций Коллера*.

Утверждение 9.16. *В области гуманитарных технологий, в силу ограничения описаний простейшими нечеткими рекомендациями пока еще нельзя создать единую методику описания и анализа, пригодную для всех групп гуманитарных технологий.*

Отметим, что общие рассмотрения и анализ рис. 9.1 ставят вопрос о сохранении понятия технологии и об обеспечении однозначности ее описания под воздействием внешних обстоятельств. Это можно сформулировать, как проблему *границ предельно допустимого воздействия*.

[1] Эквивалентный русский термин авторам неизвестен.

9.3. ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Термин *педагогические технологии* известен давно (напр., [129, 140]). В русскоязычной литературе вместо него долго использовали другие термины, в частности, *методика преподавания*. В зарубежной литературе, наоборот, понятие методика преподавания практически отсутствует. Сейчас ситуация изменилась, и в русскоязычной литературе термин *педагогические технологии* начал активно использоваться. Так, при *полнотекстовом запросе*, который был сделан 30 марта 2009 г., информационно-поисковая система (ИПС) Яндекс по запросу «Педагогические технологии» дала около 160 тыс. отсылок к URL-адресам, использующим этот термин. В то же время полнотекстовый поиск по запросу *Education Technologies*[1] дает миллионы отсылок к URL-адресам, использующим этот термин. Это естественно, так как количество англоязычных ресурсов практически по любой теме существенно превышает количество русскоязычных ресурсов[2]. Смысл этого термина поясняют и соответствующие статьи в англоязычном и русскоязычном вариантах сетевой энциклопедии – *Википедия* [60, 140].

Тенденция к росту использования в русскоязычной литературе термина *педагогическая технология* иллюстрируется анализом заголовков в [106]. Из 109 докладов на этом симпозиуме 32, то есть чуть менее 30%, имели в названии слово *технология*. Поэтому использование этого термина для описания педагогического процесса обоснованно. Более того, в последние годы термин *технология* введен и в качестве официального наименования в список педагогических специальностей. В то же время следует учитывать, что в педагогической литературе сам термин *педагогическая технология* очень размыт. Разброс в его понимании в этой области знания намного больше, чем в сфере технических технологий. Во многих случаях в педагогической литературе этот термин истолковывается, как некая упорядоченная закономерность использования приемов и действий. Это соответствует тем определениям, которые были даны выше.

Опираясь на такое понимание понятия педагогической технологии, кратко рассмотрим те общие представления, а также четко выявленные приемы (рекомендации), которые можно выявить в качестве стандартных педагогических операций. Эти сведения интересны и потому, что аналогичная ситуация прослеживается и в других технологиях гуманитарной сферы.

[1] Наряду с этим термином широкое распространение имеет термин *Learning Technologies*.

[2] Смысл терминологии и объяснение, почему такие эксперименты дают только оценочные результаты, можно найти в [90].

Педагогическую технологию можно толковать как триадный процесс. В технической сфере любой сложный процесс можно разбить на частные технологии – участки общей технологической сети, или цепи. Они связывают воедино отдельные узлы технологической схемы. На этих участках технологической цепи взаимодействие создаваемого или обрабатываемого объекта или их группы с внешним миром мало. Оно проявляется в наличии отбросов, небольших воздействиях на окружающую среду и т. д. Обратные воздействия, то есть потоки от внешней среды в обычных технологиях технической сферы, также невелики. Это позволяет при изучении таких процессов использовать адиабатическое приближение и приближение черного ящика. Оба эти приближения можно объединить термином *закрытые*. Традиционный подход к описанию педагогического процесса исходил из допущения об отсутствии внешних воздействий на обучаемого. Это фактически предполагало наличие *замкнутости* (*закрытости*) педагогической системы. В общем, это не так. Любой обучающийся всегда имеет много источников внешней информации. Сказанное означает, что в педагогическом процессе имеются слабо контролируемые и практически не управляемые внешние воздействия. Таким образом, систему можно толковать как традиционный триадный процесс.

Утверждение 9.17. *Принципиальным отличием педагогических, как и других гуманитарных, технологий от технических технологий следует считать наличие внешних неконтролируемых и неуправляемых воздействий на технологические объекты.*

Уточнение 9.10. *В частных случаях педагогических систем с невысоким уровнем интеграции встречаются технологии, которые можно рассматривать как закрытые, то есть адиабатические.*

Схема педагогических технологий с учетом внешних воздействий, то есть с учетом открытости, представлена на рис. 9.2[1].

Для понимания особенностей педагогических технологий полезно оценить степень их индивидуализации. В древние времена обучение было либо чисто индивидуальным, либо производилось в малых группах. При этом нередко имелась и возможность смены педагога, и возможность целенаправленного подбора группы обучающихся. Это обеспечивало определенную индивидуализацию технологии, то есть ее подгонку под пару «педагог–ученик». Подчеркнем, что это было возможно далеко не всегда. Тем не менее, так как технология обучения не была массовой, всегда имелась определенная возможность ее *индивидуальной подгонки*. Переход к *классно-урочной системе* и массовому

[1] Для описания начального и конечного состояний объектов также широко используется математический термин *операнд*.

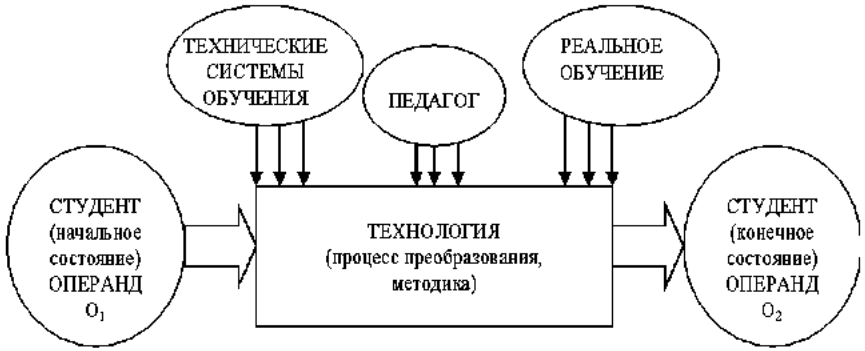


Рис. 9.2. Одно из возможных триадных представлений педагогического процесса как открытой системы

обучению резко уменьшил возможности индивидуализации конкретных педагогических технологий.

Фактически педагогические технологии стали ориентироваться на некоторого усредненного педагога и некоторый усредненный образ ученика. Вследствие этого основное внимание разработчиков педагогических технологий свелось к разработке приемов и рекомендаций, которые ориентировались именно на представление об усредненном ученике и усредненном *идеальном педагоге*. Конкретные личностные характеристики и их разброс как в группах обучающихся, так и в среде педагогов из анализа практически исключались. На определенном историческом этапе и при выработке базовых приемов обучения такое ограничение задач и возможностей педагогических технологий вполне обосновано. Фактически именно такой вариант технологии в русскоязычной литературе и принято называть *методикой преподавания*. На Западе этот смысл вкладывается в термин *дидактика*, который в русском языке имеет несколько иной смысл.

Определение 9.5. *Педагогические технологии, которые не учитывают личностную специфику учеников и педагогов, будем называть методиками, или практической дидактикой.*

Уточнение 9.11. *Любую закономерную целенаправленную последовательность действий и операций можно определить как методику, а ее описание считать методологией.*

В условиях большой неопределенности, когда даже выверенная последовательность действий и операций не позволяет строго обеспечить желаемый результат и когда цели этой последовательности действий не могут быть определены с достаточной строгостью, анализ и описание методик имеют первостепенный интерес. Этот интерес связан как с

необходимостью теоретических исследований, так и с обеспечением базы для будущего построения технологий.

Утверждение 9.18. *Поскольку изолированное исследование методики не привязано к свойствам объектов и не требует обязательного учета взаимодействий с внешней средой, результаты изучения методик могут носить более общий характер по сравнению с результатами изучения близких технологий. В то же время общность результатов может повлиять на конкретность получаемых результатов.*

Естественно полагать, что замена полного анализа технологий на анализ методики важна для исследований в гуманитарной области, а также для изучения деятельности человека, в частности для анализа мышления. Можно полагать, что в преподавании оба эти подхода равноценны. Ответить на вопрос о том, насколько это обоснованно, пока затруднительно. Отметим еще одно обстоятельство. *Методология* как наука связана с изучением мышления человека, то есть с изучением информационных потоков. До тех пор, пока анализ воздействия на различные объекты по традиции ограничен только тремя потоками – потоком вещества, потом энергии и потоком информации [87, 114, 116], методология как способ анализа преобразований в гуманитарной сфере имеет первостепенное значение. Однако на более высоких ступенях технологических иерархий (иерархий преобразования объектов) в процесс могут включаться потоки новой природы. С такой ситуацией можно столкнуться при анализе технологий, которые связаны с экономикой. В этих случаях ограничение рассмотрения только действиями, без учета изменения свойств объектов, то есть методология, уже не приносит таких результатов, как в случае технологий, связанных с деятельностью человека. Вероятно, именно по этой причине чисто методологические подходы в настоящее время используются только в педагогике и таких разделах знания, как психология и философия.

Неопределенность педагогических технологий и других технологий гуманитарной сферы можно скомпенсировать двумя способами. Первый из них – ограничение процесса только фиксацией тех свойств объектов, которые не зависят от их природы. Это означает отказ от анализа любых личностных характеристик и приемов. В этом случае все практические разработки ограничиваются методологией, которая сводится к созданию того, что принято называть *практическими методиками*. Индивидуализация технологии обучения реализуется при этом посредством *личного выбора*. С одной стороны, выбор возникает в результате отбора поступающих в учебное заведение. С другой стороны, учащийся выбирает школу, а при финансовой возможности – и конкретного педагога или же ищет дополнительные возможности обучения.

Второй способ индивидуализации обучения связан с введением гибкости и возможностей подстройки в обучающую технологию. Для этой цели идеология технологии видоизменяется. Наиболее простым по форме, но сложным для реализации путем можно считать то, что принято называть *индивидуальной работой с обучаемым*. Это использование различных специальных заданий, личных программ и т. п. Как нетрудно понять, сложность работы преподавателя и требования к ее качеству при этом резко возрастают. Другой путь – гибкая система построения самой схемы обучения. Это может быть сделано на основе произвольной комбинации элементов обучения – *модулей*, перехода к системе *кредитов* (*кредитных баллов*), введения *элективных курсов* (*курсов по выбору*), непрерывной *корректировкой* учебного процесса, основывающейся на рубежных измерениях результатов, и т. д. Первый способ традиционно имеет широкое распространение. Обычно действия педагога и рассматриваемые на занятиях вопросы при этом жестко заданы. В этом случае сама технология преподавания может быть описана с помощью некоторого аналога маршрутных карт, о которых шла речь в предыдущей главе. Пример такой карты – индивидуального задания ученика показан на рис. 9.3. Индивидуализация технологии в этом случае полностью перекладывается на плечи педагога.

При использовании второго подхода процесс индивидуализации технологии связан с выбором учащегося. Возможности выбора задаются предварительной работой педагога. Как и в случае технологий технической сферы, введение в учебный процесс вычислительной техники способствует более строгой организации учебного процесса. Она проявляется в облегчении построения различных описаний учебного процесса. Именно компьютерная техника оказалась особенно перспективной для *дистанционного обучения*.

Особенность педагогических технологий связана с тем, что стоящие перед ними задачи не столь однородны, как в технологиях технической сферы. Это объясняется различием целей, которые обучение ставит перед педагогической технологией. Задача любой технологи – это создание у объекта определенных свойств. В педагогической технологии объектом является обучающийся. После обучения, то есть на выходе технологии, у него должны появиться *знания*, *навыки* и *умения*. Это разные свойства личности, и по этой причине педагогические приемы, то сеть последовательные действия, которые направлены на их формирование, отличаются. Иногда эти отличия могут быть существенными.

Обычно при обсуждении технологии обучения в целом эта триада требований рассматривается как нечто единое. В действительности, однако, в предъявляемых к педагогической технологии требованиях могут отмечаться и более существенные расхождения. Так, например, хорошо известно, что есть принципиальная разница между *знанием* и *пониманием*.

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

1-й вариант	2-й вариант
1. Что называют количеством теплоты? Как обозначают? В чём выражают? 2. Что обозначает запись: $c_{\text{алюминия}} = 900$ Дж/(кг · °С)? 3. Какое количество теплоты потребуется для того, чтобы нагреть 1 кг свинца на 2 °С?	1. Какую физическую величину называют удельной теплоёмкостью вещества? В чём выражают? 2. Что обозначает запись: $c_{\text{воды}} = 4200$ Дж/(кг · °С)? 3. Какое количество теплоты выделится при охлаждении 3 кг воды от 100 °С до 60 °С?

КАРТА УЧАЩЕГОСЯ

УЭ	Учебный материал с указанием заданий	Примечания
УЭ0	Постановка целей. (*Давался текст, составленный учителем, где он раскрывал содержание урока, напоминал, какой предыдущий материал учащиеся уже изучили, подробно перечислял все цели урока, давал доброжелательное напутствие.*)	Если что-то не понятно, обратитесь к § 7–9 учебн.
УЭ1	Актуализация знаний. Для начала проверим, как вы усвоили материал прошлых уроков. Напишите на листке ответы на вопросы, предложенные в карточках с пометкой «входной контроль».	Если сложно, обратитесь к § 7–9
УЭ2	Самостоятельное изучение нового материала. Внимательно прочитайте содержание § 10 на с. 25–27 учебника. Ответьте на вопросы в конце параграфа. Запишите в тетрадь тему урока, определение удельной теплоты сгорания топлива. Запишите, как обозначается эта физическая величина, и чём выражается. Запишите формулу для вычисления количества теплоты, выделяемого топливом при полном сгорании. Внимательно прочитайте свои записи, убедитесь в полноте написанного.	
УЭ3	Закрепление изученного. Внимательно прочитайте текст, приведённый ниже. (*Давался рассказ о процессе горения или плохих параграфа.*) Каждое топливо выделяет своё количество теплоты при сгорании, поэтому вводится специальная физическая величина – *удельная теплота сгорания топлива q*, своя для каждого вещества (см. табл. 2 на с. 26 учебника). Зная удельную теплоту сгорания топлива, можно легко рассчитать количество теплоты, которое выделится при сгорании массы m этого топлива. Чем больше масса сгораемого топлива, тем больше выделяемое количество теплоты. $Q = qm$. Ответьте на вопросы к параграфу на с. 27 учебника.	
УЭ4	Самопроверка. Внимательно рассмотрите решение задач. (*На доске и/или на карточках приведены задачи и решения.*) Задача 1. Определите количество теплоты, выделившееся при сгорании 200 г бензина. <Решение> Ответ: $Q = 9{,}2 \cdot 10^6$ Дж. Задача 2. При сгорании спирта выделилось $1{,}35 \cdot 10^8$ Дж тепла. Чему равна масса сгоревшего спирта? <Решение> Ответ: $m = 5{,}0$ г. Самостоятельно решите задачу № 1 из упр. 5 на с. 27 учебника и задачу, приведённую ниже. – Какая масса каменного угля была сожжена в печи, если при этом выделилось 60 МДж тепла? Сравните свое решение с готовым (см. Приложение). Всё ясно?	Если что-то непонятно, обратитесь к учебнику или консультанту. Если у вас нет Приложения, обратитесь к учителю или консультанту.
УЭ5	Промежуточный контроль. Вернитесь к УЭ0 и проверьте, достигли ли вы поставленных целей? Если да, то смело переходите к следующему УЭ, если нет – вернитесь к УЭ2.	
УЭ6	Экспресс-контроль. Ответьте на вопросы и решите задачи: 1. В каком случае выделится больше теплоты при сгорании 1 кг бензина или 1 кг нефти? Почему? 2. Какое количество теплоты выделится при полном сгорании 1 кг торфа? 3. Какое количество теплоты выделится при сгорании 200 г керосина? 4. Сколько спирта нужно сжечь, чтобы получить $8{,}1 \cdot 10^6$ Дж энергии? Если вы успели сделать все задания, то можете получить ещё дополнительные задачи: 1. На сколько градусов нагреется 3 кг воды, если вся теплота, выделившаяся при полном сгорании 10 г спирта, пошла на её нагревание? 2. На спиртовке нагревали 175 г воды от 15 до 75 °С. При этом сгорело 6 г спирта. Сколько энергии было потрачено впустую?	Сделайте это на отдельном листке и сдайте его учителю. Дополнительные задачи можно не решать.
	Домашнее задание. По учебнику: *А.В.Перышкин.* Физика-8 (М.: Дрофа, 2002): § 10, упр. 5 (задачи 2, 3). По сборнику задач: *В.И.Лукашик, Е.В.Иванова.* Сб. задач 7–9 (М.: Просвещение, 2004): № 1052.	

ПРИЛОЖЕНИЕ

Задача. Какая масса каменного угля была сожжена в печи, если при этом выделилось 60 МДж тепла?

Дано:
$Q = 60$ МДж $= 6 \cdot 10^7$ Дж,
$q = 2{,}7 \cdot 10^7$ Дж/кг,
$m = ?$

Решение
$Q = mq$; $m = \frac{Q}{q}$; $m = \frac{6 \cdot 10^7 \text{ Дж}}{2{,}7 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}} \approx 2{,}2$ кг.

Ответ: $m = 2{,}2$ кг.

Раздаточный материал к уроку, проводимому по модульной технологии, на тему «Энергия топлива. Удельная теплота сгорания топлива». 8-й класс.

Рис. 9.3. Индивидуальное задание ученика

Утверждение 9.19. *Проверку суммы накопленных знаний провести намного проще, чем проверку понимания того, что эти знания фактически несут.*

Построение способов определения понимания, нужное для оценки качества педагогических технологий, должно исходить из представления о *понимании* [17, 136].

Уточнение 9.12. *Понимание – это превращение сигналов, поступающих от внешней среды, в информацию или действие.*

Хорошей иллюстрацией этого уточнения может служить пример с незнакомым языком. Сигналы, информация, поступающие к слушателю, могут восприниматься, фиксироваться и даже запоминаться. Однако настоящее понимание требует серьезного усвоения всей системы языка. Никакие словарные запасы (аналог знаний) сами по себе решить проблему адекватного восприятия речи на новом языке не могут. В дополнение заметим, что в технике неким отдаленным аналогом восприятия можно иногда полагать чувствительность к внешнему сигналу.

Действительно, чем больше чувствительность, тем на меньшие по величине сигналы от внешнего мира реагирует техническая система. В известном смысле *при большей чувствительности техническая система лучше «понимает» внешнюю среду*. Эта аналогия приводит к одному общему соображению. Из теории автоматизации известно, что при слишком большой чувствительности, которая не компенсируется другими элементами управления, техническая система начинает «раскачиваться» и даже иногда разрушается. В этом смысле излишняя чувствительность может толковаться, как *поверхностное понимание*. Отрицательные характеристики поверхностного понимания достаточно очевидны. Приводимые здесь полезные аналогии ни в коей мере нельзя считать доказательством. Их цель только одна – облегчить формирование нужных ассоциаций и соображений у читателя.

В итоге, говоря об основной цели обучения, а именно о формировании понимания, можно отметить три стадии этого процесса (рис. 9.4), то есть *информационную триаду*. Она начинается с возникновения (генерации) сигналов, затем следует их превращение в информацию, и, наконец, на основе полученной информации формируется понимание [75, 94].

Генерация сигнала ⟹ **Информация** ⟹ **Понимание**

Рис. 9.4. Три стадии формирования понимания

Утверждение 9.20. *Любая педагогическая (образовательная) технология наряду с умениями и навыками в качестве основной цели ставит также формирование у обучающихся как знаний, так и понимания. Эти цели не противоречат друг другу. Обычно знания обеспечивают эрудицию в широкой области, а понимание специализацию в более узкой сфере.*

Позволим себе сделать небольшое дополнение. В последние годы обучающие (педагогические) технологии часто оцениваются с экономической точки зрения, что, в общем, разумно. Однако это отнюдь не значит, что получаемые в таких технологиях знания должны всегда конвертироваться в деньги.

Уточнение 9.13. *Приобретенные знания не всегда превращаются в деньги, но отсутствие знаний всегда порождает расходы.*

Основное отличие педагогических технологий от рассматривавшихся ранее технологий технической сферы в том, что четкие, хорошо расписываемые последовательности действий, то есть *технологические карты* эффективны только на небольших участках обучающих технологий. Для обеспечения необходимой индивидуализации, то есть гибкости, педагогической технологии участки общего технологического процесса комбинируются в разных сочетаниях. Педагогические действия и приемы на этих участках можно иногда стандартизовать очень строго. Однако значительно чаще степень их стандартизации не очень высока.

Утверждение 9.21. *Педагогическая методика строится как комбинация некоторых типовых приемов и не очень строго формализуемых последовательностей действий. Эти последовательности, которые аналогичны типовым операторам технических технологий, можно назвать рекомендациями. Несмотря на большую гибкость, педагогическая технология сохраняет два важнейших качества – рациональность и целенаправленность.*

Утверждение 9.22. *Основным путем создания педагогической, как и большинства других технологий гуманитарной сферы, можно считать построение технологии сверху. В то же время в технической сфере построение сложных технологий идет и сверху, и снизу.*

Технические технологии практически никогда не разделяются до элементарных действий типа треблигов.

Уточнение 9.14. *Требуемая степень декомпозиции технологий технической сферы намного больше, чем у технологий гуманитарной сферы.*

Изучение педагогических технологий обычно сводится к исследованию и описанию основного направления обучения в каждом конкретном случае. Это описание представляет набор основных рекомендаций. Их часто можно разложить на некоторые *приемы*. Именно анализ таких укрупненных технологических групп действий, которые иногда разлагаются на более простые, стандартизованные приемы, и составляет главное содержание описаний педагогических технологий [21, 53, 106, 125]. Многие из укрупненных педагогических технологий, которые описаны, например, в [21, 53], такие как *мозговой штурм*, *использование дерева решений* и другие, применяются и в других группах технологий

гуманитарной сферы. То же самое можно сказать и про более простые приемы и рекомендации, широко использующиеся в технологиях обучения.

Существует несколько стандартных приемов, которые применяются и в педагогических технологиях, и в некоторых других технологиях гуманитарной сферы. Их часто просто называют *методами*. Не претендуя на полноту перечисления, отметим наиболее известные из них.

Повторение *– один из наиболее широко известных приемов, нашедший себе отражение в известной поговорке: «Повторение – мать учения».*

Периодическая смена подходов *– этот прием нацелен на борьбу с привыканием и выработкой нежелательных стереотипов. Этот прием нельзя применять слишком часто. Этот прием назовем «Метод электробритвы»*[1].

Метод переноса (более точно метод переноса понятия) *– метод основан на переносе хорошо известных понятий в другие понятийные области и зоны, например «глубина понимания», «широта взглядов» и т. п.*

Метод аналогий *– во многом аналогичен методу переноса. Особых пояснений не требует. При неумелом использовании связан с опасностями чрезмерного упрощения. Основная трудность его применения связана с тем, что при его использовании может возникнуть иллюзия строгого доказательства. При использовании метода полезно напоминать, что аналогия ни в коей мере не является доказательством. Метод полезен для выявления далеких связей.*

Метод упрощения проблемы *– полезный и удобный метод, который не требует особых пояснений. Его основная опасность – замена простоты примитивностью.*

Метод широкого использования обобщений *– особенно удобен при обучении с широким использованием математических выкладок. В этом случае доказательство общих положений может существенно упростить и сократить время на изучение частных случаев.*

Метод ролевых (деловых) игр *– достаточно хорошо известный коллективный метод, который допускает множество различных вариантов реализации. Идея метода основана на том, что обучающиеся и преподаватель распределяют между собой различные роли и затем разыгрывают специально созданные ситуации, аналогичные тем ситуациям, которые наиболее часто встречаются на практике.*

Метод малых групп *– коллектив учащихся разбивают на небольшие, до пяти человек, группы, в которых происходит коллективное обсуждение задач и проблем. Метод широко используется в западной педагогике.*

Проектный метод (проектная технология обучения) *– перед группой учащихся ставится некоторая коллективная задача, проект. Это может быть и теоретическая, и практическая задача. Каждый участник коллектива выполняет свою часть работы. Результаты отдельных участников обсуждаются и «сшиваются»*[1]*. Метод полезен, так как не только знакомит участников с широким кругом вопросов, но и дает навыки работы в коллективе. Его недостаток – вероятные потери ряда важных сведедений, особенно сведений общетеоретического плана.*

Метод мозгового штурма *– хорошо известный метод коллективного обсуждения сложных проблем, когда каждый участник может говорить все, что, по его мнению, имеет отношение к обсуждаемой проблеме. Обоснования делаемых предложений обычно не требуется. Привнесен в педагогику из других гуманитарных технологий.*

Метод последовательных опросов[2] *– построен в качестве совершенствования метода экспертных оценок (метода Делфи). Метод Делфи в чистом виде для задач обучения в педагогических технологиях не используется. В то же время последовательные корректируемые опросы, которые продолжаются до получения стабильных результатов, используются на практике, в том числе и в чисто обучающих технологиях.*

Оба приведенных перечня приемов очень редко оформляются в виде четкого порядка определенных действий, из которых можно построить технологическую карту типа той, что приведена на рис. 9.3. Эти приемы могут быть скомбинированы по-разному, что позволяет обеспечить *вариативность технологий*, то есть их *индивидуализацию*.

Уточнение 9.15 *Основной идеей индивидуализации можно считать приспособление некоей не очень жесткой технологической схемы к личности обучаемого. Такой подход принято называть адаптацией.*

Идея о необходимости индивидуализировать технологию обучения имеет давнюю историю. Принято считать, что она восходит к временам и трудам Я. Коменского [36] и таких великих педагогов, как Песталоцци и Ушинский. При этом Ян Коменский ввел для обоснования процесса адаптации термин *природосообразность*. Толчком к созданию современных адаптивных педагогических технологий послужили труды психологов [21, 136]. В последних из этих работ большое внимание уделялось использованию в обучении различных идей и приемов киберне-

[1] Название предложено, так как при бритье электробритвой существует «эффект привыкания» щетины к углу наклона ножей. Периодическая смена ножей способствует улучшению качества бритья.

[1] Термин *сшивание* широко используется в практике коллективного создания больших компьютерных программ.

[2] Поскольку метод возник недавно, мы даем ссылку на первоисточник [53].

тики. Иногда для обозначения технологий подобного рода используют термин *развивающие технологии*, хотя строгое и четкое его определение дать непросто.

В результате сложились два подхода к созданию индивидуализированных (адаптированных) педагогических технологий. Один из них – *модульное обучение*, а также примыкающие к нему технологии *кредитов* и др. Другой способ построения технологии основывается на постоянном контроле знаний каждого конкретного обучающегося на разных этапах технологии обучения. Это достигается посредством периодического тестирования. На основе этих результатов производится корректировка либо заданий, либо порций обучающего материала. Такие технологии иногда называют *оперативным обучением*. Впервые такие технологии были реализованы еще в докомпьютерную эру в *методе перепутанных страниц* [72].

Практические технологии как этого метода, так и последовавших за ним чисто компьютерных технологий, использующих гипертекстовые переходы, опираются на идею Б. Ф. Скиннера [147] *о подкреплении*. Согласно этой идее, существует некий процент (около 90%) правильных ответов, когда учащийся удовлетворен своей работой. При превышении этого процента у учащегося пропадает интерес к работе [53]. Если же число правильных ответов ниже, то это означает плохое усвоение материала. Таким образом, идеальная педагогическая технология этого типа, называемая часто *оперативным обучением*, основывается на периодическом тестовом контроле за уровнем усвоения материала и последующей корректировкой трудности материала *вверх* или *вниз* в зависимости от полученных контрольных результатов. Строгое следование этой идее проще всего осуществить с помощью компьютерных обучающих технологий.

Утверждение 9.23. *Дистанционное образование, широко использующее компьютерные технологии обучения, способствует формированию четких технологических приемов, которые позволяют сформировать хорошие операционные карты для педагогических технологий.*

Педагогические технологии, основанные на идеях Б. Ф. Скиннера, принято называть *линейным программированием*. Его развитием считается метод *разветвленного программирования*, который использовался в многочисленных учебных пособиях, предложенных Н. А. Кроудером (N. A. Crowder). Этот метод также опирается на промежуточное тестирование обучающегося, который в процессе обучения движется по *индивидуальному пути*. В конечном итоге все практические технологии строятся на оценке величины процента правильных ответов, определяющего переход от одного уровня программы к другому, и на разработке эффективных высококачественных тестов. Именно вопросам построения тестов уделяется основное внимание при обращении к педагогическим технологиям указанного типа [2]. Создание для одного и того же материала удобных тестов разного уровня трудности – сложнейшая проблема [53]. Справиться с ней пока удается только в редких случаях.

Любая педагогическая технология решает еще две связанные между собой задачи. Одна из них – освоение *целевого материала* для конкретной технологии. Вторая – выработка некоторых общих навыков и умений, которые обычно имеют межпредметный характер и формируются параллельно с целевыми умениями и сведениями в *скрытых* (*hidden*) процессах [53]. Особые педагогические технологии, нацеленные на формирование скрытых умений, пока не разработаны, хотя теоретическая идея их построения ясна.

При движении обучаемого по *индивидуальному пути* в узловых точках многих педагогических технологий ему предлагают сделать *самостоятельный выбор*, который может увести его от идеальной траектории обучения. Результаты выбора проверяются в следующей узловой точке обучающей технологической программы. *Степень самостоятельности работы* при этом определяется как отношение самостоятельно сделанных решений (выборов) к общему числу решений в технологии. Иными словами, речь идет о соотношении между решениями, которые подсказаны составителями технологии, и решениями, которые принимает обучающийся. Практически все педагогические технологии основаны на том, что после самостоятельного решения сразу же следует корректирующая проверка. Возможны, однако, технологии, которые используют несколько расположенных подряд самостоятельных шагов [53] (рис. 9.5). В этом случае учащийся может заметно отойти от идеальной траектории.

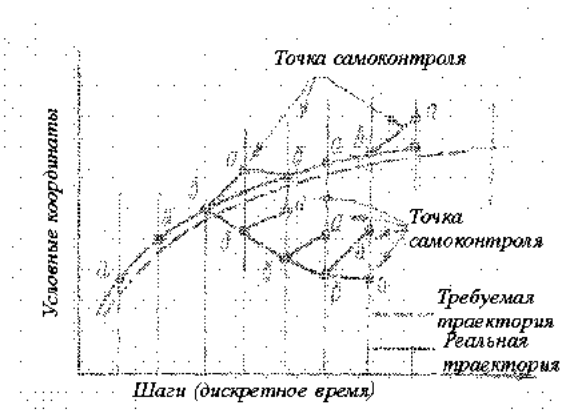


Рис. 9.5. Индивидуальная траектория обучения

Итак, одной из основных особенностей педагогических технологий можно считать проблему учета индивидуальных особенностей личности учащегося, а при более глубоком подходе – и личности педагога. Эта ситуация характерна не только для педагогических, но и для многих иных технологий гуманитарной сферы. В качестве примера группы технологий, где важна индивидуализация технологического процесса, можно считать *медицинские технологии*. Ситуация в этом плане настолько очевидна, что дальнейшего уточнения не требуется.

Утверждение 9.24. *В гуманитарной сфере имеется несколько групп технологий, которые требуют практической адаптации к свойствам личности (объекта воздействия). Их можно объединить вместе в некий класс адаптируемых технологий. Особенностью всех групп технологий, которые включаются в этот класс, можно считать то, что многие приемы, из которых строится технологический процесс, имеют одинаковую природу и большое сходство, несмотря на их глубокое различие по существу.*

Отметим еще одно обстоятельство. Педагогические, медицинские и другие технологии, связанные с корректирующей адаптацией, часто исходят из не совсем точных данных. Так, например, медицинский диагноз или заключение об итоговой квалификации учащегося опираются на сведения, имеющие большую неопределенность. Тем не менее совместное рассмотрение группы таких сведений позволяет получить надежные результаты, например, обосновать медицинский диагноз. Это типичное явление свойственно большим системам, когда из объединения на новом, более высоком, уровне системной иерархии относительно ненадежных (неустойчивых) результатов получается результат с более высокой степенью надежности, достоверности и т. д. Этот эффект называют *конструктивной эмерджентностью*. Он свойствен многим большим системам, в том числе и техническим.

Утверждение 9.25. *Конструктивная эмерджентность, с трудом обнаруживаемая при анализе технологий технической сферы, легко выявляется в технологиях гуманитарной сферы.*

Учет фактора эмерджентности обращает внимание на важное обстоятельство.

Утверждение 9.26. *На основе анализа частей сложной системы невозможно полностью предсказать свойства целостной системы, то есть системы в целом.*

Это утверждение очень важно для изучения технологий как в гуманитарной, так и в технической сферах. Описание эмерджентности технологий – интересная проблема. Развивая ее, можно сказать, что и педагогика, и медицина со всей наглядностью показывают, что в рамках единой технологии нельзя сразу решить все. Такие универсальные

технологии в принципе невозможны и в технической, и в гуманитарной сфере. Поиск некоего универсального знания – *пансофии* (по Я. Коменскому), так же как и поиск всеобщей технологической системы, не имеют реальных оснований для успешного решения. Это обязательно требуется учитывать при рассмотрении всех групп технологий. Возвращаясь к педагогике, полезно отметить, что свести воедино сведения обо всем мире – *Универсуме* – и обо всех способах его представления – *пансофии* – в принципе невозможно. Проблема: *либо широта, либо глубина* имеет всеобщий характер.

9.4. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ, КОТОРЫЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ РАБОТЫ С ИНФОРМАЦИЕЙ

Проблема отсутствия четкой и однозначной терминологии означает отсутствие ясности в используемых понятиях.

Уточнение 9.16. *Нечеткость и неоднозначность используемых определений и понятий характерна для всех групп технологий гуманитарной сферы. Нельзя также надеяться на быстрое успешное преодоление этой сложности, поэтому учет этой нечеткости представляется важнейшим требованием анализа разных групп гуманитарных технологий.*

Применительно к информации, определенная нечеткость возникает уже на понятийном уровне. В бытовом понимании смысл этого термина прост. Здесь информация связывается с наличием некоторых сведений. Эти сведения преобразуются в сигнал, а сам сигнал попадает в приемное устройство, превращаясь при этом в информацию (рис. 9.6).

Сведения ⟹ **Сигнал** ⟹ **Информация**

Рис. 9.6. Схема преобразования сигнала

Обычно основное внимание уделяется самому понятию информации и связанному с ним содержанию.

Утверждение 9.27. *Информация, содержание и сообщение в изолированном виде существовать не могут. Любая информация и любое сообщение должны быть связаны с некоторым физическим носителем. Информация (сообщение) и носитель представляют собой неразрывную – дуальную пару.*

Носитель информации может быть разным: бумажным, магнитным, акустической волной и т. д.

Уточнение 9.17. *Одна и та же информация, а значит и сообщение, могут переноситься, то есть копироваться, с одного носителя на другой. При этом информация (сообщение) может делиться на час-*

ти и, наоборот, собираться (компоноваться) из разных частей. Одна и та же информация может одновременно существовать на разных носителях и располагаться в различных физических точках пространства. В то же время на одном и том же носителе могут одновременно находиться несколько независимых информационных сообщений или их частей.

Обычно при изучении и описании информации обращают внимание на ее содержательную сторону, отвлекаясь от анализа носителя. При изучении передачи информации, особенно в биологии, интерес вызывают и акты взаимодействия сообщения с принимающей, *клиентской системой*. В технологических процессах эти обстоятельства не менее интересны. Основное внимание при этом должно уделяться чисто технологическим проблемам. Этих проблем две:

- работа по созданию и представлению содержательной части информации, то есть сообщения;
- работа по передаче и приему сообщений.

Утверждение 9.28. *Работа с информацией относится к двум технологическим сферам. Хранение, преобразование вида, перенос с носителя на носитель (копирование), как и все остальные процессы, связанные с непосредственным воздействием на носитель информации, относятся к технологиям технической сферы. Создание и преобразование содержательной части информации и сообщения относятся к технологиям гуманитарной сферы.*

Уточнение 9.18. *Широко распространенный термин «коммуникационные технологии» имеет двоякий смысл. С одной стороны, он относится к чисто техническим проблемам, связанным с физической передачей носителя вместе с сообщением, с другой стороны, его применяют и для описания технологии работы по созданию и преобразования самого содержания сообщения, то есть контента.*

В посвященной гуманитарным проблемам литературе не принято следить за четкостью используемых понятий и строгостью определений. При этом даже в словарях и энциклопедиях в понятие коммуникационных технологий вкладывают не только технологические моменты, но и многие дополнительные характеристики (сведения, законы, технические средства и т. д.). Имея отношение к технологиям, они сами технологией не являются. В технологиях технической сферы также существует аналогичная неоднозначность. Однако там она выражена не так ярко. Во всяком случае, если речь идет о транспортных технологиях, путаницы между понятием самого транспортного средства и перевозимого груза обычно не возникает.

Уточнение 9.19. *Коммуникацией принято называть средства общения между людьми.*

По этой причине наряду с термином *коммуникационные технологии* широко используется также термин *коммуникативные* и даже *информационно-коммуникативные технологии* (см., напр., [65]). Отметим, что термин *коммуникационные технологии* будем относить к технологиям передачи сообщений [46, 65], а термин *коммуникативные* и *информационно-коммуникативные технологии*, охватывающий как технологии передачи сообщений, так и технологии работы с их содержанием (контентом), практически использовать не будем.

Определение 9.6. *Информационные технологии, которые связаны с созданием и преобразованием содержания сообщений (информации), будем называть контент-технологиями.*

Уточним разницу понятий *сообщение* и *контент* на простом примере. Рассмотрим пень дерева. Из анализа годовых колец на срезе этого пня можно извлечь информацию о характере климатических условий в определенные периоды. В общем, содержание этой информация находится в скрытом виде. То, с какой полнотой оно извлекается наблюдателем, зависит от ряда обстоятельств, в том числе и от уровня знаний наблюдателя. Очевидно, что эта информация и связанное с ней содержание со специальными целями не создаются. В этом смысле соответствующее содержание нельзя считать сообщением.

Уточнение 9.20. *Для того чтобы содержание превратилось в сообщение, оно должно быть целенаправленным, то есть иметь потенциального адресата. Сумма большого числа сообщений определяется как контент. Строго говоря, сообщения – это частный случай контента. Привязанный к своему носителю контент обозначают особым названием. В библиотечном деле для этого предпочитают термин «документ», а в мире электронных сообщений термин «ресурс». Особой разницы в этих терминах нет [90].*

Определение 9.7. *Контентом следует считать содержание группы сообщений, имеющих одного или нескольких потенциальных адресатов (получателей).*

Контент-технологии делятся на две большие группы.

Авторские контент-технологии – технологии, которые направлены на создание и оптимизацию контента, ориентировку его на те или иные группы потенциальных пользователей. В современном мире в результате этих технологий формируется некоторое общее информационное поле, которое в той или иной степени доступно разным группам пользователей.

Пользовательские контент-технологии – технологии поиска, выбора и хранения необходимого контента, организации обмена контента с другими пользователями на основе формирования неформальных

и формальных пользовательских объединений. Эти объединения могут носить как постоянный, так и временный (ситуативный) характер.

Характер любой контент-технологии определяется той целевой группой, на которую она ориентирована. Уже при описании педагогических технологий мы обратили внимание на необходимость их индивидуализации. Дифференциация технологий и соответствующих приемов в направлении оси *индивидуальное* ↔ *групповое* ↔ *массовое* характерна для любого типа гуманитарных технологий и в первую очередь – для технологий информационных. Именно это обстоятельство и позволяет говорить о *социальных технологиях*.

Уточнение 9.21. *Отличие групповых (массовых) контент-технологий от индивидуальных контент-технологий связано с усреднением характеристик предпочтения и интереса разных групп социума. При анализе этой проблемы желательно в максимально возможной форме учитывать то, что любая однородная среда и любая однородная потребность формируются за счет усреднения ве неоднородных частей*[1].

Легко понять, что авторские контент-технологии могут быть и массовыми, и групповыми, и индивидуальными. Пользовательские контент-технологии также далеко не всегда ограничиваются удовлетворением чисто индивидуальных потребностей. Однако групповая, а тем более массовая составляющая в них менее заметна.

Как и в других технологиях гуманитарной сферы, описание и интерес к контент-технологиям начинаются с высших уровней технологической иерархии. Обычно принято начинать рассмотрение, сразу же вводя в анализ политические, рекламные, PR и другие высоко интегрированные технологии. Эти технологии сами могут быть подразделены на технологии более низкого уровня. Только их *декомпозиция*, то есть дальнейшее дробление, приводит к изучению групп действий, отвечающих представлению о некоторых стандартных приемах.

Эти приемы интересны тем, что они используются практически во всех группах контент-технологий. Многие из них могут использоваться и в авторских, и в пользовательских технологиях. Наиболее распространенные из этих приемов и являются предметом дальнейшего содержания этого раздела. Прежде чем переходить непосредственно к этим приемам, отметим два факта. Первый факт – эти приемы более интегрированы по сравнению приемами, которые используются в педагогических технологиях. Второй факт – приемы синтеза больших контент-технологий из этих приемов гибки и часто связаны с деформациями самих приемов. Как отмечается в [65], из таких приемов, как из кубиков складываются разные технологии.

[1] Роль величины объема усреднения при оценке однородности материалов рассматривалась в [84, 97].

Одни и те же приемы могут использоваться для технологий с разным вектором основного действия. Так, рекламные технологии нацелены на *выделение* характерных свойств рекламируемого объекта из общей массы свойств аналогичных объектов [65]. В то же время PR-технологии, наоборот, часто направлены на доказательство того, что некоторый объект практически ничем не отличается по своим свойствам (образу) от других объектов. Несмотря на противоположность задач, используемые приемы, при помощи которых строятся эти близкие по природе технологии, могут быть одними и теми же. После этих замечаний позволим себе перейти к краткому описанию этих приемов.

Начнем с описания задач, которые стоят перед многими контент-технологиями и которые формируют основные технологические приемы работы с контентом.

Утверждение 9.29. *Работа с контентом может быть разделена на две категории. В одной из них создается целевой контент. Он ориентирован на определенную группу пользователей, адресован к ней и отыскивается и используется только ими. Во втором случае создается ненацеленный контент. Он не имеет конкретного адресата и вбраасывается в общее информационное поле, которое сформировалось в последние годы и охватывает практически всю планету.*

Можно выделить несколько задач авторских контент-технологий.

Создание самого контента – то есть создание содержания, формирование его структуры, установление связей с другими ресурсами и документами.

Создание информационно-поискового образа контента – формирование признаков для поиска соответствующего ресурса (документа), его каталогизация.

Привлечение внимания к конкретному контенту – использование и разработка приемов, обращающих внимание на данный конкретный ресурс или документ, выделяющих его из других близких по качеству и свойствам ресурсов и документов.

Маскировка отрицательных сторон контента – разработка приемов, которые позволяют скрыть или сделать неприметными нежелательные характеристики ресурса или документа.

Повышение рейтинга контента – разработка различных приемов, которые в Интернете получили название «раскрутка».

Защита контента – предохранение от постороннего вмешательства в содержание контента.

Продвижение личного контента – доведение личных контент-материалов до других потенциальных пользователей.

Перед пользователями контента стоят иные задачи. Основными можно считать:

Нахождение нужного контента – по существу, это типовая задача на поиск нужной информации. Основная цель – оптимизация поисковых приемов.

Оценка надежности и качества найденного контента – включает в себя определение достоверности найденных данных и поиск наиболее достоверных данных.

Определение степени полноты найденных сведений – одна из важнейших задач, связанная с законом рассеяния публикаций, называемым также законом Брэдфорда–Ципфа [50].

Создание условий для классификации и хранения найденного контента – традиционная, давно известная задача.

Защита от поступления нежелательных материалов – включает в себя различные приемы защиты от поступления незапрашивавшихся, искусственно навязываемых и случайных материалов.

Эти задачи решаются с помощью многочисленных приемов. Опишем наиболее важные из них. При этом подчеркнем, что конкретные технологии строятся путем сочетания различных приемов. Интенсивность, последовательность и другие важные характеристики их применения в контент-технологиях детально оценить пока невозможно.

В связи с тем, что авторы незнакомы с удобной классификацией приемов, лежащих в основе контент-технологий, их отбор для рассмотрения и порядок описания произвольны. Степень интеграции различных приемов, рассматриваемых в одной группе, также будет заведомо разной. Хорошо известные приемы типа тех, которые используются для задач каталогизации, мы для простоты опускаем. Иными словами, описание будет заведомо неполным.

Приемы привлечения внимания. Есть несколько основных способов, лежащих в основе этих приемов. В конечном итоге все они опираются на психологию восприятия. Известно, что взгляд человека на объект следует некоторой траектории, которую можно считать стандартной. По этой причине часть материала, который располагается в левом верхнем углу (страницы, экрана, плаката и т. д.), рассматривается в первую очередь и имеет все шансы быть замеченной лучше материалов, расположенных в других зонах. Это обстоятельство обычно учитывается в ценах на размещение *баннерной рекламы*. Еще один традиционный способ привлечения внимания к контенту – различные шрифтовые выделения, введение иностранных слов и букв, например **айсберG**. Для этих же целей используются перевернутые тексты и другие схожие приемы. Кроме изобразительных приемов используются и аналогичные смысловые приемы – непонятные, странные, созвучные слова, различного рода смысловые нелепости и иные способы зафиксировать внимание и заставить прочитать или рассмотреть сопровождающий материал.

На более высоком уровне интеграции для привлечения внимания к содержанию контента используются ссылки на авторитеты, не имеющие отношения к делу, изменяются традиционные соотношения между формой и содержанием материала. Этот прием используется как рекламный фон при создании литературных, театральных и иных произведений культуры. И смысл, и техника соответствующих приемов достаточно очевидны. Важно иное – понимание некоторых обоснований таких технологий. Эти оправдания основываются на стандартных рассуждениях, которые сами складываются в общепринятую технологию. Во-первых, применительно к искусству часто утверждается, что это игра. При этом забывается основное – обычная игра – это некое упражнение или тренировка. Иными словами, каждая игра имеет некое содержание. Таким образом, здесь просматривается прием, который можно назвать *подменой логики*. Сознательное или бессознательное *отсутствие четкости, игра терминами (терминологическая игра), использование определений, в которых объективно отсутствует содержание* – это типичные приемы, из которых формируется логика сокрытия *отсутствия в предлагаемом контенте рационального содержания.*

Утверждение 9.30. *Одним из способов привлечения внимания можно считать создание практически бессодержательного контента, то есть такого, в котором большое количество информации, выражаемой в соответствующих количественных единицах, сочетается с практически полным отсутствием семантического смысла [52, 94]. Более того, большое количество ненужной и бесполезной информации целенаправленно используется для маскировки отсутствия семантического смысла.*

Уточнение 9.22. *Объяснять настоящее искусство даже неподготовленному человеку не нужно. В политике же принято говорить: «Если надо объяснять, то объяснять не имеет никакого смысла»*[1].

К приемам привлечения внимания относятся также нарочитый эпатаж, скандал и другие аналогичные действия.

Приемы привлечения внимания близки к ***приемам продвижения контента***. Эти приемы важны не только в искусстве и политике, но и в науке. Одним из важнейших приемов этого плана являются *приемы с использованием привлеченного авторитета*. Отсылки к авторитетам других лиц, часто не имеющих отношения к существу вопроса, характерны не только для науки, но и для различных рекламных и аналогичных им кампаний, в частности PR-кампаний. Второй прием этого плана – резкое увеличение числа фактов и лиц, на которые обычно ссылаются. В России в научной литературе, связанной с гуманитарными науками, широко применяют прием, который иногда называют – *исполь-*

[1] Последнее высказывание сформулировано В. Шендеровичем.

зованием иконостаса, то есть неоправданно большого числа ссылок на крупных ученых и администраторов, не имеющих реального отношения к проблеме. В зарубежной научной литературе принято следить за количеством цитируемых материалов исходя из принципа *чем больше, тем лучше*. Контроль за тем, имеют ли соответствующие работы отношение к теме, отсутствует.

Утверждение 9.31. *Неумеренное использование приемов привлеченного авторитета порождает ритуалы, имеющие технологическую форму и подменяющие разумные технологии оценки качества контента.*

Одним из вариантов приема привлеченного авторитета можно считать *прием последовательных отсылок*. Скажем, для продвижения нового лекарства в малозначительной газете или журнале сообщается весьма расплывчатое мнение не очень крупного эксперта. На это мнение ссылаются в другом органе массовой информации. На эту ссылку дается новая ссылка. При этом первоначальное мнение постепенно видоизменяется, а вместо статуса первого эксперта используется статус печатного органа. В результате возникает искусственный авторитет, на который производится ссылка. Аналогичная методика широко используется и в группе политических технологий.

Развитием этого приема можно считать использование различных символов [65] – фирменного знака, бренда и таких ярких изображений, как звезда, серп и молот и т. д. С этими символами традиционно связывается много впечатлений и скрытой информации. Ее намного больше, чем в словах.

Утверждение 9.32. *Смыслы, которые связаны с символом, подсознательно переносятся и на тех, кто их использует.*

Развитием этого положения можно считать использование различных *крылатых фраз, лозунгов, мелодий* и т. д. При этом нередко сами фразы не несут в себе реального содержания, которое им приписывает общее мнение.

Уточнение 9.23. *Очень часто символические выражения и фразы хороши именно тем, что могут успешно использоваться для различных, иногда противоположных по своему направлению, задач. Чем менее содержателен символ, тем более эффективным он может оказаться на деле.*

Еще одним приемом продвижения контента можно считать *прием подмены сути дискуссии*. В этом случае спор или критика направляется на утверждение, которое автор ложно приписывает противнику. При этом нередко сознательно нагнетается повышенная эмоциональность, чем создается эффект, который Д. Л. Быков назвал *агрессивной импотенцией*. Сюда же относятся и хорошо известные приемы *ответа не по существу, ответа на другое*.

Распространенным приемом можно считать *прием терминологической игры*. В этом случае специально вводятся новые термины, за которыми либо ничего не скрывается, либо скрывается то, что ранее обозначалось иначе. Этот прием широко используется для получения различных исследовательских грантов. Любой опытный грантоискатель хорошо знает, что под одну и ту же тематику деньги дают не более 4–5 лет. Поэтому время от времени в научном, так же как и в политическом, сообществе возникают новые термины для обозначения хорошо известных вещей и явлений. Со временем эти термины, сыграв свою роль, бесследно исчезают из практического обихода.

Примером такого термина можно считать бывший одно время модным термин *градиентные материалы*, который фактически давал новое название хорошо известным вещам, имевшим установившиеся названия. Практически обязательным успехом подобного приема должна быть принципиальная нечеткость и неоднозначность нового термина. В настоящее время к таким вновь изобретенным нечетким терминам можно отнести и термин *нанотехнологии*. Нечеткость терминологии очень важна в политических технологиях при обращении к так называемому *рационально невежественному электорату*.

Утверждение 9.33. *Умение правильно назвать не очень серьезное достижение или же произведение искусства можно считать одним из сильнейших приемов, используемых в контент-технологиях.*

Особую группу приемов продвижения контента составляют приемы преодоления *фильтра-N*, или *фильтра упертости*. Название предложено по фамилии одного руководителя, распределявшего финансирование и имевшего привычку говорить: «Я это не слушаю, мне это не интересно». Все приемы терминологической игры как раз и направлены на преодоление этого фильтра. Имеется и другой фильтр. Назовем его *фильтр-G*. Он основан на явном или неявном использовании утверждения: *доказать ничего нельзя, но мне хочется, чтобы было так*. С этим фильтром приходится часто встречаться.

Приемы продвижения контента и в особенности *приемы обращения внимания на сетевые материалы* часто называют *раскруткой*. Здесь существенно то, что при обычном поиске информации усредненный пользователь ограничивает время поиска и количество просматриваемых материалов. Его интерес ограничен теми ресурсами и документами, которые он в состоянии отыскать в первую очередь. Работа с так называемыми рассеянными материалами или (жаргонное выражение) *поиск на хвосте* [90] в повседневной поисковой работе непрофессионала используются редко. Обычно непрофессионал полагается на некие условные *поисковые рейтинги*. Соответственно, разрабатываются и

специальные технологии воздействия на рейтинги [90]. Эти технологии часто используют приемы, не отвечающие этическим требованиям. Поэтому параллельно разрабатываются приемы и технологии борьбы за получение достоверных рейтингов. Эта область контент-технологий разработана и описана достаточно хорошо.

В последние годы как следствие разработки *сетевых технологий* появились возможности широкого продвижения в общее интернет-пространство различных форм *личного контента* [24]. Соответственно, возникла необходимость в разработке технологий оценки качества контента [90]. Эти технологии пересекаются с обычными технологиями поиска информации [53, 73, 77, 90]. Они хорошо описаны, и применяемые в них приемы легко поддаются формализации.

9.5. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПОВОДУ ТЕХНОЛОГИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ НА ВЕРХНИХ УРОВНЯХ ИЕРАРХИИ ГУМАНИТАРНОЙ СФЕРЫ

Два последних раздела с очевидностью подтверждают тот факт, что в силу большой степени неопределенности гуманитарных технологий их описание слабо поддается формализации. Уже отмечалось, что по мере подъема по ступеням иерархии технологий наряду с потоками вещества, энергии и информации включатся новые типы потоков. Поэтому вряд ли целесообразно дальнейшее изучение соответствующих технологий, опирающееся на использовавшиеся ранее методы. Ограничимся краткими замечаниями.

Уточнение 9.24. *Краткость дальнейших замечаний отнюдь не является свидетельством слабой разработанности проблем или отсутствия интереса к ним. Просто в этой области знания нужны иные методические подходы. В силу этого дальнейшие замечания носят скорее характер формулировок некоторых законов, а не методического разбора технологических приемов.*

Высшие ступени иерархии гуманитарных технологий включают в себя управленческие, финансовые и только затем – политические технологии. Несмотря на то что в этих случаях даже простое описание соответствующих приемов не отличается точностью и определенностью, понимание того, что действия в этих областях могут быть сформулированы в виде технологических рецептов, несомненно, существует. Прежде всего, это проявляется в используемой терминологии. Более того, известны различные утверждения, которые говорят о понимании технологичной природы действий в этих областях гуманитарной сферы. Для иллюстрации достаточно сослаться на хорошо известное выражение:

демократия – это процедура. Здесь отражается понимание того, что механизм многих управленческих действий может быть описан в виде правил, то есть представлен в виде технологии. Оценка операций в этой области технологического знания может быть сформулирована в виде качественных законов. Они могут быть с успехом использованы и при изучении технологий технической сферы.

В работах [25] обсуждается технология продвижения на рынок товаров, которые обладают некоторым качеством. Одним из важнейших элементов соответствующих технологий можно считать усилия по установлению связи потребительского качества товара с его ценовыми характеристиками, скоростью продвижения на рынок и т. д. Интересно отметить, что эти технологии имеют ряд схожих моментов с выборными технологиями. Действительно, рассмотрим хорошо известный факт наличия в политическом поле социума двух областей предпочтения, вокруг которых группируется часть электората. Борьба за относительно нейтральную, «серединную» часть электората сдвигает позиции обеих групп по направлению друг к другу. Это может быть названо *законом сближения.* Этот закон в той или иной форме учитывается в различных политических технологиях. Однако более интересно иное – аналогичный закон сближения качества продукта имеется и в технической сфере. Его требования влияют на характер эволюции технологий. Перенос соответствующих представлений в сферу технических технологий представляет несомненную пользу.

Еще один пример полезного переноса связан с представлениями, которые связаны с *пирамидой потребностей Маслоу* [62]. Известно, что в ряде случаев может возникнуть конкуренция между различными потребностями. В этом случае человек предпочитает в первую очередь удовлетворять базовую потребность.

Определение 9.8. *Потребности – это некий набор продуктов и услуг, обладающих потребительской ценностью.*

Из сказанного косвенно следует то, каким технологиям надо отдавать предпочтение в первую очередь.

Утверждение 9.34. *В социальной жизни легко прослеживаются три типа иерархий, а именно – государственная, естественная и имитационная.*

В технической области государственная иерархия определяет различные законодательные акты: регламенты, стандарты и т. д. Именно они формируют некоторые основные базовые требования к продуктам и услугам. Естественной иерархии отвечают естественные потребности пользователей. Имитационная иерархия отражает наличие искусственно смоделированных потребностей. Они зачастую не имеют никакого

реального смысла – это так называемый превратный сектор. Понимание этого обстоятельства привнесено в сферу технических технологий из анализа гуманитарных технологий.

В гуманитарной области широко используется прием, который может быть назван *использованием не по назначению*. История сохранила много примеров эффективного использования этого приема. Примером может служить использование футбольных болельщиков для провокации беспорядков. В ряде случаев перенос этого приема в техническую сферу может привести к полезным результатам.

Вне всякого сомнения, анализ гуманитарных технологий, относящихся к высшим ступеням иерархии, невозможен без анализа *психологии массового восприятия*. Результаты такого анализа представляют существенный интерес и для изучения технологий технической сферы. С другой стороны, опыт анализа технологий технической сферы оказывает определенную помощь и при изучении гуманитарных процессов. Особенно полезно это при ретроспективном анализе. Так, анализ деятельности фирмы известного изобретателя Вестингауза позволяет понять важную для формулирования понятия ценовых потоков *разницу между ценой и стоимостью*[1].

[1] В цену в отличие от стоимости закладываются некоторые ожидания возможности продаж товара.

Человеческие умы более подвержены мнениям, чем науке, и поскольку каждая наука имеет свои особые принципы, отличающиеся от таковых других из наук, человеческий интеллект требует и ищет общее знание и общие принципы.

Раймон Луллий

Связь между обеими группами или комплексами наук – естественными и общественными – устанавливается через технические науки, а значит через технику и технологию.

Б. М. Кедров
«Классификация наук.
Прогноз Карла Маркса о нашем будущем»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Авторы сделали попытку определить главные закономерности технологий, общие требования к ним и рассмотреть с единых позиций основные группы технологий, используемых в настоящее время. С самого начала авторы ввели ограничение на описание динамики и эволюции технологий. Это достаточно распространенный прием – *прежде, чем рассматривать общий характер изменений, следует описать статическое состояние проблемы и отработать методы ее описания*. Это один из наиболее удобных подходов к анализу сложных проблем с участием множества объектов. Краткие соображения по поводу эволюционного развития технологий были сделаны только в объеме, необходимом для уточнения изучавшихся проблем.

Выдвигаемая теория должна удовлетворять трем главным и одному дополнительному условию:

***во-первых**, теория должна включать в себя все известные факты, относящиеся к рассматриваемой проблеме;*

***во-вторых**, теория должна объяснять все имеющиеся противоречия, которые накоплены к моменту ее появления на свет. Она должна приводить их в соответствие с уже известными и объясненными фактами;*

***в-третьих**, теория должна предсказывать некоторые новые явления или факты;*

***в-четвертых (дополнительно)**, теория не должна замалчивать своих трудностей и фактов плохо с ней согласующихся.*

Относительно первого требования можно сказать, что, по возможности, были собраны все известные факты и достижения и выделены

наиболее важные. Авторы стремились к формулировке общих законов технологий в форме, которая близка к наиболее известным в науке соотношениям. Так, в принципе, использованная триадная форма изучалась многими авторами, работавшими в области теории технических систем [5, 53, 116]. Эта форма, по сути, близка к известной триаде Гегеля: *целостное* → *единое* → *синтез*. Такой общий подход позволил с единых позиций изучать весьма далекие процессы. Это существенно расширило круг изученных вопросов. Как обычно, усилия, которые направлены на расширение областей, охватываемых едиными методами описания, связаны с потерей глубины анализа. Факт связи между шириной охвата и глубиной рассмотрения известен [81, 91]. Он связан с фундаментальными особенностями описательных систем. Этот факт имеет аналогии и в точных науках. При расширительном подходе его можно сравнить с известной в теоретической физике теоремой Лиувилля.

Относительно выполнения второго требования к построению теории можно сказать, что одним из важнейших выводов было установление принципиальных различий в технологиях технической и гуманитарной сфер. Основное расхождение между технологиями этих групп связано с учетом требуемой неопределенности и количеством необходимых для выполнения анализа технологических потоков. Были предложены и критерии для разграничения различных типов технологий.

Наиболее сложно ответить на вопрос о выполнении третьего требования к теоретическому описанию. Авторы сознательно ограничили свои исследования попыткой описать мгновенную, мало меняющуюся картину состояния технологий. Это связано с отказом от изучения различных временных зависимостей, и, значит, проблема прогнозов из материала книги должна исключаться. На первый взгляд представляется, что это действительно так. Никаких особых прогнозов авторы не делали, и, следовательно, можно полагать, что речь о попытках сравнения этих прогнозов с опытом бессмысленна. На самом деле ситуация не столь безнадежна. Возможность широкого сравнения разных, очень далеких групп технологий, обращает внимание на те аналогии, которые при изолированном подходе не сразу бросаются в глаза. Именно эти широкие аналогии и могут быть подвергнуты проверке для оценки полезности полученных результатов. Использование связей между разными группами технологий в сочетании с *переносом* результатов в далекие области путем сравнения позволяет выявить ряд полезных соотношений. Обнаружение таких *скрытых* совпадений является той проверкой, которая всегда необходима теории. Кроме того, анализ и история становления тех или иных технологий приводит к ряду выводов о путях эволюции технологических процессов.

Основные сравнения имеет смысл проводить в двух направлениях. Первое направление учитывает сходство различных технологических процессов и их многообразие. Поэтому разумно изучить перенос и взаимный обмен представлениями и результатами, полученными для разных групп технологических процессов. Желательно также сравнить эти результаты с теорией многообразий [10, 83, 87]. На этом пути можно надеяться на получение ряда позитивных выводов, основанных на аналогиях. Второе направление связано с привлечением к полученным результатам ряда общих законов эволюции. Несмотря на то что серьезное изучение эволюции технологий было с самого начала исключено из рассмотрений, можно все-таки надеяться на получение полезных выводов и при таком поверхностном сравнении.

Сравнение с достижениями теории биологической эволюции выявляет и несколько общих моментов, обычно ускользающих из внимания. Отмечалось что сравнение законов биологии и законов технической, а значит, и технологической сферы привело к возникновению понятия *техноценозов* и, соответственно, к изучению ранговых распределений [19, 40]. На самом деле ценотический подход позволяет отметить и другие важные черты общего технологического пространства. Согласованность процесов обмена веществом и энергией в биоценозах обеспечивается возникновением замкнутых циклов. В последнее время обсуждаются вопросы о том, что в процессах возникновения жизни и эволюции биосферы основная роль принадлежит именно циклам и замкнутым цепочкам биологических видов [120]. Несколько нестандартное выражение о замкнутых цепочках биологических видов использовано не случайно. Оно удобно для того, чтобы перекинуть мостик к анализу технологий. Внимательный взгляд позволяет говорить о том, что возникновение изолированной технологии практически нереально. Новая технология требует создания вспомогательных технологий – ремонта, переработки отходов, транспорта, складирования и т. п. Иными словами, область технологий также характеризуется наличием циклов. Стремление к полной замкнутости этих циклов приводит к созданию эффективных процессов, имеющих экологическую направленность. В этом смысле идеалом можно считать создание *экологически подобных циклов*. Конечно, создать полностью безотходные циклы невозможно. Однако в процессе их оптимизации ориентиация на биосферу представляет большой интрес. Отметим, что наличие технологических циклов прослеживается и в гуманитарной сфере. Для эффективной деятельности литературы или искусства нужны критика, процессы распространения и т. п.

В то же время возникновение технологических циклов существенно отличается от аналогичных процессов в биосфере. Как отмечалось в [120], важным элементом возникновения и эволюции жизни можно

считать то, что все составляющие цикла возникают практически одновременно. В сфере технологий и техники этот процесс может быть разделен заметными временными интервалами. Создатели новой технологии и новой техники выделяют некоторый главный момент, на котором сосредотачивают свое внимание. Многие технологии обеспечения при этом откладываются «на потом» или же вовсе игнорируются. Так, при создании железнодорожного транспорта первоначально уделялось внимание только конструкции паровоза. Вагоны как таковые отсутствовали [74], не было эффективных тормозных систем, сигнализации и т. д. Все это создавалось постепенно. В ряде случаев такой подход создает большие преимущества при необходимости быстрого получения результата. Тем не менее отсутствие необходимой замкнутости со временем порождает серьезные проблемы. Здесь достаточно сослаться на проблемы утилизации отходов из пластмассы, хранения отработанного ядерного горючего и т. п. Обсуждение упомянутых проблем не входило в наши задачи. Однако их явная связь с законами развития биосферы полезна с точки зрения определенных подсказок на будущее.

Сравнение с процессами в биосфере позволяет сформулировать еще один полезный вывод. В биологии хорошо известно явление *паразитизма*. С участием многих паразитов, например кровососущих насекомых, создаются свои замкнутые циклы. Наличие паразитарных инфекций наглядное тому подтверждение. В технологической области также имеются технологии, которые при вольном, расширительном толковании можно отнести к «паразитарным». Так, ряд известных научных и литературных произведений никогда бы не возник, если бы не отталкивался от других произведений. (Условно: Энгельс бы никогда не написал «Антидюринг», если бы не было трудов самого Дюринга.) Это замечание можно рассматривать только как некоторый намек на возможность дальнейших исследований.

Обращение к теории многообразий обращает внимание на то, что в технологиях всегда надо отыскивать все принципиально возможные варианты решений. Второй вывод, к которому приводит сравнение с представлениями о многообразиях, – по мере развития технологий и роста продукции возрастают требования к разнообразию решений. Иными словами, *получение большого однообразного технологического поля в принципе невозможно*. Как следствие этого – возникновение напряжений на границах *кластеров* или *страт*, на которые распадается единое технологическое пространство. Эти соображения очень важны при исследовании технологий социальной сферы. Здесь требуется поиск замещающих технологий, переводящих напряжения из конфликтной формы в соревновательную.

Еще один вывод, который связан с таким сравнительным анализом, относится к вопросу о снятии напряжений с помощью технологических

приемов, опирающихся на принцип *толерантности*. Безусловно верный с общих позиций, этот вывод при внимательном анализе с позиций разработки практических технологических приемов сразу же указывает на два важнейших обстоятельства. Первое – толерантность может иметь разную природу. Можно говорить о толерантности, вызванной вниманием, и толерантности, вызванной равнодушием. Соответственно, различаются и практические приемы в гуманитарной сфере, которые полезно применять в этих случаях. Второй полезный вывод по этой проблеме связан с оценкой эффективности технологий. Здесь обращает на себя внимание тот факт, что технология эффективна только при четкой ориентированности на объект, который, в общем, может обладать разными характеристиками. Одной из важнейших характеристик объекта должна считаться восприимчивость к воздействию.

В социальной области это говорит о том, что технологии, основанные на толерантном подходе, имеют принципиальное ограничение – они практически неприменимы и неэффективны, если ответная реакция на них не будет исходить из тех же оснований. Грубо говоря: *технологии, основанные на толерантном подходе эффективны только, если объект воздействия признает те же принципы, что и объект-источник, и придерживается их*. В тех случаях, когда это равенство отсутствует, результаты, построенные на абстрактной терпимости, политкорректности и толерантности, не приводят к желательным результатам. Зависимость эффективности технологии от свойств гуманитарного объекта можно проследить и в разработке технологии платного обучения. Разная ментальность российских и американских студентов порождает разные реакции на одни и те же технологические действия. Так, американский студент, заплативший за обучение, старается получить максимум возможного, чтобы оправдать свои затраты. Российский же студент чаще всего считает, что им оплачено доброжелательное отношение к нему и практически автоматическое получение соответствующего диплома или сертификата.

Еще один вывод связан с *законом вымывания среднего*. Применительно к социуму можно говорить о том, что многие требования равенства в действительности маскируют скрытые формы неравенства. Более того, именно закон вымывания среднего в социальной сфере приводит к явлению, которое иногда называют *плебеизация общества*. При этом часто подразумевается то, что при плебеизации общества происходит выравнивание свойств социума. На самом деле в этом случае происходит новая кластеризация. Она идет по новым основаниям, таким, в частности, как иррациональная зависть, соперничество и т. д. Применительно к рассматриваемым проблемам это означает необходимость построения новых приемов и конструирование из них новых *коммуникативных технологий*. Закон вымывания среднего можно считать одним

из типичных случаев законов естественного вымывания. К таким законам можно отнести и *закон Грэшема* о том, что *плохие деньги вытесняют хорошие* [29][1]. Эта связь технологических законов со схожими законами в смежных областях может рассматриваться в качестве косвенного подтверждения разумности полученных нами результатов.

Анализ технологий широко использует ограничение учета различных слабых воздействий на технологический процесс. Этим самым учитывается иерархическая природа действия упрощающих предположений при анализе. Перенос этих представлений в область социальных технологий позволяет сформировать особенности ожиданий от различных приемов при упрощении рассматриваемых задач. При подобном подходе становятся ясными ограничения, связанные с технологиями, основанными на понимании *принципа разделения властей*. С учетом сказанного о влиянии окружающей среды на технологии, можно понять, что этот принцип только первое (линейное) приближение при ответе на вопрос о технологиях исключения нежелательных влияний на принятие решений. Удаляя основные, важнейшие, потоки влияния, этот прием сохраняет другие влияния, которые условно можно назвать *влияниями второго порядка*. К ним относятся получение квартир, наград и т. д. В технологиях технической сферы учет влияний (воздействий) второго порядка отработан достаточно хорошо. Его удается иногда успешно провести и в педагогических технологиях.

В политических технологиях эти эффекты традиционно рассматриваются как чисто случайные и носящие коррупционную природу. Общий анализ технологий показывает, что наличие такого влияния можно считать естественным. Здесь может быть сформулировано полезное правило – *максимальная эффективность действий и их предсказуемость проявляется тогда, когда весь процесс связан с одним и тем же системным уровнем*. Все только что сказанное говорит о полезности единого анализа всего технологического поля. Этот же сравнительный анализ обращает внимание на пользу обновления оборудования при совершенствовании технологий. Обеспечение постоянства этого процесса может считаться залогом успеха при совершенствовании технологий технической сферы. В гуманитарной сфере аналогом оборудования можно считать управленческие и иные им подобные структуры. Необходимость их периодического совершенствования и обновления – это еще один полезный вывод из общетехнологического анализа.

Сравнение технологий разных сфер позволяет обратить внимание на этику технологических действий. Обычно при обсуждении этой проблемы обращаются к вопросам экологии, военных технологий и т. п.

[1] Этот закон ранее был сформулирован Н. Коперником, и поэтому он иногда называется законом Грэшема–Коперника.

Тем не менее эти проблемы проявляются и в достаточно «безобидных» ситуациях. Это стало особенно заметным при широком использовании информационных технологий [20, 90]. Не менее существенно это и в педагогических технологиях. Поясним сказанное примером, дополняющим эти результаты.

Известно, что совершенствование методики обучения поиску информации в сетях требует анализа так называемых *логфайлов*. По существу, это анализ записи режимов поиска, выполняемого конкретными пользователями. Обычно их согласия при этом не спрашивают. Очевидно, что здесь нарушаются определенные этические нормы и что такие технологии анализа, несмотря на их пользу, должны быть ограничены. То же самое можно сказать про анализ работы операторов на сложных установках.

Сосредоточимся теперь на проблеме эволюции технологий. Одним из важнейших в этом плане можно считать вопрос о возникновении принципиально новых технологий и подходов к ним. Проведенный анализ говорит о том, что обычно практически одни и те же новые технологии возникают с не очень большим разбросом во времени в разных точках земного шара. Новые центры часто возникают независимо друг от друга. Сказанное касается разных типов технологий, как технических, так и гуманитарных. Это наблюдение приложимо и к той части гуманитарной сферы, которая нередко именуется социальными технологиями. В процессах дальнейшей глобализации технологий важнейшую роль играют те технологии, которые обеспечивают функционирование инфраструктурных элементов, то есть технологии переноса, транспорта и коммуникации. Эволюция технологий, как и всякая эволюция, идет в сторону их усложнения. В то же время, как отмечалось в разделе 9.1, сдвиг в сторону детализации элементарных технологических процессов и сдвиг в сторону существенно усложненных технологических процессов ограничен. Между двумя этими границами и существует та область, которую можно назвать *пространством разумных технологий*. Такое определение подчеркивает то, что налагаемые ограничения связаны не с принципиальной невозможностью создать технологические описания в этих областях, а с тем, что подобные описания становятся неразумно сложными.

Особенностью эволюции можно считать то, что она постепенно сдвигает границы *пространства разумных технологий* вверх, в сторону усложнения. Скорее всего, такой сдвиг можно считать *естественным законом эволюции технологий*. Эволюция технологий создает некоторый *круговорот технологических идей*. Он заметен при рассмотрении больших промежутков времени. Такой круговорот иногда сводится к возврату к старым, отвергнутым или отодвинутым к границам области технологического пространства технологическим идеям. Этот возврат

обусловлен общим прогрессом технологических возможностей. Примеров такого возврата достаточно много. Так известно, что на грани XIX–XX вв. Т. А. Эдисон предлагал создать электромобиль. Эта идея была неперспективной из-за отсутствия подходящих аккумуляторов. В настоящее время на новой технологической основе и в силу необходимости разработки энергосберегающих процессов интерес к этой технологии возродился вновь. Более того, в области транспортных технологий снова начали разрабатываться технологии перевозок с помощью парусных судов, дирижаблей и т. п. Иногда прогресс технологий порождает своеобразный возврат к старинным технологиям, в которых существенные стороны процесса меняются местами. Это иллюстрируется технологией письма с помощью перьев. Чернильница, в том числе и переносная, ликвидировалась. На смену пришла перьевая авторучка. В последние годы в таких авторучках источники чернил вставляются в корпус в специальных баллончиках. Иными словами, перо осталось старым, но теперь оно подпитывается не внешним, а внутренним источником чернил. Еще более разителен пример, связанный с бытовыми приемами защиты помещений от уличной грязи. В начале XX века от грязи защищалась обувь. Технология защиты сводилась к использованию калош, защищавших обувь от грязи. Одновременно они защищали от влаги и ноги. Со временем создание толстых непромокаемых подметок упразднило калоши. В результате защита помещений производится теперь бахилами. Они тоже одеваются на обувь, но уже не на улице, а в помещении. Бахилы защищают не обувь, а непосредственно полы. Примеров подобного возврата к обновленным технологиям можно найти достаточно много. Их наличие позволяет осознать характер эволюционных процессов в технологической области. В общем же можно считать установленным опытным путем, что в соответствии с *прогностикой* [22, 23, 53], эволюция технологий действительно описывается *S-образной кривой (логистой)*, проходя при этом несколько *точек бифуркации*.

Исследованные нами вопросы оказались связанными еще с одним процессом – глобализацией технологий и созданием единой Технологической сферы, охватывающей всю Землю. Позволим себе сделать по этому поводу несколько замечаний. В настоящее время глобализация технологий часто рассматривается как предвестник катастрофы. В качестве примера можно снова сослаться на [65]. Не пытаясь заниматься прогнозами, мы сделаем два замечания. Во-первых, глобализация технологий, экономики и других составляющих человеческой культуры существовала всегда. Просто ранее этот процесс был медленным и, главное, неосознанным. Аналогичный пример связан с информацией. Информационные технологии существовали с давних времен. Тем не

менее понимание существа информатики возникло недавно. Соответственно, и глобализационные процессы существовали очень давно, но осознанное их понимание сформировалось только в последнее время. Расползание технологии изготовления бумаги – это типичный глобализационный процесс. Он произошел, когда понятие глобализации еще не сформировалось. Такие примеры увеличить нетрудно. Безусловно, глобализационные процессы в настоящее время резко усилились. Однако нельзя не учитывать то, что настоящего анализа исторической эволюции этого процесса не делалось. По этой причине к катастрофизму предсказаний по этому поводу необходимо относиться с большой осторожностью Во всяком случае гремучая смесь катастрофизма и конспириологии, которая исповедуется аторами ряда работ, представляется нам непродуктивной.

Отметим еще одно обстоятельство, на которое критики процесса глобализации не обращают внимание. Известно, что и Природа, и Социум реагируют на возникновение равномерности явлениями стратификации. В области технологии такая стратификация уже наметилась. Различия между развивающими и инновационными технологиями имеют четкую географическую составляющую. Это можно оценивать, как проявление стратификации, компенсирующей нежелательную равномерность, связанную с глобализацией. Говоря о глобализации, нередко подразумевают, что она характерна только для области технологий технической сферы. На самом деле это не так. Примеры распространения по свету *мировых религий* достаточно наглядное тому подтверждение. Вторым примером может считаться Интернет. Теоретические моменты этого плана частично отражены в [73]. Вне всякого сомнения наши соображения нельзя считать какими-либо строгими утверждениями. Тем не менее обойти их на итоговых страницах книги нельзя.

В заключение позволим себе перечислить несколько результатов, которые следуют из нашего материала. Одна часть из них получена нами непосредственно, другая основана на сравнении изученных процессов с результатами общих теорий – теории систем, теории многообразий, теории биологической эволюции. Заметим, что ряд выводов, которые получены независимо от этих теорий, в своих основах согласуются и с их выводами. Работы [19, 40] используют аналогии техники и биологии. Эти аналогии прослеживаются и дальше, при анализе законов эволюции технологий. Эти соображения также косвенно подтверждают разумность наших результатов.

Итак, перечислим важнейшие выводы и ожидания, которые следуют из нашего материла. Запишем их в виде некоторых ***правил***:

Правило первое. *Все технологии можно представить в виде триад, которые связывают между собой свойства начальнх и конечных объектов. Эта связь осуществляется с помощью матрицы преобразования.*

Правило второе. *Технологические процессы группируются в иерархические пирамиды.*

Правило третье. *Иерархия технологий связана с числом активно участвующих в них потоков.*

Правило четвертое. *Область Технологий имеет ограничения сверху и снизу. Верхняя граница связана с ростом неопределенности результатов, нижняя – с процессом свертки. Пространство между ними составляет область разумных технологий.*

Правило пятое. *В процессе эволюции область разумных технологий сдвигается в сторону более сложных технологий.*

Правило шестое. *Эволюция технологий подчиняется нескольким основным законам, которые имеют общий характер. Это закон иерархической компенсации, закон вымывания среднего, закон вытеснения старых технологий в окраинные области технологического пространства, закон образования технологических циклов, закон одновременного возникновения независимых центров роста, закон расширения пространственной области использования (закон глобализации), закон разных стратегий развития, которые могут периодически менять друг друга.*

Правило седьмое. *Технологии подчиняются основным законам многообразий, прежде всего закону рангового распределения и закону использования всех возможных вариантов. Функциональное разнообразие технологий регулируется процессом свертки. Количество разнообразных вариантов ограничено.*

Эти достаточно очевидные выводы требуют детального изучения, которое, однако, не может быть сделано в рамках этого труда. К их изучению можно обратиться только, если основные результаты этой книги будут положительно оценены читателем. Авторы надеются именно на такую реакцию.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аванесов В. С.* Математические модели педагогического измерения / В. С. Аванесов. – М., 1994. – 26 с.

2. *Аванесов В. С.* Форма тестовых заданий: учеб. пособие / В. С. Аванесов. – 2-е изд. – М.: Центр тестирования, 2005. – 153 с.

3. *Азаров А. С.* Механизация и автоматизация технологических процессов в машиностроении / А. С. Азаров. – М.-Л.: Машгиз, 1963. – 416 с.

4. *Алаев Э. Б.* Экономико-географическая терминология / Э. Б. Алаев. – М.: Мысль, 1977. – 200 с.

5. *Альтшуллер Г. С.* Алгоритм изобретения / Г. С. Альтшуллер. – 2-е изд. – М.: Московский рабочий, 1973. – 296 с.

6. *Андреев А. Г.* Технология сборки в машиностроении // Машиностроение: энциклопедия: в 40 т. – М.: Машиностроение, 2006. – Т. III. – 640 с.

7. *Аугустинавичюте А.* О дуальной природе человека / А. Аугустинавичюте. – Киев, 1992. – 40 с. Сетевой вариант на: *http://socionics.ibc.com.ua/aushura/dual.pdf.*

8. *Афонцев Э. В.* Статистические свойства Интернет-трафика [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.nag.ru/goodies/articles/sst/sst.html*

9. *Бгашев В. Н.* Терминология машиностроения: краткий англо-русский словарь-справочник / Бгашев В. Н., Долматовская Е. Ю; под общ. ред. В. Н. Бгашева. – М.: АСТ; Минск: Белорус. дом печати, 2004. – 190 с.

10. *Бердников Л. Н.* Многообразие единого: тезисы / Л. Н. Бердников. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999. – 36 с.

11. *Беспалов Ю. Г.* Революционеры Романовы и консерватор Ульянов: великие противостояния / Ю. Г. Беспалов, Н. Ю. Беспалова, К. В. Носов; под общ. ред. Ю. Г. Беспалова. – М.: АСТ; Харьков: Торсинг, 2004. – 415 с.

12. *Беспалько В. П.* Слагаемые педагогической технологии / В. П. Беспалько. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.

13. *Бондарь А. Г.* Математическое моделирование в химической технологии / А. Г. Бондарь. – Киев: Выща шк., 1973. – 280 с.

14. *Бондарь А. Г.* Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии / А. Г. Бондарь, Г. А. Статюха, И. А. Потяженко. – Киев: Выща шк., 1980. – 264 с.

15. *Вигдорович В. Н.* Совершенствование зонной перекристаллизации / В. Н. Вигдорович. – М.: Металлургия, 1974. – 200 с.

16. *Викторова Т. В.* Образовательный сайт [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.viktorova-ts.ru/page136/page135/index.html*

17. *Газе-Рапопорт М. Г.* От амебы до робота: модели поведения / М. Г. Газе-Рапопорт, Д. А. Поспелов. – М.: Наука, 1987. – 288 с.

18. *Гастев А. А.* Леонардо да Винчи / А. А. Гастев (Серия «Жизнь замечательных людей») – 2-е изд. – М.: Молодая гвардия, 1984. – 399 с.

19. *Гнатюк В. И.* Лекции о технике, техноценозах и техноэволюции. – Калининград: БНЦ РАЕН – КВИ ФПС РФ, 2000. 68 с. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: http://gnatukvi.narod.ru/zip_files/lexc.zip

20. *Горелов А. А.* Этика / А. А. Горелов, Т. А. Горелова. – 2-е изд.– М.: Флинта, 2007. – 415 с.

21. *Грановская Р. М.* Элементы практической психологии / Р. М. Грановская. – 3-е изд. – СПб.: Свет, 1997. – 608 с.

22. *Добров Г. М.* Наука о науке. Введение в общее науковедение / Г. М. Добров. – 2-е изд. – Киев: Наукова думка, 1970. – 320 с.

23. *Добров Г. М.* Прогнозирование науки и техники / Г. М. Добров. – 2-е изд. – М.: Наука, 1977. – 208 с.

24. *Долгин А. Б.* Институт публичной экономической экспертизы культурных продуктов / А. Б. Долгин // Неприкосновенный запас. – 2007. – № 4(54) [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://magazines.russ.ru/nz/2007/54/do16.htm.*

25. *Долгин А. Б.* Экономика символического обмена / А. Б. Долгин. – 2-е изд. – М.: Прагматика культуры, 2007. – 637 с. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.artpragmatica.ru/book/&uid=1362.*

26. Дороги далекого континента. Рельсовые пути Австралии // Локомотив. – 2008. – № 2. – С. 45–46. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.gutenberg.org/etext/4238).*

27. *Дудинцев В. Д.* Новогодняя сказка / В. Д. Дудинцев // Новый мир. – 1960. – № 1. С. 87. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.lib.ru/proza/dudincew/r_skazka.txt*

28. Единая система технологической документации – ГОСТ № 1109-82 «Термины и определения основных понятий».

29. Закон Грэшема. Сетевая энциклопедия «Банковское дело» [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.cofe.ru/finance/russian/8/72.htm*

30. *Иноземцев В. Л.* Современное постиндустриальное общество: природа, противоречия, перспективы: учеб. пособие / В. Л. Иноземцев. – М.: Логос, 2000. – 302 с. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://lib.tiera.ru/economy/inozemcew.txt.*

31. К вопросу формализации научно-технического прогресса [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://mivmiv.narod.ru/Things/ntp.html*

32. *Кафаров В. В.* Принципы математического моделирования химико-технологических систем. Введение в системотехнику химических производств / В. В. Кафаров, В. Л. Перов, В. П. Мешалкин. – М.: Химия, 1974. – 344 с.

33. *Кафаров В. В.* Системный анализ процессов химической технологии. Энтропийный и вариационный методы неравновесной термодинамики в задачах химической технологии / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов, Э. М. Кольцова. – М.: Наука, 1988. – 367 с.

34. *Кедров Б. М.* Классификация наук. Прогноз К. Маркса о науке будущего / Б. М. Кедров. – М.: Мысль, 1985. – 543 с.

35. *Киселев М. Г.* Электроэрозионная обработка материалов / М. Г. Киселев, Ю. Ф. Ляшук, В. Л. Габец. – Минск: Технопринт, 2003. – 11 с.

36. *Коменский Я. А.* Искусство мудрости: пер. с лат. / Я. А. Коменский. – М.: Изд-во УРАО, 2003. – 317 с.

37. Компас 3D [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.kompas-sapr.com.*

38. *Кохтев А. А.* Основы стандартизации / А. А. Кохтев. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1971. – 296 с.

39. *Крупник С. А.* Гуманитарные технологии: статья о Всемирной энциклопедии. Философия. – Минск, 2001 [Электрон. ресурс] – Режим доступа: http://*worvik.narod.ru/philo/hum-tech.htm*, «Энциклопедия социологии» [Электронный ресурс] – Режим доступа: *http://slovari.yandex.ru/dict/sociology*

40. *Кудрин Б. И.* Ценология, технетика, электрика / Сайт проф. Кудрина: третья научная картина мира [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.kudrinbi.ru*

41. *Лем С.* Сумма технологии: пер. с польск. / С. Лем. – М.: Мир, 1968 [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.lib. ru/LEM/summa.txt*

42. *Лем С.* Этика технологии и технология этики. Модель культуры (Нескончаемая золотая цепь): Пер. с польск. / С. Лем. – Пермь: Бегемот; Абакан: Центавр, 1993. – 92 с.

43. *Лозовский В. Н.* Концепции современного естествознания / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский; под общ. ред. В. Н. Лозовского. – СПб.: Лань, 2004. – 224.

44. *Макаренков А. П.* Фрактальный анализ звуков сердца, как метод переносимости процедуры гемодиализа / А. П. Макаренков // Акустичний вісник. – 2004. – Т. 7. – № 1.

45. *Макаров Н. Д.* Контент-анализ: Метод количественного изучения содержания социальной информации / Н. Д. Макаров. – М.: НМЦ СПО, 2001. – 60 с.

46. *Мак-Люэн М.* Понимание медиа: внешние расширения человека / М. Мак-Люэн. – 2-е изд. – М.: Гиперборея: Кучково поле, 2007. – 462 с.

47. *Малинецкий Г. Г.* Нелинейная динамика – ключ к теоретической истории [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://ons.gfns.net/1996/4/05.htm.*

48. *Мейен С. В.* Методологические аспекты теории классификации / С. В. Мейен, Ю. А. Шрейдер // Вопросы философии. – 1976. – № 12. – С. 67–79 [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.kudrinbi.ru/public/453/index.html*

49. *Мейен С. В.* Основные аспекты типологии организмов / С. В. Мейен // Журнал общей биологии. – 1978. – Т. 39. – № 4. – С. 495–508. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.kudri.ru/public/451/index.htm.*

50. *Михайлов А. И.* Основы информатики / А. И. Михайлов, А. И. Черный, Р. С. Гиляревский. – М.: Наука. – 1968. – 756 с.

51. *Михальский А. И.* Математик поможет биологу и приемник починить / А. И. Михальский // Успехи геронтологии. – 2003. – Вып. 12. – С. 174–175. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://mpocktok.narod.ru/michalski/advger/12_174.pdf*

52. *Моль А.* Теория информации и эстетическое восприятие: пер. с фр. / А. Моль. – М.: Мир. – 1966. – 351 с.

53. *Никитина Г. В.* Формирование творческих умений в процессе профессионального обучения / Г. В. Никитина, В. Н. Романенко; под общ. ред. Г. В. Никитиной. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1992. – 168 с.

54. *Нашельский А. Я.* Производство полупроводниковых материалов / А. Я. Нашельский. – М.: Металлургия, 1989. – 272 с.

55. *Паин Э. А.* Культура – это судьба? / Э. А. Паин // Дружба народов. – 2008. – № 2 [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://magazines.russ.ru/druzhba/2008/2/pa11.html*

56. *Пантин В. И.* Философия исторического прогнозирования: ритмы истории и перспективы мирового рынка в первой половине XXI века / В. И. Пантин, В. В. Лапкин. – Дубна: Феникс+, 2006. – 447 с

57. *Парето В.* Компендиум по общей социологии: пер. с итал. / В. Парето. – М.: ГУ-ВШЭ, 2007. – 511 с.

58. *Парето В.* Чистая экономия: пер. с фр. / В. Парето. – Воронеж, 1912. – 12 с.

59. *Паск Г.* Обучение как процесс создания системы управления: пер. с англ. // Кибернетика и проблемы обучения. – М.: Прогресс. 1970. С. 25–86.

60. Педагогические технологии [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://ru.wikpedia.org/wiki/Педагогические_технологии*

61. *Переслегин С. Б.* Глобальный мир: предельно неустойчивое развитие // Нева. – 2009. – № 5. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.magazines.russ.ru/neva/2009/5/pere10.html.*

62. Пирамида потребностей [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://wikipedia.org/wiki/Пирамида_потребностей_по_Маслоу.*

63. *Половинкин А. И.* Основы инженерного творчества / А. И. Половинкин. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 2007. – 368 с.

64. Получение новых идей [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://intelpart.com/ra/ra-1.htm.*

65. *Почепцов Г. Г.* Теория коммуникации / Г. Г. Почепцов. – М.: Рефл-бук: Ваклер, 2006. – 651 с.

66. Путеводитель по методологии организации, руководства и управления: хрестоматия по работам Г. П. Щедровицкого. – М.: Дело, 2003. – 89 с.

67. *Рабинович В. Л.* Алхимия как феномен средневековой культуры / В. Л. Рабинович. – М.: Наука, 1979. – 392 с.

68. *Рабинович В. Л.* Образ мира в зеркале Алхимии. От стихий и атомов древних элементов до Бойля / В. Л. Рабинович. – М.: Энергоиздат, 1981. – 152 с.

69. *Радшун Р. В.* Почему оправдано распространение ЗРТС на системы любой природы / Р. В. Радшун // ТРИЗ. – 1997. – № 1. – С. 44–45.

70. *Ранганатан Ш. Р.* Классификация двоеточием. Основная классификация: пер. с англ. / Ш. Р. Ранганатан. – М.: Изд-во ГПНТБ, 1970. – 422 с.

71. Ремонт автомобилей. Общетеоретический подход. Основные понятия производственных и технологических процессов и их элементы [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.uvl.ru/_article/5.*

72. *Ричмонд У. К.* Учителя и машины. Введение в теорию и практику программированного обучения: пер. с англ. / У. К. Ричмонд. – М.: Мир, 1968. – 280 с.

73. *Романенко В. Н.* Влияние информатики на гуманитарные области знания. Попытка предварительного анализа / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина. – СПб.: Политон, 2006. – 36 с.

74. *Романенко В. Н.* Из истории развития грузовых вагонов / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2007. – № 1(9). – С. 42–45.

75. *Романенко В. Н.* Информатика и общая теория технологий / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина // Учен. зап. Ин-та информатизации образования РАО. – 2005. – Вып. 16. Информационные и коммуникационные технологии в общем, профессиональном и дополнительном образовании. – С. 99–104.

76. *Романенко В. Н.* Кинетика направленной кристаллизации с позиций обобщенной теории технологических процессов / В. Н. Романенко // Физика кристаллизации. – Калинин, 1987. – С. 18–26.

77. *Романенко В. Н.* Книга для начинающего исследователя-химика / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина, А. Г. Орлов; под общ. ред. В. Н. Романенко. – Л.: Химия, 1987. – 280 с.

78. *Романенко В. Н.* Методика оценки отклонений от круговой формы элементов строительных конструкций / В. Н. Романенко // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1994. – № 9/10. – С. 109–105.

79. *Романенко В. Н.* О кухарках и авторитетах / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина // Об образовании, книгах и Интернете. Несколько очерков на свободные темы, связанные с информатикой: сборник. – СПб.: Норма, 2009. – С. 87–96.

80. *Романенко В. Н.* О понятии сложности учебного задания / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина // Высшее образование в России. – 1993. – № 2. – С. 114–123.

81. *Романенко В. Н.* Обращение «К читателю» // Об образовании, книгах и Интернете. Несколько очерков на свободные темы, связанные с информатикой / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина; под общ. ред. В. Н. Романенко. – СПб.: Норма, 2009. – С. 5–6.

82. *Романенко В. Н.* Основные классификаторы документов, используемые в России: краткое метод. пособие / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина. – СПб., 2000. – 40 с.

83. *Романенко В. Н.* Основные представления теории многообразий / В. Н. Романенко. – СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 1997. – 76 с.

84. *Романенко В. Н.* Основные соотношения каскадной очистки направленной кристаллизацией / В. Н. Романенко // ТОХТ. – 1980. – Т. 14. – № 3. – С. 358–363.

85. *Романенко В. Н.* Оценка неоднородности распределения состава кристаллов и смесей / В. Н. Романенко // ТОХТ. – 1985. – Т. 19. – № 6. – С. 741–756.

86. *Романенко В. Н.* Очерки и воспоминания / В. Н. Романенко. – СПб., 2001. – 92 с.

87. *Романенко В. Н.* Принципы общей теории технологий / В. Н. Романенко. – СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 1994. – 53 с.

88. *Романенко В. Н.* Проект рабочей программы по курсу «Материаловедение» / В. Н. Романенко. – Л., 1972. – 12 с.

89. *Романенко В. Н.* Процессы кристаллизационной очистки как модель при построении фасетной классификации технологических процессов / В. Н. Романенко // Физика кристаллизации. – Калинин, 1988. – С. 29–33.

90. *Романенко В. Н.* Работа в Интернете: от бытового до профессионального поиска: практ. пособие с примерами и упражнениями / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина, В. С. Неверов; под общ. ред. В. Н. Романенко. – СПб.: Профессия, 2008.

91. *Романенко В. Н.* Рассказы о книгах и библиотеках / В. Н. Романенко. – СПб.: Норма, 2003. – 204 с.

92. *Романенко В. Н.* Скрытые процессы и скрытая статистика в педагогической информатике / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина, Е. А. Кукина; под общ. ред. В. Н. Романенко // Педагогическая информатика. – 2002. – № 4. – С. 9–12.

93. *Романенко В. Н.* Сравнение глобальных моделей в естественных и гуманитарных науках / В. Н. Романенко // Вестник образования и развития науки РАЕН. – 2001. – № 3. – С. 225–229.

94. *Романенко В. Н.* Сравним число слов и число понятий / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина // Об образовании, книгах и Интернете. Несколько очерков на свободные темы, связанные с информатикой: сборник. – СПб.: Норма, 2009. – С. 106–124.

95. *Романенко В. Н.* Томас Альва Эдисон и Александр Дюма – особенности творчества / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина // Об образовании, книгах и Интернете. Несколько очерков на свободные темы, связанные с информатикой: сборник. – СПб.: Норма. – 2009. – С. 72–77.

96. *Романенко В. Н.* Туда и обратно в мире общения / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина // Об образовании, книгах и Интернете. Очерки на свободную тему, связанную с информатикой. – СПб.: Норма. – 2009. – С. 78–86.

97. *Романенко В. Н.* Управление составом полупроводниковых кристаллов / В. Н. Романенко. – М.: Металлургия, 1968. – 368 с.

98. *Романенко В. Н.* Управление составом полупроводниковых слоев / В. Н. Романенко. – М.: Металлургия, 1978. – 192 с.

99. *Романков П. Г.* Классификация и терминология / П. Г. Романков, М. И. Курочкина. – СПб.: Политон, 2006. – 36 с. Сетевой вариант на сайте АИО [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.acadio.ru.*

100. *Романков П. Г.* Классификация и терминология основных процессов химической технологии / П. Г. Романков, М. И. Курочкина // ТОХТ. – 1974. – Т. 8. – № 3. – С. 331–337.

101. *Садовский В. Н.* Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ / В. Н. Садовский. – М:. Наука. – 1974. – 270 с.

102. *Седов Е. А.* Одна формула и весь мир: Книга об энтропии / Е. А. Седов. – М.: Знание, 1982. – 175 с.

103. *Седов Е. А.* Эволюция и информация / Е. А. Седов. – М.: Наука, 1976. – 232 с.

104. *Селье Г.* От мечты к открытию. Как стать ученым / Г. Селье. – М.: Прогресс, 1987. – 366 с.

105. *Скулачев В. П.* Эволюция и кислород / В. П. Скулачев // Природа. – 1998. – № 1000 [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://vivoco.rsl.ru/VV/papers/Nature/skul.htm.*

106. Смешанное и корпоративное обучение // Труды Всероссийского научно-методического симпозиума «СКО-2007». – Ростов н/Д, 2007. – 298 с.

107. *Соколовский А. П.* Курс технологии машиностроения. Ч. I: Общие вопросы технологии и механической обработки / А. П. Соколовский. – М.-Л.: Машгиз, 1947. – 436 с.

108. *Соколовский А. П.* Проблема типизации технологических процессов / А. П. Соколовский. – Л.: ЛОНИТОМАШ, 1938. – 58 с.

109. *Сукиасян Э. Р.* Библиотечные каталоги: метод. мат. / Э. Р. Сукиасян. – М.: Профиздат, 2001. – 192 с.

110. Технология как внутренняя переменная организации. Классификация технологий по Вудверду и Том(п)сону [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://inform.od.ua/articles/examen/technologia.htm*

111. *Тойнби А. Дж.* Постижение истории / А. Дж. Тойнби. – М.: Прогресс. 1991. – 736 с.

112. *Тоффлер Э.* Третья волна / Э. Тоффлер. – М.: АСТ, 2004. – 781 с.

113. *Троицкий В. П.* Семиотика информационных объектов / В. П. Троицкий [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://bfrz.ru/cgi-bin/load.cgi?p=news/rus_files/troitsky_9_03_2006.htm*

114. *Уголев А. М.* Естественные технологии биологических систем / А. М. Уголев. – Л.: Наука, 1987. – 347 с.

115. *Фролов С. С.* Социология организаций: учеб. пособие / С. С. Фролов. – 4-е изд. – М.: Гардарики, 2007. – 343с. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.i-u.ru/boblio/archive/sociolorg*

116. *Хубка В.* Теория технических систем / В. Хубка. – М.: Мир, 1987. – 208 с.

117. Цели и принципы стандартизации / под ред. Т. Сандерса. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 132 с.

118. Циклы и ритмы истории [Электрон. ресурс] – Режим доступа: – *http://aleho.narod.ru/metodolog/panin.html.*

119. *Чайковский Ю. В.* Наука о развитии жизни / Ю. В. Чайковский. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 721 с.

120. *Чайковский Ю. В.* Эволюция. Книга для изучающих и преподающих эволюцию / Ю. В. Чайковский. – М.: Ценологические исследования. – 2003. – Вып. 22.

121. *Чайковский Ю. В.* Элементы эволюционной диатропики / Ю. В. Чайковский. – М.: Наука, 1990. – 272 с.

122. *Чебанов С. В.* Классификация как форма систематизации – Hermeneutics in Russia. Vol. 2, issue 4 (1998). P. 1–7. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://university.tversu.ru*

123. *Чебанов С. В.* Классификация как форма систематизации – Hermeticus in Russia. V. 2, issue 4, (1998). [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://university.tversu.ru.*

124. *Черняк Л.* Шесть веков истории логических машин / Л. Черняк // Открытые системы. – 2005. – № 3 [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.osp.ru/os/2005/03/074.htm.*

125. *Чупрасова В. И.* Современные технологии в образовании / В. И. Чупрасова. – Владивосток: Изд-во Тихоокеанского ин-та дистанционных технологий [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www/fas.ru/pedagog/9658.html*

126. *Эйерс Р.* Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование: пер. с англ. / Р. Эйерс. – М.: Мир, 1971. – 296 с.

127. *Эшби У. Р.* Введение в кибернетику / У. Р. Эшби. – 3-е. изд. – М.: КомКнига, 2006. – 432 с.

128. *Юдин Б. Г.* От гуманитарного знания к гуманитарным технологиям. Знание. Понимание. Умение / Б. Г. Юдин. – 2005. – № 2. – С. 126–135.

129. *Янушкевич Ф.* Технология обучения в системе высшего образования / Ф. Янушкевич. – М.: Высшая школа, 1986. – 136 с.

130. *Arthur Mac R. H. , Wilson E. O.* The Theory of Island Biogeography – Princeton NJ. Princeton univ. press. 1967. – 203 p.

131. *Babbage Ch.* On the Economy of Machinery and Manufactures – L: Chales Knight, 1832.

132. *Beckmann J.* Anleitungen zur Technologie zur Kenntnis den Handwerke, Fabriken und Manufakturen – Basel, Baselpapiermu_ll, 1990.

133. Beckmanns Allgemeine Technologie – Graz, O–sterreich, 2002.

134. *Beza□k V.* Homogenization of random concentration profiles by diffusion – Metall. Trans. Vol. 3. № 5. P. 1235 (1972).

135. *Black D.* On the Rationale of Group Decision-making – Jour. Of Political Economy. V. 56. 23–34, 1048.

136. *Bloom B. S.* All our children learning: a primer for parents, teachers and other educators – NY: McGraw-Hill, 1981. 275 p.

137. *Bradford S. C.* Documentation. 2-nd ed. – L. Lockwood. 1953. – 200 p.

138. *Downs A.* An Economic Theory of Democracy – NY; Harper and Raw, 1957. 310 p.
139. *Eder W. E., Gosling W.* Mechanical System Design – Oxford, NY, Pergamon Press 1965. 226 p.
140. Education Technologies – [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://en.wikipedia.org/wiki/Edicatioal_Technologies*
141. Encyclopedia Britannica, 2003 [электронная версия на CD].
142. *Fernandes A. S. C.* A Contribution to a Taxonomy of Technology – SEFI 2003 Conference – Global Engineer: Education and Training for Mobility [Электрон. ресурс] – Режим доступа: – *http://www.tpc.pt/Global/Engineer/sefi-f46.pdf.*
143. *Koller R. , Kastrup N.* Prinziplo_sungen zur Konstruktion Technischer Produkte – Berlin – NY. Springer-Verlag. 1994. S. 476.
144. *Koller R.* Konstruktionslehre fu_r den Maschienenbau Grundlagen zur Neu- und Weiterwicklung technischer Produkte mit Beispielen. 4 Auflage – Berlin-Heidelberg – NY. Springer 1998. S. 694.
145. *Lazebnik Yu.* Can a biologist fix a radio – Cancer Cell 2002, vol. 2, p. 179–182. Русский перевод на [Электрон. ресурс] – Режим доступа: *http://www.metodolog ru/00373/00373.html*
146. *Perrow Ch.* Complex organizations: a critical essay. 3th-ed. – NY: Randon House, 1986. 307 p.
147. *Skinner B. F.* The Technology of Teaching – NY.: Appelton-Cttury-Crofts. 1968. 271 p.
148. *Spriegel W. R., Myers C. E.* Writings of the Gilbreth – Enlelwood Cliffs, NJ. Prentice Hall Co. 1960. 592 p.
149. Standard Industry Classifications [Электрон. ресурс] – Режим доступа: – *http://www.statcan.gc.ca/concepts/inusry-industrie-eng.htm#1.*
150. TecholociCS – специализированная комплексная информационная система для машиностроительных и сходных с ними по характеру производственных предприятий [Электрон. ресурс] – Режим доступа: – *http://www.tecnologics.ru/programm*
151. The Gilberth Network. Books list [Электрон. ресурс] – Режим доступа: – *http://gilbrethnetwork.tipod.com/gbooks.htm.*
152. *Thompson J. D.* Organizations in Action: Social Science Bases of Administrative Theory – Brunswick NJ, Transactions Publishers, 2003. 192 p.
153. *Tomei L. A.* The Taxonomy for the Technology Domain [Электрон. ресурс] – Режим доступа: – *http://academics.rmu.edu/~tomei/taxonomy*
154. *Woodward J.* and oth. Organizational behavior model – Kent, Ohio/ Kent Univ. press 1970. 148 p.
155. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: – *http://2uiah.fl/projects/metodi/121.htm*
156. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: – *http://unstates.un.org/unsd/registry/regest.aps*
157. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: – *http://www.ej.ru*

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ... 3
***Часть первая.* ОБЩИЙ АНАЛИЗ** ... 11
Глава 1. **Определение понятий. Технологические триады** ... 12
1.1. События, процессы и технологии ... 12
1.2. Основная технологическая триада ... 18
1.3. Оценка идентичности и структурированности объектов и процессов ... 26
1.4. Краткое обращение к истории вопроса ... 30
1.5. О принципиальных ограничениях области описания технологий и некоторые дополнительные определения понятий и моделей ... 32
1.6. Феномен «фантастических технологий» ... 36
Глава 2. **Иерархические уровни технических систем и технологий** ... 38
2.1. Опыт описания иерархии технических систем ... 38
2.2. Каких результатов следует ожидать от структурного анализа иерархии технологий ... 45
2.3. О методиках рассмотрения иерархии технических систем и технологий 50
2.4. Иерархия технологических потоков ... 57
Глава 3. **Конкретные цели технологий, оценка их эффективности и факторов, определяющих развитие** ... 66
3.1. Общие замечания о мире технологий и путях его изучения. Узловые точки. Деление технологии на процессы ... 66
3.2. Организационные требования к технологиям ... 78
3.3. Инерционные и случайные факторы, влияющие на используемые технологии ... 84
3.4. О понятии эффективности технологий ... 87
Глава 4. **Типы технологий и способы их описания** ... 90
4.1. Технологии как результат эволюции сферы реального производства ... 90
4.2. Технологии первобытного общества как основа классификации современных технологий ... 94
4.3. Основные типы технологий ... 99
4.4. О связи типа технологии с размерной областью ее применения ... 104
4.5. Основные операции при функциональном морфологическом анализе технологий ... 109
4.6. Основы описания структурного морфологического анализа технологий 116
***Часть вторая.* ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПИСАНИЯ РЕАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ** ... 123
Глава 5. **Общие вопросы связи между технологиями** ... 124
5.1. Деление общего технологического пространства на техническую и гуманитарную сферы ... 124
5.2. Уточнение особенностей гуманитарных технологий на основе анализа основных особенностей управленческих технологий ... 132

5.3. О некоторых общих соотношениях, связывающих технические и гуманитарные технологии ... 137
Глава 6. **Обсуждение имеющегося опыта построения систем описания сложных явлений разной природы** ... 143
6.1. Задачи, решаемые при разных способах систематизации технологий ... 143
6.2. Синтез технологий из типовых технологических процессов ... 148
6.3. Исторический ход развития сложных классификационных систем ... 156
6.4. Глобализация и трансфер технологий ... 159
6.5. Роль этических ограничений технологических процессов ... 162
Глава 7. **Место систем типизации технологий в общем круге технологических проблем** ... 164
7.1. Роль классификации типовых процессов и операций в процессе проектирования и эксплуатации технологий ... 164
7.2. Количественные характеристики при создании описаний технологических приемов и процессов ... 173
7.3. Стандартизация и типизация технологических приемов. Роль количественных факторов ... 176

Часть третья. **РАЗРАБОТАННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ** ... 179

Глава 8. **Основные описания технологий технической сферы** ... 180
8.1. Краткие замечания по поводу истории описания технологий технической сферы ... 180
8.2. Каталогизация технологий обработки готового материала ... 182
8.3. Автоматизация проектирования и управления технологиями технической сферы на основе анализа группы технологий обработки готовых материалов ... 191
8.4. О каталогизации сборочно-разборочных, монтажных и им подобных технологий ... 197
8.5. Каталогизация технологических процессов изменения состава и свойств материалов ... 199
8.6. Каталогизация транспортных и коммуникационных технологий ... 204
8.7. Информационные технологии ... 211
8.8. Замечания по поводу эволюции технологий технической сферы ... 214
Глава 9. **Дополнительные сведения, связанные с технологиями гуманитарной сферы** ... 220
9.1. Общие соображения по поводу гуманитарных технологий ... 220
9.2. О совместном анализе технических и гуманитарных технологий ... 227
9.3. Педагогические технологии ... 232
9.4. Основные приемы, которые используются в технологиях работы с информацией ... 245
9.5. Общие замечания по поводу технологий, находящихся на верхних уровнях иерархии гуманитарной сферы ... 254
Заключение ... 257
Литература ... 267

Научное издание

РОМАНЕНКО *Владимир Николаевич*
НИКИТИНА *Галина Васильевна*

ОБЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Монография

Заведующая редакцией *А. И. Сергеева*
Редактор *А. В. Доброва*
Художник *С. В. Алексеев*
Технический редактор *А. И. Сергеева*
Корректор *О. Л. Графинина*
Компьютерная верстка *Л. Д. Крымской*

Подписано к печати 27.02.2011. Формат 60×84 1/16. Гарнитура Times New Roman.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 17,5. Уч.-изд. л. 17,25.
Тираж 300 экз. Заказ № 76

Санкт-Петербургский институт внешнеэкономических связей, экономики и права
191014, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 42

Отпечатано в типографии ООО «АНТТ-Принт»
190103, Санкт-Петербург, Измайловский пр., д. 29

Романенко В. Н.

Р 69 Общие технологии: монография / В. Н. Романенко, Г. В. Никитина. – СПб.: ИВЭСЭП, 2011. – 277 с.

ISBN 978-5-4227-0035-6

В монографии описаны все виды целенаправленных воздействий на объекты. Их можно записать в виде заданных последовательностей действий, которые определяются как технологии. Этот подход позволяет включить в анализ чисто технические, биологические и социальные объекты. Рассмотрение с единых позиций столь разных объектов помогает установить много новых интересных закономерностей и выделить границы так называемой области технологий. Материалы основаны на применении классических методов морфологического анализа и поискового конструирования. Обсуждаются основные характеристики технологий, которые позволяют произвести их классификацию и оценить эффективность и воспроизводимость. Анализируются возможности автоматизированного управления технологиями на базе современной вычислительной техники.

Рекомендуется студентам старших курсов, аспирантам и специалистам, разрабатывающим концептуальные модели.

ББК 32.973.26-018.2

ÍÍÓ ÂÎÎ «ÑÀÍÊÒ-ÏÅÒÅÐÁÓÐÃÑÊÈÉ ÈÍÑÒÈÒÓÒ ÂÍÅØÍÅÝÊÎÍÎÌÈ×ÅÑÊÈÕ ÑÂßÇÅÉ, ÝÊÎÍÎÌÈÊÈ È ÏĞAÂÀ (ÈÂÍÑÈ)

Лицензия А № 255606 от 28.02.2007
Государственная аккредитация АА № 000597 от 05.04.2007
выданы Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки

ОБЪЯВЛЯЕТ ПРИЕМ
на 2011/2012 учебный год на факультеты
(очная, очно-заочная, заочная формы обучения):

♦ **ЭКОНОМИЧЕСКИЙ** по специальностям и направлениям подготовки: «бухгалтерский учет, анализ и аудит», «менеджмент организации», «мировая экономика», «финансы и кредит»

♦ **ЮРИДИЧЕСКИЙ** по специальности и направлению подготовки «юриспруденция»

♦ **ГУМАНИТАРНЫЙ** по специальностям: «перевод и переводоведение» (английский язык), «связи с общественностью» (Public Relations)

♦ **МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ** по специальностям: «международные отношения», «зарубежное регионоведение»

♦ **ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ** по специальности «организация перевозок и управление на транспорте (автомобильном)»

♦ **ПСИХОЛОГИИ** по специальности и направлению подготовки: «психология»

♦ **ВТОРОЙ КВАЛИФИКАЦИИ** (второе высшее образование) по профилю вуза. **Тел. 310-20-90**

♦ **ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ** (повышение квалификации и переподготовка по профилю вуза). **Тел. 310-20-90**

♦ **МАГИСТРАТУРА** (для имеющих диплом бакалавра) по направлению «менеджмент». **Тел. 579-52-85**

♦ **АСПИРАНТУРА** по специальностям: «экономика и управление народным хозяйством», «уголовное право и криминология; уголовно-исполнительное право». **Тел. 579-38-82**

♦ **ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ КУРСЫ. Тел. 273-10-57**

В институте созданы и работают следующие филиалы:

187650, г. **Бокситогорск** Лен. обл., ул. Воронина, д. 3
т/факс (81366) 2-14-90 priemivesepboks@yandex.ru

187401, г. **Волхов** Лен. обл., пр. Володарского, д. 3а
т/факс (81363) 7-08-29 ivesep@volhov.ru

188800, г. **Выборг** Лен. обл., ул. Крепостная, д. 27
т/факс (81378) 3-31-79 ivesepvy@mail.ru

188300, г. **Гатчина** Лен. обл., Революционный пер., д. 1
т/факс (81371) 4-02-52; ivesep@gtn.ru

188480, г. **Кингисепп** Лен. обл., ул. Октябрьская, д. 3
т/факс (81375) 2-83-33 filial-kingisepp.rambler.ru

188230, г. **Луга** Лен. обл., пр. Володарского, д. 44
т/факс (81372) 4-26-94 ivesep.luga@list.ru

187780, г. **Подпорожье** Лен. обл., ул. Исакова, д. 19, лит А
т/факс (81365) 2-38-34 checkmate@front.ru

* * *

606026, **г. Дзержинск** Нижегородской обл., ул. Марковникова, д. 18 а

т/факс (8313) 39-40-49 ivesepDzer@yandex.ru

375025, **г. Ереван**, ул. Абовяна, д. 8

т/факс (1037410) 56-13-38 spbivesep-yerevan@netsys.am

236036, **г. Калининград**, Ленинский пр., д. 42 б

т/факс (4012) 655054 spivesep-kaliningrad@yandex.ru

610005, **г. Киров**, ул. Советская, д. 73

т/факс (8332) 38-56-74 ivesep@ivesep.kirov.ru

350002, **г. Краснодар**, ул. Леваневского, д. 82
т/факс (8612) 59-67-86 eos@krasnodar-ivesep.ru

660075, **г. Красноярск**, ул. Маерчака, д. 40

т/факс (3912) 21-36-75 ivecepkrsk@mail.ru

101000, **г. Москва**, Центр Покровка, д. 1/13/6, строение 2

т/факс (495) 624-76-10 moznanie@garnet.ru

654041, **г. Новокузнецк**, ул. Тореза, д. 82а

т/факс (3843) 71-80-29 znanie@nvkz.net

143300, **г. Наро-Фоминск** Московской обл., ул. Московская, д. 26

т/факс (49634) 7-67-82 ekfanara@yandex.ru

630049, **г. Новосибирск**, ул. Октябрьская, д. 1

т/факс (3832) 36-04-84 znanie@online.nsk.su

614022, **г. Пермь**, ул. 9 Мая, д. 21; т/факс (3422) 27-96-97 perm-ivesep@yandex.ru

653039, **г. Прокопьевск** Кемеровской обл., ул. Жолтовского, д. 4

т/факс (38466) 9-34-80 spbivesep1@yandex.ru

214016, **г. Смоленск**, ул. Соболева, д. 105б

т/факс (4812) 21-46-78 sfivesep1@yandex.ru

445035, **г. Тольятти** Самарской обл., ул. Индустриальная, д. 9

т/факс (8482) 28-51-31 ivesep_tlt@mail.ru

171843, **г. Удомля** Тверской обл., ул. Пионерская, д. 50

т/факс (48255) 5-52-16 ivesepu@yandex.ru

680000, **г. Хабаровск**, ул. Калинина, д. 92

т/факс (4212) 30-50-94 ivesepznanie_kht@mail.ru

Военнообязанным на период обучения в вузе на очной форме предоставляется отсрочка от призыва на воинскую службу.
Содействие в размещении иногородних и регистрации иностранных студентов.
Выпускники получают дипломы государственного образца.
Обучение платное. Оплата производится по семестрам.

Адрес: 191014, Санкт-Петербург, Литейный пр., 42.
Тел. 272-80-55 (приемная комиссия).
E-mail: priem@ivesep.spb.ru Internet: http://www.ivesep.spb.ru
Метро: «Маяковская», «Владимирская», «Площадь Восстания», «Гостиный двор»
Автобус: 15, 105 Троллейбусы: 3, 8, 15