

Введение.....	2
Генезис производственных систем.....	4
1.1. Предпосылки и задачи моделирования и оптимизации производственных систем...4	4
1.1.1.Взаимосвязь генезиса производства и потребностей человека.....	4
1.2. Взаимосвязь генезиса производства и технологии.....	5
1.1.3 Формализация в моделировании и оптимизации производственных систем на базе технологии как науки.....	7
1.1.4. В чем взаимосвязь генезиса производства и технологии?.....	11
1.2. Антропогенная сущность производства.....	13
1.2.1. Место и роль человека в производстве.....	13
1.2.2. Эргатическое преобразование трудовой деятельности.....	14
1.3. Кибернетическая сущность производства.....	16
1.3.1.Кибернетико-антропогенная сущность преобразующих систем.....	16
1.3.2. Зоны действий преобразующей системы.....	20
1.3.3. Структура продукционной системы.....	24
1.3.4. Развитие продукционной системы.....	25
1.4. Закономерности развития производства.....	26
1.4.1. Виды закономерностей развития производства.....	26
1.4.2. Общая закономерность развития производства.....	30
.....	<u>39</u>

МГТУ им. Н.Э. Баумана
Факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
Кафедра ИБМ-2 «Экономика и организация производства»
МУХИН АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ
Моделирование и оптимизация производственных систем.
Генезис производственных систем
Электронное учебное пособие
МОСКВА
2010 год МГТУ им. Баумана

Введение

Учебная дисциплина «Моделирование производственных систем» входит в учебные планы подготовки инженеров по многим специальностям. Главенствующую роль эта учебная дисциплина играет в учебном плане по специальности «Проектирование технических и технологических комплексов».

Эта специальность возникла и развивается на большие изменения, происходящие в промышленном производстве под влиянием успехов теории информации, теории систем, теории управления, компьютеризации.

В связи с появлением отмеченных направлений уместно сейчас употреблять термин «производственная система» взамен термина «производство», подчеркивая тем самым системный подход в изучении производственных сил, производственных отношений, манипулировании и преобразовании всех производственных объектов. В отдельных случаях для краткости допустимо употреблять термин «производство», имея ввиду при этом производственную систему.

Моделирование как методический прием, давно и широко известный при изучении многих объектов реального и идеального мира, является не только желательным при изучении производственных систем, но и крайне необходимым, т.к. решения, принимаемые в производстве, в силу сложности производственных ситуаций и объектов, могут быть эффективными только при опоре на совокупную, модельную систему знаний. Оптимизация производственных систем, так же как и ее моделирование, является важным и определяющим элементом методического инструмента создания, проектирования и обеспечения рассматриваемых систем. Это объясняется тем, что эффективность производственных систем во многом определяется умением принимать экстремальные решения, часто в условиях противоречий и неопределенности.

Важно подчеркнуть неразрывную связь учебной дисциплины «Моделирования и оптимизация производственных систем» с технологией как наукой.

Технология как наука прошла многие этапы своего развития, по-разному понималась и трактовалась, но она на всех этапах выступала в роли главной системообразующей наукой о производстве, включая аспекты техники, экономики, управления.

Среди многих направлений технологии как науки выделяется направление, связанное с онтологией производства.

Онтологические, сущностные основы развития производства изучает теоретическая технология, как раздел технологии, раскрывающий закономерности развития производства.

В этой связи учебная дисциплина «Моделирование и оптимизация производственных систем» опирается на научные положения теоретической технологии.

Развитию теоретической технологии способствовала научно-исследовательская работа на протяжении многих лет в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Автор выражает благодарность доцентам Диланяну Р.З., Киселеву В.Л., Спиридонову О.В., Чадову В.Б., чей труд во многом способствовал написанию данного учебного пособия.

В части «Генезис производственных систем» раскрываются в исторической ретроспективе факторы, с помощью которых описываются общие закономерности развития производства.

В части «Идентификация производства» описывается лингвистическое обеспечение моделирование и оптимизация производственных систем на основе языка теоретической технологии.

В части «Методология моделирования оптимизации производства» описаны стандартные для производства задачи выбора и принятия технологических решений на языке теоретической технологии.

Каждая часть состоит из структурно связанных разделов, включающих определенное число подразделов.

Для лучшей усвояемости в конце каждого раздела частей 1 и 2 даются контрольные вопросы. В части 3 этой же цели служат разбираемые примеры решения стандартных задач.

Генезис производственных систем.

1.1. Предпосылки и задачи моделирования и оптимизации производственных систем.

1.1.1. Взаимосвязь генезиса производства и потребностей человека.

Роль изменения потребностей человека в генезисе производства удобно рассматривать в динамике. Рассмотрение динамики изменения типа производства показывает, что если в недалеком прошлом господствующим типом было массовое производство, то постепенно оно превращалось сначала в серийное, далее в серийное и мелкосерийное. В середине XX-го века «пионером» в динамике такого изменения стало производство электронной техники. В то время представители других видов промышленного производства с удивлением наблюдали, как стремительно (два раза в год) проходило обновление моделей электроники. Постепенно такие темпы обновления затронули такие виды производств, которые ранее считались областью распространения крупносерийного и массового производств. Например, мелкосерийное и даже единичное производство проникают в станкостроение, авиастроение и даже автомобилестроение. Может показаться, что движущей силой подобной динамики является исключительно «рыночная» борьба за интересы потребителя, растущая в связи с этим конкуренция продукции, а, следовательно, и растущее разнообразие конструктивного исполнения производимых предметов потребления. Более глубокое понимание этого явления проходит в случае научного анализа поведения общества в вопросах роста его потребностей.

Известно, что людей отличает то обстоятельство, что они могут стремиться к результатам и состояниям, достижение которых, как им хорошо известно, невозможно. Само продвижение к этим недостижимым состояниям приносит им удовлетворение. Такое продвижение называется прогрессом, а конечное состояние – идеалом. Существует убеждение, что стремление к цели приносит большие радости, чем ее достижение. Иными словами, непрерывное стремление к все более и более желаемым результатам само является целью и, следовательно, достижение конкретного результата можно считать средством для достижения этой цели. Подобные суждения свидетельствуют о том, что основной целью человека и социальных систем, в которые он входит, является успешное продвижение к все более и более желательным целям. Если это так, то человек и социальные системы вправе формулировать цели, достигнуть которых невозможно, но к которым можно непрерывно приближаться. Человек стремится к целям, позволяющим ему превращать решение любой задачи в средство для решения новой задачи. Конечная цель в такой последовательности должна быть недостижимой, чтобы этот процесс продолжался бесконечно. Этот процесс символически можно представить в виде схемы (рис.1.1).

В качестве самых общих идеалов научное сообщество выделяет:

- постижение истины (правды);
- достижение идеального этико-морального состояния (добра);
- достижения эстетического совершенства (красоты);
- достижения материального благосостояния (изобилия) и др.

В качестве достижимых целей человечество ставит то, что способствует достижению (стремлению) того или иного идеала. Так, например, рассматривают фундаментальные исследования прикладные исследования, создание научных коллективов, разработку и совершенствование систем образования, создание средств информации и др.

В отличие от идеалов эти цели вполне достижимы. Кроме того, учитывая, что стремление к идеалу бесконечно, бесконечно расширяется и множество поставленных целей.

Средствами же для достижения поставленных целей являются конечные материальные и идеальные методы и системы получения продуктов деятельности человека.

Опираясь на схему (рис.1.1.), можно сформулировать на содержательном уровне представления о том, что мы называем потребностями человека (социума) и производством предметов, удовлетворяющих эти потребности, а также о типах производства с точки зрения изменения потребностей.

Очевидно, что в общем случае потребности ассоциируются с тем, что на схеме (рис.1.1) представлено в виде целей. Например, технические требования к изделию в КД для конструктора вполне могут быть представлены как его потребности. Сконструированное им изделие, является потребностью заказчика, для которого оно, в свою очередь, является целью. Таким образом, цели и, соответственно, потребности могут находиться в иерархическом соподчинении (рис.1.2).

Цели и соответствующие подцели образуют множество разных объектов, но все они относятся к категории целей.

С деятельностной точки зрения справедливо считать, что средством (рис.1.1) достижения целей является производство в разных его проявлениях. В этой связи целесообразно рассмотреть влияние отношения «цель-средство» на тип производства, т.е. определить, есть ли связь между разнообразием или однообразием целей и средств и массовым или единичным типом производства. Задача определения подобной связи является одной из задач моделирования и оптимизации производственных систем.

1.2. Взаимосвязь генезиса производства и технологии.

Производство предметов, удовлетворяющих потребности человека, как отражение деятельностной и интеллектуальной природы человека и вытекает из развития человека в социальной среде.

По мере накопления опыта и используя интеллектуальные творческие возможности, человечество совершенствует орудия труда и системы коллективной памяти.

С этой точки зрения различают следующие этапы развития производства:

- домашнее производство, основанное на ручном труде;
- машинное производство, использующее искусственно созданные человеком энергетические машины.

Этапы развития машинного производства связывают с влиянием роли информации и условно делят на два типа:

- индустриальное производство;
- постиндустриальное производство.

Индустриальное производство отличается главенствующей ролью энергии и материалов, а постиндустриальное производство отличается главенствующей ролью информации.

На всех этапах развития производства важную роль играет информация. С точки зрения преемственности и наследственности различают онтогенез и филогенез информации.

Онтогенезом информации называют этапы развития элемента информации, включающие: получение, переработку (преобразование) и хранение элемента (единицы) информации.

Закономерности онтогенеза информации связаны с особенностями мыслительной деятельности человека и способностями воспринимать и запоминать опыт, приобретаемый в производстве, а также с развитием технических средств получения, переработки и хранения информации.

Филогенезом информации называют этапы развития системы знаний. Применительно к производству главным элементом системы знаний является наука, получившая название «технология».

Термин «технология» зародился во времена античной культуры. Однако в то время он имел, скорее, философский смысл, т.к. «практических» наук в то время еще не было.

Интерес к технологии как к науке снова появился в эпоху Возрождения, когда начали формироваться так называемые «практические» науки (механика и др.) и возникшие на их базе процессы изготовления нужных обществу механизмов и устройств (кораблестроение, навигационные приборы, мельницы и т.д.). следует однако заметить, что накопление знаний в то время проходило стихийно, имеющийся опыт практически не систематизировался. Переход на качественно новый уровень технология как наука испытала со времени образования машинного производства. Поэтому принято считать началом развития технологии как науки середину XVIII века. С этого момента ее развитие условно делят на три периода.

Первый период – накопление факторов – длился около 150 лет до конца XIXого века.

Второй период – описание и объяснение факторов – занял примерно 50 лет – первую половину XX века.

Третий период – превращение технологии в специальную науку – начался в 50-х годах текущего столетия.

На формирование и развитие технологии как науки одновременно влияют два фактора:

- взаимовлияние производства (как отражение реальных потребностей общества) и технологии (как теоритической основы производства);
- логика развития наук как одной из движущих сил общества.

С этой точки зрения заслуживает пристального внимания настоящий период развития технологии (третий период).

Развитие производства в настоящее время характеризуется, прежде всего, неуклонным повышением разнообразия продуктов по своему назначению при обеспечении растущих показателей качества и снижении производственных затрат. Это требует, в свою очередь, сведения к минимуму времени технологической подготовки производства, увеличения числа новых способов обработки, нового совершенного оборудования, инструмента и т.п.

От технологии как от науки требуется уже не объяснение тех или иных фактов и явлений, а управление производством в широком смысле, т.е. на основе общих законов (закономерностей) – и в темпе изменения самого производства. Если производство «прошлого», ориентированное, в основном, на массовой, крупносерийный или серийный характер, допускало развитие технологии «вдогонку» за изменением потребной продукции, то настоящее производство, приобретающее характер единичного, таких темпов развития технологии уже не допускает.

Развитие технологии в постиндустриальном обществе должно ориентироваться на опережающие темпы по сравнению с производством.

Это возможно только в том случае, если технология преобразуется в науку «точную», способную давать проектировщикам технологических процессов методы и алгоритмы расчетов применительно к любым наперед заданным производственным ситуациям.

1.1.3 Формализация в моделировании и оптимизации производственных систем на базе технологии как науки.

Термин «технология» отражает большое разнообразие областей целенаправленной деятельности человека. Отсюда – большой диапазон различных толкований этого термина:

- «технология» как выработанный человеком конкретный план действий из имеющегося набора приемов и способов для производства конкретной продукции;
- «технология» как совокупность технических устройств, реализующих достигнутый уровень производственных сил;
- «технология» как наука.

На первом уровне абстрагирования термин «технология» работники производства используют при общении, обсуждая различные производственные задачи, и подразумевают под «технологией» последовательности действий при производстве продукта, т.е. технологические процессы.

На втором уровне абстрагирования термин «технология» используют в качестве критерия оценки состояния и развития того или иного предприятия, отрасли, региона и даже страны в целом.

На третьем уровне абстрагирования термину «технология» оставляют его первоначальный смысл как «учению о мастерстве», зародившемся еще в античные времена.

С развитием производства вообще и машинного производства в частности, технологию все больше ассоциируют с наукой создания машин заданного качества в производственных условиях.

В связи с тем, что главенствующей отраслью экономики любого государства постепенно стало машиностроение, в рамках производственных технологий главенствующую роль стала занимать технология машиностроения.

Этот раздел технологии включал в себя многие проблемы и соответствующие им научные основы, включая теорию точности производства, теорию производительности машин, теорию надежности технологического оборудования др.

В течение времени технология машиностроения развивалась «вширь», создавая такие разделы как «технология станкостроения», «технология самолетостроения», «технология двигателестроения» и др.

Однако следует иметь в виду, что развитие любой науки идет не только «вширь», но и «вглубь».

Логика развития любой науки подсказывает, что зрелая наука становится самостоятельной лишь в том случае, когда наряду с феноменологическими разделами развиваются разделы и онтологические, устанавливающие общие закономерности предметной области.

В связи с тем, что приобретение знаний о процессах производства машин шло постепенно, т.е. по мере усложнения машин, применения новых конструкций, новых материалов, технология машиностроения развивалась как наука феноменологическая, экспериментальная.

Действительно, эксперимент в технологии машиностроения оставался и остается по существу основным инструментом извлечения знаний о процессах преобразования материалов и заготовок.

Конечно, при этом технологи опирались на мощный теоретический аппарат фундаментальных наук, в связи с чем у многих ученых-технологов сложилось твердое убеждение в существовании теоретических основ технологии, которое заключается в наличии частных теорий, помогающих решать практические задачи изготовления машин требуемого качества, в установленном программой количестве и в заданные сроки при наименьших затратах живого и овеществленного труда. (Например, рассмотрение

вопросов резания на основе математического аппарата теории упругости, теории пластичности и т.д.)

Однако, несмотря на наличие и использование мощного теоретического аппарата в технологии, последняя, по существу, на протяжении всех периодов своего развития развивается как наука феноменологическая, оставаясь по-прежнему в рамках описания отдельных, хотя порой и очень сложных фактов и явлений. То, что технология как наука постоянно «догоняет» меняющийся объект своего исследования является следствием именно феноменологического характера своего развития.

Парадоксальность ситуации заключается в том, что технология машиностроения, будучи по характеру своего исторического развития наукой феноменологической, не имеет прочного фундамента в онтологическом (теоретическом) проявлении.

Опыт показывает, что любая предметная область только тогда подкрепляется полноценной системой знаний, когда феноменологической и онтологическое начала находятся в гармонии и взаимно дополняют друг друга.

Примерами здесь могут служить не только разделы физики (теоретическая механика – гидромеханика, гидравлика), но и такие относительно новые научные дисциплины как экономика (политэкономика – конкретная экономика) и др. в развитии технологии как науки наступает период, когда для дальнейшего развития необходимо использовать не только инструмент извлечения знаний путем проведения производственного эксперимента, но и систему преобразований знаний с целью прогноза и планирования целесообразных результатов деятельности. Наиболее эффективная система преобразований для этих целей может быть создана только на базе общих закономерностей развития производства. Исходя из таких предпосылок теоретическая (онтологическая) технология создается и развивается в качестве необходимого и дополняющего раздела производственной технологии, частным проявлением которой является технология машиностроения.

Важным свойством теоретической технологии является ее существенное прикладное значение в постиндустриальную эпоху развития экономики. В связи с тем, что в постиндустриальном обществе все более важную роль начинает занимать информация, процессы формализации принимаемых решений и дальнейшей автоматизации становятся главенствующими на всех этапах жизненного цикла изделия, в том числе на этапах технологической подготовки производства и непосредственного изготовления продукции.

Развитие формализованных методов, переход от интуитивных догадок и «изобретательства» при решении задач к единообразным методам расчета, вычислений присущ всем наукам.

В частности, это можно показать на примере развития такой науки как «геометрия».

Первые геометрические понятия приобретены людьми в глубокой древности. Они возникли из потребности определять вместимость различных предметов (сосудов, амбаров и т.п.) и площади земельных участков. Древнейшие известные нам письменные памятники, содержащие правила для определения площадей и объемов, были составлены в Египте и Вавилоне около 4 тысяч лет назад. Около 2,5 тысяч лет назад греки заимствовали у египтян и вавилонян их геометрические знания. Первоначально эти знания применялись преимущественно для измерения земельных участков. Отсюда и греческие названия «геометрия», что означает «землемерие». Греческие ученые открыли множество геометрических свойств и создали стройную систему геометрических знаний. В ее основу они положили простейшие геометрические свойства, подсказанных опытом. Остальные свойства выводились из простейших с помощью рассуждений. Эта система около 300 лет до н.э. получила законченный вид в «Началах» Евклида. В то же время следует отметить, что решение каждой отдельной задачи в геометрии долгое время требовало большей или меньшей изобретательности, и часто задачи, весьма схожие друг с другом, требовали совершенно различных приемов решения, которые нелегко угадать.

Возьмем, например, задачу: найти геометрическое место таких точек M , расстояния которых MA до данной точки A равны расстояниям MB до некоторой точки B . Искомое геометрическое место есть, как известно, прямая линия (перпендикуляр через середину AB). Но способ, которым обычно решается эта задача (способ интуитивных догадок), не годится для следующей задачи: найти геометрическое место точек M , расстояние которых MA до точки A вдвое больше расстояния MB до точки B .

С целью создания единообразных формализованных приемов решения сложных геометрических задач французскими учеными Декартом (1596 – 1650) и Ферма (1601 – 1655) одновременно было предложено ввести в рассмотрение систему координат, что позволило свести решение широкого круга задач к немногим методическим приемам. Выбрав систему координат, мы можем каждую точку охарактеризовать ее координатами, а каждую линию – уравнением. Эта данная геометрическая задача сводится к алгебраической, а для решения алгебраических задач мы располагаем хорошо разработанными общими методами. В частности, с помощью введенной системы координат можно расчетным путем решить приведенную выше задачу о геометрическом месте точек M для второго случая.

Оказывается, что геометрическое место есть окружность с центром в точке C ($5/3l, 0$) и с радиусом $r = 4/3l$, где $2l = AB$. Понятно, что решить эту задачу методом интуитивных догадок практически невозможно. Наличие системы координат, в которой могут быть расположены различные геометрические объекты, превратило «классическую геометрию» в «аналитическую геометрию», отличающуюся от первой мощным формализованным аппаратом вывода утверждений расчетным путем. Тем самым аналитическая геометрия «расчистила» путь для упрощения и

ускорения выбора решений по геометрическим параметрам устройств повышенной сложности, коими изобилуют современные машины.

Современные условия и ограничения внешней среды требуют новых подходов и в решении технологических задач.

Отличительной особенностью современной экономики и, в частности, производства являются рыночные отношения между участниками производственного процесса. Главенствующую роль в условиях рыночных отношений играет быстрота реализации принятых решений.

С учетом большой доли экономической неопределенности требуются новые, нетрадиционные методы принятия решений, основанные на высоком уровне абстрагирования, формализации, общности используемых закономерностей. Раскрытие закономерностей развития производства и последующая формализация составляют сущность теоретической технологии.

Теоретическая технология выполняет свою функцию в том, что она последовательно решает следующие задачи:

- формализация всех частных задач в производстве подчиняется общим закономерностям производства;
- частные решения (теоремы) выводятся на основе единого для всех ситуаций и условия изготовления продукта языка;
- соответствующая формализация этих задач составляет сущность моделирования и оптимизации производства.

1.1.4. В чем взаимосвязь генезиса производства и технологии?

Онтологические (теоретические) науки в обобщенном виде описывают предметную область, строя тем самым фундамент для феноменологических (экспериментальных) наук, описывающих частные проявления общих закономерностей.

В первые периоды развития технология как научная дисциплина развивалась экспериментально в результате изучения производственного опыта, проведения лабораторных и опытно-промышленных исследований. Методом индукции устанавливались новые формы и конкретные зависимости процессов преобразования материала на основе известных законов физики, химии и других фундаментальных наук.

Онтологические (теоретические) науки имеют своим предметом качественную природу и законы развития объективного мира, их онтологическое (сущностное) начало. Структура теоретических наук, их общность и различия определяются единством и различиями форм движения материи – от механических до психических; их метод – разработка и проверка научных гипотез, а основной результат – новые научные знания о закономерностях развития объективного мира.

Сущностное начало производства раскрывается на разных уровнях.

Различают следующие сущности производства:

- социальное;
- экономическое;

- организационное;
- техническое.

Социальная сущность производства вытекает из общественной природы человека как деятельного лица.

Экономическая сущность производства возникла в тот период, когда люди «придумали» деньги как эквивалент результатов разнообразной деятельности.

Организационная сущность производства выявилась по мере сложения связей между людьми в производственной деятельности.

Наконец, техническая сущность производства проявилась в машинном производстве.

В процессе своего развития, особенно в условиях научно-технического прогресса, человечество создавало второй, искусственный мир- мир техники, существующий наряду и на основе естественного, первого мира. Главные отличия между ними – перестройка в форме и с помощью техники естественных связей, их иные, чем в природе комбинации, ориентированные на непосредственное удовлетворение общественных потребностей.

Развитие техники подчиняется своим имманентным законам: происходит усложнение технических систем, в них возникают элементы саморегулируемости и самоорганизуемости; ориентация технических систем на общественные потребности делает их в отличие от природных целесообразными и подчиняет их развитие требованиям оптимизации; складываются технические системы, способные создавать эффекты, далеко выходящие за пределы естественных возможностей.

Каждый из перечисленных уровней сущностного описания производства отличается своими частными закономерностями, опираясь на общие закономерности развития производства.

Общие закономерности отличаются от частных тем, что они проявляются на всех этапах развития производства.

Так как социальная, экономическая, организационная и техническая сущности производства возникли на разных этапах развития, есть сущности, проявляющиеся на всех этапах.

Этими сущностями являются:

- антропогенная сущность производства;
- кибернетическая сущность производства.

В связи с этим устанавливаются признаки теоретической технологии.

К ним относятся:

- теоретическая технология раскрывает и использует наиболее общие закономерности развития производства;
- теоретическая технология отличается высоким уровнем абстрагирования;
- теоретическая технология содержит формализованный аппарат доказательств истинности любых частных утверждений. Это подразумевает главенство дедуктивного метода исследований,

при котором переход к любым частным утверждениям идет от начального (обобщающего) утверждения в виде аксиомы.

В феноменологических технологических дисциплинах главенствующее место занимает индуктивный метод, а в теоретической технологии по определению главенствующим является дедуктивный метод.

Подобной логике подчиняется развитие любой научной дисциплины, в том числе и технологии.

Исходя из назначения онтологической (теоретической) науки и имея в виду, что объектом исследований в технологии является производство, назначением (целью) теоретической технологии является раскрытие, описание и использование общих закономерностей развития производства.

При этом связь теоретической технологии с феноменологическими разделами технологии проявляется в том что, если общие закономерности описываются в строгой математической (логической) форме, а частные (феноменологические), решения будут представляться в виде доказательных (выводимых) заключений.

Контрольные вопросы.

1. Каковы предпосылки генезиса производства?
2. В чем взаимосвязь генезиса производства и потребностей человека?
3. В чем взаимосвязь генезиса производства и технологии?
4. Чем отличается теоретическая (онтологическая) технология от феноменологической (экспериментальной) технологии?
5. Какова роль абстрагирования и формализации в производстве постиндустриального периода?

1.2. Антропогенная сущность производства.

1.2.1. Место и роль человека в производстве.

Человек и его труд занимают центральное место в производственных силах не только как их наиболее активная часть, но и как источник развития других, материально-вещественных элементов.

Совершенствование производственных сил состоит в том, что, опираясь на свои естественные силы, человек создает и улучшает средства труда, которые продолжают и постоянно умножают эти естественные силы, образуя тем самым процесс непрерывного повышения производительной силы труда.

Любой элемент, материально-вещественных производительных сил является прямым продолжением естественных сил человека. Использование энергии домашних животных и воды, пара и электричества – это постепенное возрастание энергетических возможностей человека. Транспортные средства расширяют ограниченные двигательные возможности человека. Бесчисленное множество приборов наблюдения и измерения – от простой линзы до электронного микроскопа – все шире раздвигает границы человеческого восприятия, повышает его точность и адекватность.

Создание и совершенствование бесконечного ряда средств обработки, хранения и передачи информации – от арифмометра Паскаля до современных

ЭВМ, от папируса до книги, наследование этой информации от поколения к поколению неизмеримо умножают интеллектуальное могущество человека, делают его сопричастным достижениям разных народов и эпох. Определяемая способностью человека к мышлению, эта сторона труда становится, в конечном счете решающей для развития всех производственных сил.

Связь человека и развития производства раскрывается и усиливается также по другим признакам:

- Человек является единственным неизменяющимся элементом производственных сил, для всех этапов производств (домашинного и машинного).
- Человек обладает одним уникальным свойством, которое невозможно в принципе воспроизвести в какой – либо машине.

Речь идет о двух формах мышления человека: интуитивном и формально-логическом.

Под интуицией понимают специфический язык отображения мира, т.е. усмотрение объективной связи вещей, не опирающееся на доказательство. В теории познания речь идет о том, что в составе постижении ума имеются истины, которые ум признает не на основании доказательств, а просто усмотрением мыслимого в них содержания. Взаимосвязь двух форм человека хорошо объяснена известным математиком Пуанкаре: «Посредством логики доказывают, посредством интуиции изобретают. Логика необходима, но сама по себе она не может создать чего-то действительно нового. Она пассивна в своей основе. Направление ее работы задается интуицией».

Наличие двух форм мышления, взаимосвязь их и уникальность интуиции ставят человека в положение главного, направляющего элемента производительных сил во все периоды их развития. Уникальными свойствами мышления человек обладал в древние времена, обладает сейчас и будет обладать в будущем. Наличие такого постоянного свойства позволяет по-новому взглянуть на роль человека в производстве и, главное, понять общие закономерности развития производства, которые могут быть раскрыты через закономерное изменение характера труда человека, связанного с двумя формами мышления.

1.2.2. Эргатическое преобразование трудовой деятельности.

Преимущество человека перед искусственными автоматом заключается в том, что человек с помощью присущих ему механизмов интуитивного мышления способен формировать модели своей деятельности на различных ее этапах. В соответствии с поставленной целью трансформируется структурная модель отношений между элементами проблемной ситуации, в чем и состоит творческая деятельность человека.

Разобьем все возможные действия человека на два типа:

- на основе решений, принятых формально-логическим способом;
- на основе решений, принятых интуитивным способом.

Совокупность целенаправленных действий, каждое из которых основано на решениях, принятых интуитивным способом, называется творческим трудом.

В отличие от творческого, нетворческим, т.е. рутинным трудом будет называться совокупностью целенаправленных действий, каждое из которых основано на решениях, принятых формально-логическим способом.

Реальный труд человека имеет переплетение, и весьма замысловатое, действий рутинных и творческих. Это вызывает следующий вопрос: как возникают те или иные типы трудовой деятельности, и есть ли какой-либо механизм, превращения этих типов из одного в другой?

Очевидно, что при появлении новой ситуации мы вынужденно принимаем интуитивное решение. Так как перед человеком постоянно возникают новые ситуации (или человек сознательно ставит себя в новую ситуацию), то на первом этапе решения какой-либо задачи труд по определению является творческим. Продолжительность этого периода зависит от многих факторов, но при прочих равных условиях она определяется повторяемостью исходных (схожих) ситуаций. При повторении ситуации в памяти «откладываются» удачные решения, знания, которые в какой-то степени можно описать формально-логическим способом. Наличие знаний в определенной ситуации позволяет теперь человеку использовать формально-логическое мышление, а его последующий труд в этом случае становится рутинным. Завершенный переход от творческого труда к рутинному можно записать в виде соответствующей аллитерации

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ T_i \rightarrow P_i, \end{array}$$

где: I - обозначение i-ой ситуации в трудовой деятельности человека;

T – творческий труд;

P – рутинный труд;

H – накопление знаний о действиях (в общем случае H – научные исследования).

Если бы существовал только один переход от T к P в процессе трудовой деятельности, то очень скоро человечество вынуждено было бы «поголовно» заниматься рутинным трудом. Однако на самой ранней стадии развития человечество имело способы избавиться от рутинного труда, заменяя рутинный труд человека автоматами. Естественно, что, освобождаясь от рутинного труда в i-ой ситуации, человек может заниматься творческим трудом в другой, j-ой ситуации. Тогда переход от рутинного труда к творческому можно записать в виде аллитерации

$$\begin{array}{c} \text{A} \\ P_i \rightarrow T_j, \end{array}$$

где: j - обозначение j-ой ситуации в трудовой деятельности человека;

A – автоматизация ручного труда.

Совокупность обозначенных здесь переходов называют эргатическими преобразованием трудовой деятельности человека и записывается это в виде аллитерации

$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{A} \\ T_i \rightarrow P_i \rightarrow T_j. \end{array} \quad (1.1.)$$

Наличие двух форм мышления приводит к постоянному эргатическому преобразованию трудовой деятельности, независимо от вида самой деятельности и периода развития человечества (как домашнего, так и машинного).

Контрольные вопросы.

1. Каким уникальным свойством обладает человек, которое невозможно воспроизвести в какой-либо машине?
2. На какие типы можно разбить действия человека с точки зрения способа принятия решений?
3. В чем сущность эргатического преобразования трудовой деятельности человека?

1.3. Кибернетическая сущность производства

1.3.1. Кибернетико-антропогенная сущность преобразующих систем.

Для того, чтобы получить годный для употребления продукт, нужно определенным образом преобразовать имеющиеся в природе естественные объекты, т.е. нужно иметь преобразующую систему. На ранних стадиях развития человечества единственной преобразующей системой был сам человек.

Для усиления функций своих внешних органов наши предки стали пользоваться различными предметами, а затем научились их изготавливать. Вероятно, первыми приспособлениями были подходящие по форме и размерам палки, кости крупных животных и камни. Прошли тысячелетия, и число видов приспособлений стало необозримым. Некоторые из них все же и теперь являются всего навсего усилителями функций органов человека. Экскаватор, как и лопата, усиливает функцию человеческой руки (копает). Сложный телескоп, как и электронный микроскоп, усиливают функцию зрения. Появились приспособления и другого рода: не усиливающие, а выполняющие новые функции. Например, счетчик Гейгера позволяет “ощущать” присутствие в окружающей среде радиоактивных веществ; часы позволяют “ощущать” течение времени. Преобразуя природу, человек пользуется теми органами, которыми он непосредственно взаимодействует с внешней средой. Их можно объединить в две группы:

- органы чувств, иначе называемые рецепторами (глаза, уши, слизистые оболочки рта и носа, кожа);

- активные органы, или эффекторы, которыми человек воздействует на внешнюю среду (руки, ноги, голосовые связки, зубы и т.д.).

Существуют также органы, выполняющие функцию запоминания и преобразования информации (мозг, центральная нервная система).

Человек как преобразующая система практически не меняется на протяжении всего периода существования. Однако для усиления действия он постоянно “придумывает” все новые и новые приспособления, выполняющие функции рецепторов, эффекторов, запоминающих устройств и преобразователя информации.

Рассмотрим структуру преобразующей системы.

Любая преобразующая система, первым прототипом которой стал человек, структурно представляет собой то, что в кибернетике называется системой управления (рис. 1.3)

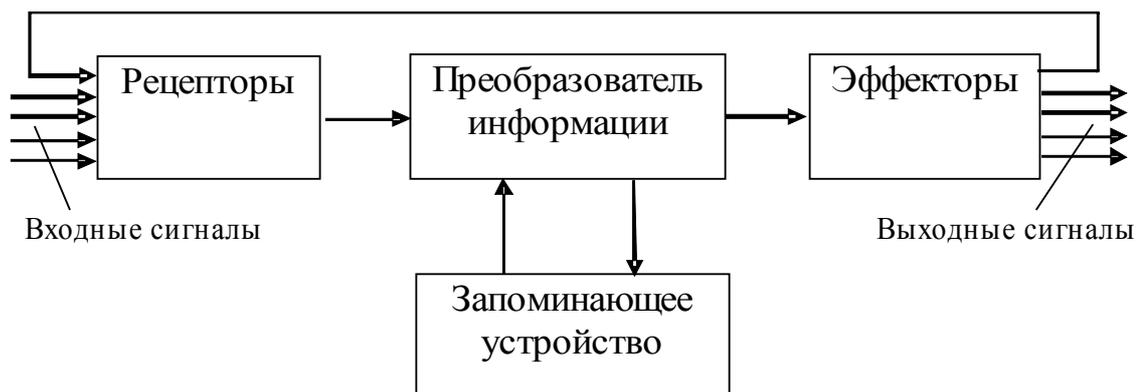


Рис. 1.3. Структурная схема системы управления

Кибернетический подход к системам управления оказался плодотворным в том смысле, что состав элементов преобразующей системы отражает те внутренние и внешние органы, которые на протяжении всего периода существования человека выполняли функции в преобразовании внешней среды. Часть выходных сигналов является одновременно и входными сигналами, позволяющими по принципу обратной связи регулировать действия по преобразованию.

Кибернетический подход позволяет рассматривать любую систему на информационном уровне, независимо от вида применяемой энергии преобразования и преобразуемого вещества.

Одним из методических приемов в кибернетике является метафорический подход. По определению, данному еще Аристотелем, метафора “есть перенесение имени или с рода на вид, или с вида на род, или с вида на вид, или по аналогии”.

Две основные метафоры интересуют здесь нас: “человек - это животное” и “человек - это машина”. С точки зрения первой метафоры человек рассматривается в неразрывной связи с миром животных, а его строение и поведение можно объяснить на основе данных, накопленных биологией, нейрофизиологией и т.д. Другая метафора основана на использовании внешнего сходства в поведении человека и различных технических устройств, чаще всего - это сходство по результатам деятельности, а в качестве технического, машинного эталона для сравнения

используется не только ЭВМ, но и другие типы машин (автоматы, роботы и т.п.).

Выходные сигналы системы управления - преобразующей системы (ПрС) являются по сути своей действиями по преобразованию внешней среды. Поэтому главным свойством ПрС становится продуцирование действий (Д) преобразования. Функция продуцирования действий (F) присуща любой преобразующей системе и человеку, в частности, если он выполняет деятельностную роль. В связи с этим уместно говорить о кибернетико-деятельностном подходе к анализу ПрС.

Так как ПрС обладает отличительным свойством F, то можно говорить о наличии специфического индивида A_1 из множества физических индивидов $\{A\}$, существующих в естественном и искусственном мире.

Структурно A_1 состоит из частей, выполняющих разные функции из числа возможных технологических функций (получение, хранение, преобразование, движение).

Так, рецептор (Р) получает информацию о состоянии внешней среды и целесообразности ее изменения, преобразователь информации (ПИ) преобразует полученную информацию в управляемые сигналы, запоминающее устройство (ЗУ) хранит информацию об “удачных” воздействиях на внешнюю среду, а эффектор (Э) осуществляет “движение” внешней среды в различных формах.

Если обозначить $P \equiv A_{11}$, ПИ $\equiv A_{12}$, ЗУ $\equiv A_{13}$, Э $\equiv A_{14}$, то структурно A_1 можно представить в виде схемы (рис. 1.4).

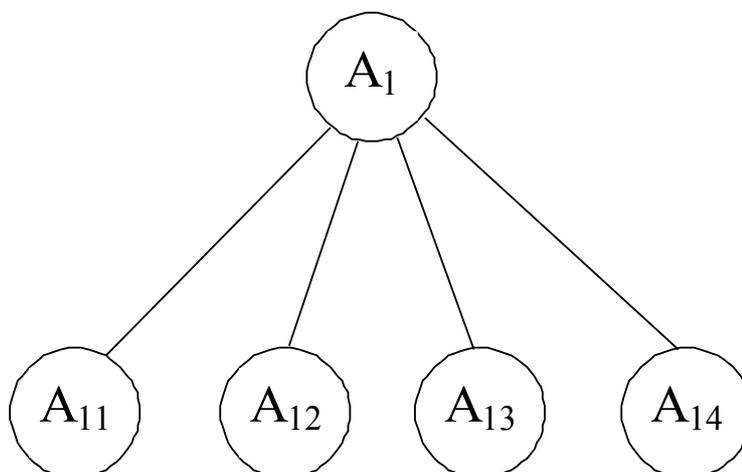


Рис. 1.4. Структурные части преобразующей системы

В свою очередь A_{11} , A_{12} , A_{13} , A_{14} , являясь частями (элементами) A_1 , сами представляют собой ПрС.

Рассмотрим, для примера, структуру глаза человека, как рецептора.

Известно [18], что глаз как Р человека, кошки, лягушки и другого любого позвоночного животного может быть представлен в виде структуры (рис. 1.5), где Р - хрусталик, получающий пучок света и направляющий его к

задней стенке; ПИ - палочки и колбочки сетчатки, преобразующих пучок света в потенциал; Э - ганглиозные клетки, движущие потенциал в нейроны зрительного нерва, идущего в мозг

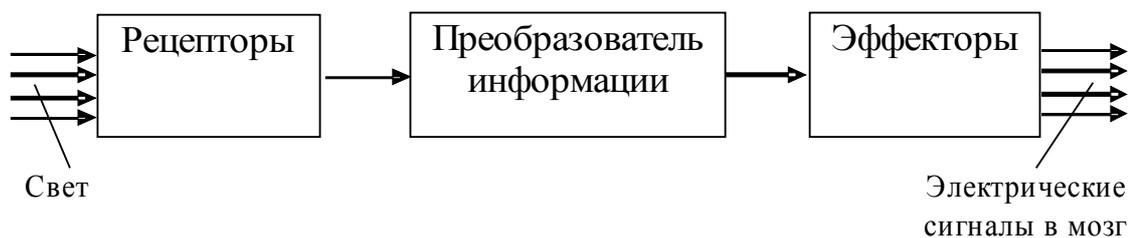


Рис. 1.5. Структура глаза человека как системы

Таким образом, глаз как преобразующая система преобразует энергию света в электрические “сигналы”, идущие в мозг для “использования” их механизмами ориентации (например, поворота головы и туловища). Тогда A_{11} может быть представлен как структура (рис. 1.6), где: A_{111} - хрусталик глаза (рецептор глаза); A_{112} , A_{113} - палочки и колбочки сетчатки; A_{114} - ганглиозные клетки (эффектор глаза).

Можно рассмотреть также в качестве примера устройство руки человека как Э.

В той же работе [18] приводится описание руки человека как Э,

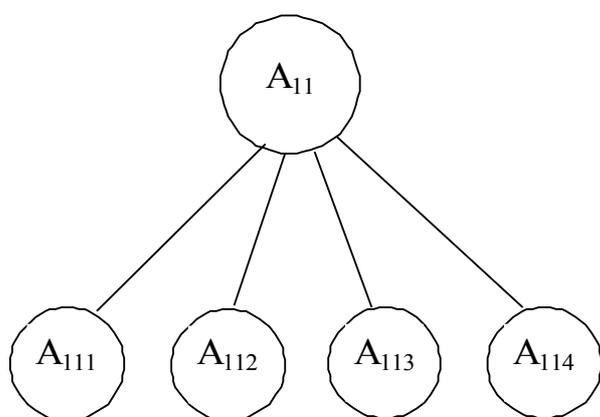


Рис. 1.5. Структура глаза

преобразующая электрические сигналы задних корешков в электрические сигналы для передних корешков; Э - волокна мышц с нейронами, возбуждающими сокращения (растяжения) мышц под действием химической реакции в теле волокон.

Такая структура говорит о том, что по аналогии с глазами, ушами и другими рецепторами человека, эффекторы человека структурно могут быть представлены в виде схемы (рис. 1.7).

Не вдаваясь дальше в подробности анатомии человека, отметим, что структуры ПИ и ЗУ человека также могут быть представлены аналогично. Отметим лишь то, что каждая из перечисленных структурных составляющих

которая функционирует на основе так называемой пары мышц-антагонистов (мышц сгибания и мышц разгибания). Оказывается, что в основе функционирования руки как Э лежит точно такая же схема, как представлена на рис. 1.6, где: Р - задние корешки спинного мозга человека, воспринимающие (получающие) информацию в виде электрических сигналов; ПИ, ЗУ - нервная сеть спинного мозга,

также представляется в виде ПрС. Тогда структура человека как ПрС представляется в виде ветвящегося дерева (рис. 1.8)

Здесь показана принципиальная схема ПрС, но из практических соображений мы можем прервать процесс “ветвления” на любом уровне, в зависимости от целей

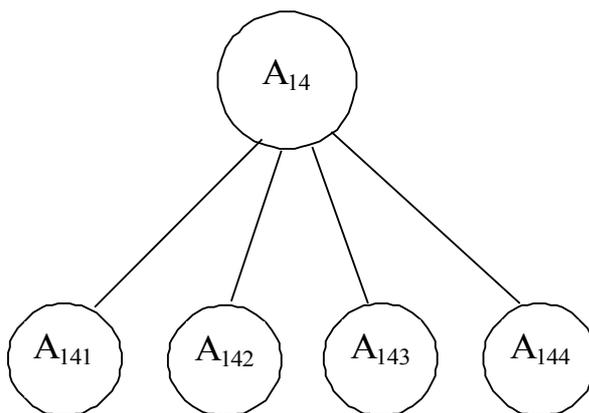


Рис. 1.6. Структура эффиктора человека

представления ПрС в структурном виде.

Используя метафору “человек - это машина”, мы можем теперь в виде подобной схемы (рис. 1.8) представить структурно любую машину, где роль структурных элементов A_1 , A_{1i} , A_{1ij} и т.д. выполняют искусственно созданные устройства, механизмы и т.д.

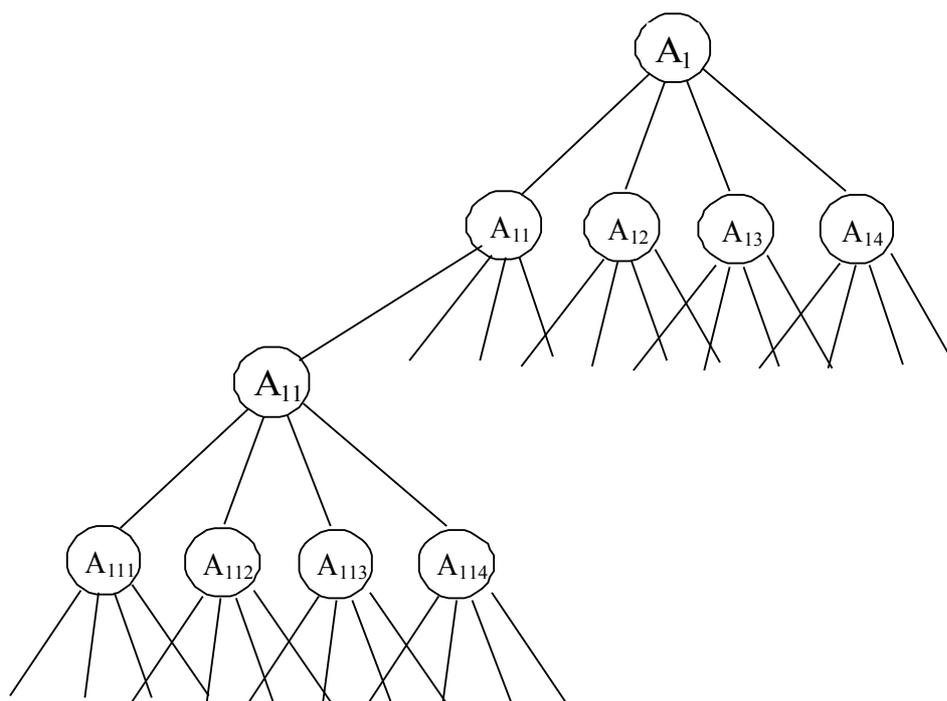


Рис. 1.8. Структура человека как системы
1.3.2. Зоны действий преобразующей системы.

Естественная (человек) или искусственно созданная ПрС всегда взаимодействует с внешней средой с целью ее преобразования. Однако методически правильнее рассматривать только те участки внешней среды, которая действительно изменяется под воздействием ПрС, и которая может “сигнализировать” о своем изменении. Такую внешнюю среду будем называть ближней внешней средой (БВС). Например, для станка БВС

является заготовка, для охотника - дичь, для врача - пациент, для рецептора - любая информация и т.д.

Взаимодействие ПрС с БВС осуществляется с помощью Р и Э. Получение информации об изменении БВС осуществляется с помощью Р, а само изменение БВС - с помощью Э. Если функционирование ПрС целенаправленно, то в результате преобразования БВС должен получиться продукт (П). В дальнейшем мы будем рассматривать только целенаправленные ПрС. Изменение БВС и получение об этом информации всегда связано с определенным расходом энергии. Поэтому рассматривая схемы функционирования ПрС на информационном уровне (рис. 1.9), где стрелками обозначены направления потоков информации, следует иметь в виду (хотя это специально и не обозначается), что ко всем структурным элементам ПрС и ПрС в целом идут потоки энергии разной интенсивности (как правило, поток энергии к Э выше, чем к Р, ПИ и т.п.). Это же относится и к входным (х) и выходным (у) сигналам ПрС (рис. 1.9). Входные сигналы (х) несут информацию о действиях (D) по преобразованию БВС.

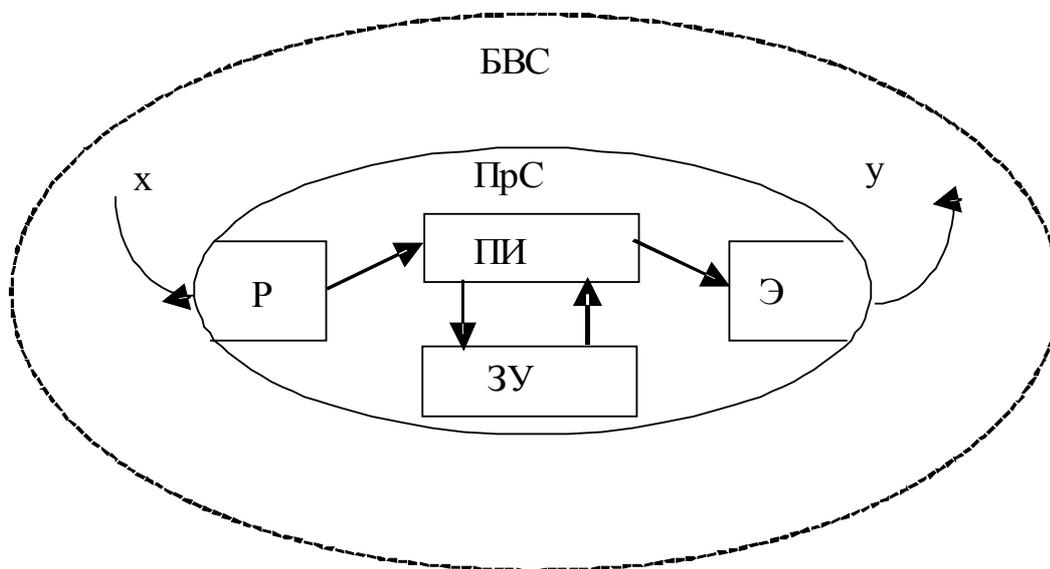


Рис. 1.9. Схема функционирования ПрС на информационном уровне

Физически же (материально) сигналы х всегда связаны с энергетическими затратами по получению информации об изменении БВС, а сигналы у связаны с энергетическими затратами преобразования, которые заранее “подведены” к Э (или аккумулированы в нем). В материальном мире в качестве БВС могут выступать любые индивиды A_2 , которые соответствуют определению БВС.

Исходя из этого определения, в качестве БВС может выступать и ПрС нижерасположенного уровня (ПрС управляемая вышерасположенной ПрС). Так, например, в качестве БВС может выступать и человек, если он находится в подчинении у другого человека. Таким способом устроены организационные структуры управления предприятием или любым другим коллективом.

Структурно такие индивиды, относящиеся к БВС, могут быть представлены в виде схемы (рис. 1.9), где: A_{21}, A_{2i}, A_{2n} - структурные элементы 1-ого уровня; A_{211}, A_{2ik} и т.д. - структурные элементы 2-ого уровня и т.д.

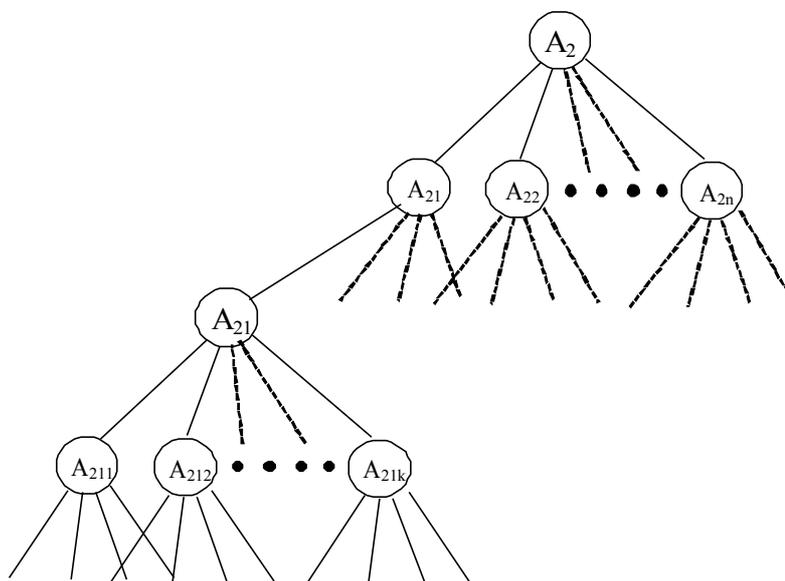


Рис. 1.10. Структура индивида A_2 (БВС)

Известно несколько подходов к структурированию обрабатываемой среды.

Например, в работе [10] рассматривается структура детали в виде (рис. 1.11), где: D - деталь; C_i - i -ая сторона детали; ЭОП_{ij} - j -ая элементарная обрабатываемая поверхность i -ой стороны; x, y - координаты ЭОП; V_{ij} - объем снимаемого материала.

Может быть рассмотрен другой подход к структурированию деталей (рис.1.12.), где: D - деталь; C_i - i -ая сторона детали; K_{im} - m -ый комплект на i -ой стороне; G_{ilk} - k -ая группа на ilk -ом комплексе; ЭП_{ilk} элементарная поверхность на ilk -ой группе.

Указанные подходы могут быть использованы как частные фрагменты в общей схеме структурирования БВС, которая может быть представлена в следующем виде (рис. 1.12), где: A_2 - БВС; A_{21} - геометрические элементы БВС; A_{22} -

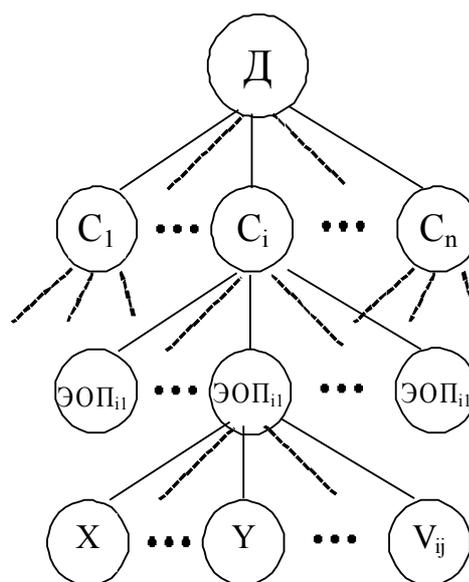


Рис. 1.11. Структура ЭОП детали

К числу A_{21} (т. е. A_{211}, A_{212}, \dots) могут быть отнесены точки, линии, поверхности.

К числу A_{22} (т. е. A_{221}, A_{222}, \dots) могут быть отнесены - вид вещества, его плотность, твердость и т.д.

В любом случае в качестве структурного элемента A_2 может быть принят элемент вида $A_{ijk\dots}$, который подвергается воздействию и результат этого воздействия может быть измерен.

Например, если A_{211} - точка, то такой геометрический элемент может

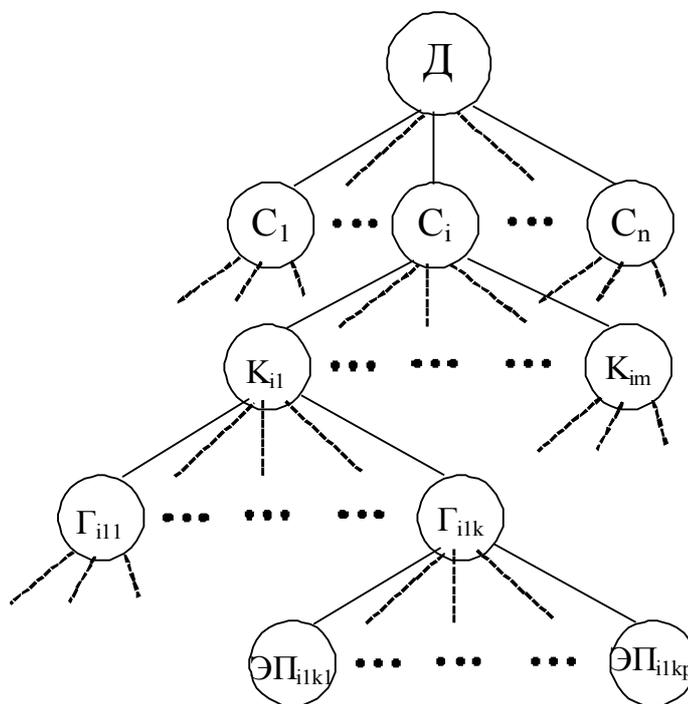


Рис. 1.12 Структура комплектов в детали

быть признан структурным элементом БВС при выполнении двух условий:

- точка перемещается в пространстве при определенном воздействии;
- положение точки в пространстве в результате перемены может быть измерено в соответствующих координатах.

Подобные утверждения должны быть положены в основу, если в качестве структурных элементов БВС принимается линия, поверхность или их комбинация; состояние вещества.

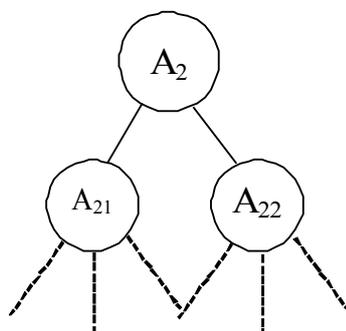


Рис. 1.13. Общая схема БВС

1.3.3. Структура производственной системы

Введем некоторые определения.

Производственной системой (ПдС) назовем систему, состоящую из преобразующей системы (ПдС), среды (БВС) и продукта (П).

Продукт (П) – событие в БВС и является целью ее преобразований (событие - изменение хотя бы одного структурного свойства индивида). Продуктом может быть машина, сборочный узел, деталь и даже заготовка (литье, прокат, штамповка).

Структурная схема ПдС (рис.1.14) Аналогична схеме на (рис. 1.9.), но имеет одну отличительную особенность: рецепторы ПдС получают информацию «И», включающую ТВ себя заданные свойства П.

В производстве И - это, чаще всего, требования, заложенные в чертежах на деталь, сборочную единицу, машину и т.д. В других сферах инженерного труда как «И», так и вид ПС может быть различным.

Так, например, одним из примеров ПС может служить КБ, продуктом деятельности которого является конструкторская документация (КД). Здесь в качестве «И» могут выступать различные эксплуатационные характеристики проектируемого изделия.

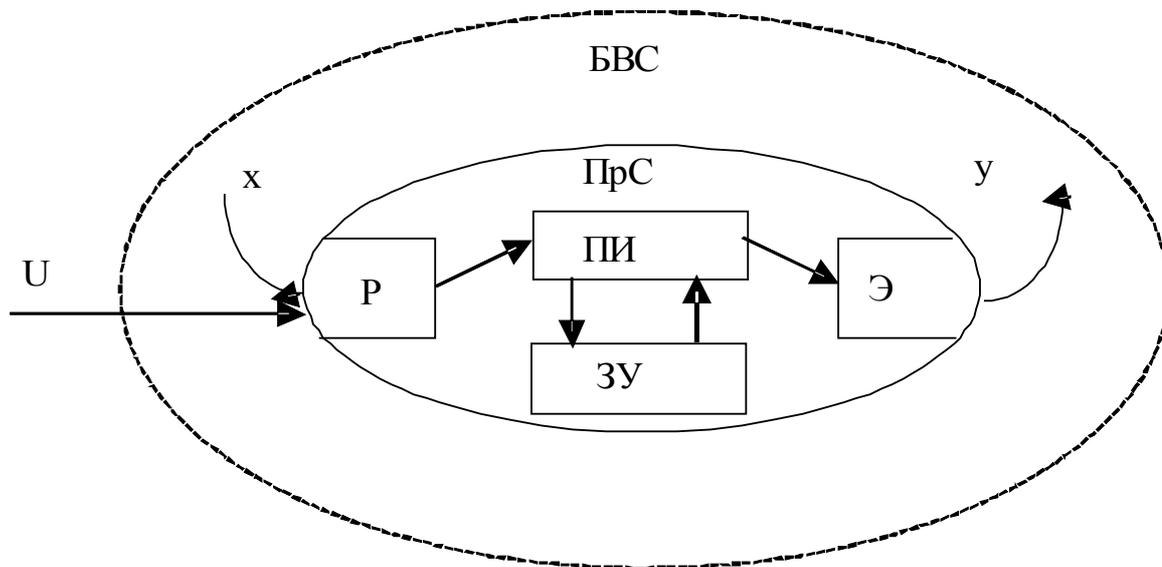


Рис. 1.14. Структурная схема ПС

Другим примером ПС может служить коллектив технологов или даже отдельный технолог, продуктом деятельности которого является технологическая документация. В производстве примером ПС может служить человек на рабочем месте (за станком), продуктом деятельности которого является деталь с определенными заданными требованиями. Мы увидим в дальнейшем, что в качестве ПС может выступать станок-автомат, в котором функции человека выполняют искусственно созданные Р, ПИ, ЗУ и Э.

В общем случае разнообразие ПдС может быть представлено в виде схемы взаимодействия двух ПдС, расположенных в эшелонах соподчинения (рис.1.15.)

Рис. (1.15) эшелоны соподчинения ПдС.

В верхнем эшелоне располагается «идеальная» (интеллектуальная) И-ПдС, подчиняющая себе М- ПдС, расположенную в материализованном эшелоне.

Общие требования заказчика ТрЗ поступают в виде входных сигналов как в И- ПдС, так и в М- ПдС.

На верхнем уровне И- ПдС руководствуется ТрЗ для принятия решений по преобразованию И-БВС с целью выработки сигналов Хп, являющихся входными для системы М- ПдС. Продуктом деятельности И-ПдС является «идеальный» (интеллектуальный) продукт «И-П», а продуктом деятельности М- ПдС является материальный продукт «М-П».

1.3.4. Развитие продукционной системы

Смешанный характер реального труда человека (творческий и рутинный) не исчерпывает взаимоотношений этих двух форм. Мы знаем теперь, что существует также закономерное превращение одной формы в другую.

При этом функционирование самой ПС возможно по двум схемам:

- первая (назовем ее “завершенной”) в последовательности

$P \rightarrow \text{ПИ} \rightarrow \text{ЗУ} \rightarrow \text{Э};$

- вторая в последовательности

$P \rightarrow \text{ПИ} \rightarrow \text{Э}.$

В первой схеме решение принимается в соответствии с логическим алгоритмом, содержащимся в ЗУ. Во втором случае (интуитивное решение) отсутствует обращение к ЗУ и труд носит творческий характер.

Анализ возможных схем развития ПС показывает, что траектория развития в конкретной ПС однонаправлена: развитие ПС идет от схемы 2 к схеме 1. Действительно, при появлении новой ситуации ПС вынуждена принимать решение интуитивно, т.к. в ЗУ готового, логически обоснованного решения, нет. По мере повторения такой ситуации в памяти ее фиксируются “правильные” решения, которые в дальнейшем служат основанием для принятия формально-логического решения. Таким образом развитие ПС идет за счет совершенствования их ЗУ путем количественного и качественного роста содержащихся в них знаний.

Но это только одна сторона структурного изменения ПС. Другая сторона связана с заменой естественных элементов ПС искусственными.

Характер такой замены также связан с эргатическим преобразованием трудовой деятельности. Действительно, при использовании схемы 2 непременным условием ее работоспособности является то, что ПИ обязательно должно принадлежать человеку (решение принимается интуитивно, т.е. только самим человеком). В этом случае возможно (и даже необходимо) усиления функций Р и Э за счет внедрения искусственных “усилителей”. Использование искусственно созданных средств измерения усиливают Р человека. Использование искусственно созданных Э усиливают возможности человека по преобразованию БВС.

Контрольные вопросы.

1. Какова структура любой преобразующей системы?
2. В чем сходство между естественными и искусственными элементами преобразующей системы?
3. Как кибернетический подход позволяет сравнивать любые преобразующие системы на информационном уровне?
4. Как преобразующая система преобразует ближнюю внешнюю среду?
5. Что называется продукционной системой?
6. Что является продуктом в деятельности человека?
7. По какой схеме идет развитие продукционной системы?

1.4. Закономерности развития производства

1.4.1. Виды закономерностей развития производства.

Существуют частные и общие закономерности развития производства. Частные закономерности могут быть отнесены или к отдельным периодам развития производства, или к отдельным этапам производства. В первом случае в качестве примера можно указать на закон стоимости.

В результате разложения рабовладельческой, а потом и феодальной системы складывался ранний капитализм, одним из признаков которого стало впервые в истории человечества равенство отдельных видов труда. Таким уравнением стал закон стоимости.

Закон стоимости и экономии труда оказал огромное влияние на все стороны жизни общества, но он не обладает статусом общего закона, по которому развиваются производительные силы общества. Почему это не так, становится ясным после рассмотрения закономерностей домашнего и машинного производства.

Например, традиционная экономическая теория базируется на роли машин, которую они сыграли в развитии производственных сил. Известно, что развитие капитализма на основе крупного производства привело к формированию закона относительной прибавочной стоимости, т.е. увеличения массы прибавочной стоимости в результате повышения производительности труда и роста масштабов производства. В этих условиях экономия общественного труда стала все больше зависеть от прогресса в создании и производстве самих машин, от экономии труда в сфере производства средств производства, и прежде всего самих орудий труда.

Известно, что закон стоимости не действовал в условиях рабовладельческого и феодального строя.

Например, анализируя эпоху античного рабовладения, можно признать, что производство столетиями оставалось на одном техническом уровне лишь потому, что стоимость не могла быть целью производства, поскольку основой труда было внеэкономическое принуждение. В то же время известен такой парадокс: во время наивысшего расцвета античной науки – в александрийский период, когда были заложены научные основы античной астрономии, получившей свое завершение в учении Птолемея, математики (Евклид), механики (Архимед), пневматики (Геро создал около 100л. До н.э. прообраз паровой машины), сложились научные предпосылки, вполне достаточные, по словам Дж. Бернала, чтобы создать основные механизмы, которые в XVIIIв. Привели к промышленной революции, - ткацкие станки и паровую машину.

В эпоху феодальной системы в больших масштабах стали внедряться такие технические достижения как железные плуги, водяные мельницы, ручные ткацкие станки. Средневековые города сделались центрами ремесла, технического изобретательства, особенно в области кораблестроения и навигационных приборов.

Первыми практиками-механиками были мельничные мастера, из среды которых вышли создатели первых машин ремесленник И. Гуттенберг вместе со своим образованным учеником П. Шеффером создал в середине XVв. печатный станок. Оптическое стекло (линза), пришедшая с Востока, превратилось в голландских мастерских XVIв. в телескоп и микроскоп. Португальские моряки и рыбаки создали каравеллы, которые достигли Нового Света, а итальянский купец Фибоначчи впервые использовал арабские цифры для торговой бухгалтерии.

Труды Р. Декарта и Ф. Бэкона, Г. Галилея и И.Ньютона и других выдающихся ученых зародили новую, практическую науку, предметом изучения которой стало получение практически полезных знаний и техники.

Итак, развитие производства происходило во все времена и задолго до формирования закона стоимости и соответствующего ему закона экономии труда.

Другими частными закономерностями развития производства могут быть рассмотрены закономерностями влияния отдельных факторов антропогенного и кибернетического характера на эффективность производства.

Эффективность обычно измеряют количеством затрат, необходимых при получении определенного продукта, полученного при определенных затратах.

Исходя из анализа аллитерации (1), частными факторами эффективности производства являются:

Т – творчество;

Н – наука;

А – автоматизация.

Рассмотрим в отдельности влияние этих факторов на эффективность производства.

Творчество – деятельность, порождающее нечто качественно новое, никогда ранее не бывшее. Деятельность может выступать как творчество в любой сфере: научной, производственно-технической, художественной, и т.д. – там, где создается, открывается, изобретается нечто новое.

Наиболее характерным и ярким проявлением творчества в промышленности является изобретательская деятельность.

Изобретательство можно рассматривать как давно наблюдаемый общественный феномен и творческий характер трудовой деятельности человека потребовался для изменения мира, так как в отличие от животного человек многие свои потребности осознает как цель, которую он ставит перед собой и сознательно преследует: осознанная потребность становится интересом и внутренним побудителем активности человека.

В терминах рассматриваемого нами рутинно-творческого подхода к анализу ПС это означает, что творческий труд в трудовой деятельности возникает тогда, когда новым является или составление БВС, или требования к изменению поведения системы в целом.

Изобретенными считают новшества, представляющие собой устройства, вещества и способы, являющиеся средствами удовлетворения производственных и личных потребностей. Специфика изобретательской деятельности состоит в том, что составные части нового предмета, которые должны быть отражены в его понятии, заранее никому не известны, отсутствуют в материальном мире и потому требуется именно творчество, чтобы его получить.

Для поддержания творческой, изобретательской деятельности на соответствующем уровне требуется вовлечение в этот процесс большого числа специалистов. Известно, что совокупность изобретений в любой предметной области напоминает пирамиду, в вершине которой располагается открытие или пионерское изобретение, покрывающее определенную область интересов человеческой деятельности. Внизу располагаются обычные изобретения, эффективность которых хотя и уменьшается по мере углубления специализации, но без них процесс внедрения открытий и пионерских изобретений станет неэффективным. Схема реализации открытия (пионерского изобретения) подобна известной схеме цепной реакции с некоторыми особенностями в структуре и связях элементов, в качестве которых можно рассматривать обычные изобретения.

Творчество в производстве и, в частности, изобретательская через изобретаемые способы обработки и устройства (технологическое оборудование) приводит к повышению производительности труда, улучшению качества выпускаемой продукции.

Частной закономерностью развития производства является закономерность, связывающая величину творческого потенциала (количество участвующих в творчестве людей) и показатели эффективности производства.

Следующим фактором эффективности автоматизации является автоматизация физического и умственного труда.

Автоматизация в производстве напрямую связывается или с ростом производительности конкретного труда, или с высвобождением людей. Связь фактора автоматизации и производительности наиболее характерна для массового производства (легкая, пищевая промышленность, автомобилестроение и др.). Большая по своим масштабам «повторяемость БВС», чрезвычайно быстрое насыщение ЗУ приводит к тому, что автоматизировать производственный процесс оказывается не только относительно легко, но и выгодно экономически, т.к. сменяемость ПС практически полностью отсутствует, и автоматические устройства (линии) действуют до полного физического или морального изнашивания.

Ситуация изменяется, когда господствующей становится тенденция расширения многообразия производимой продукции, быстрой ее сменяемости. В этой ситуации на первое место выходит такой фактор, как замещения людей автоматами внутри данной рассматриваемой ПС.

Наука и организованное быстрое накопление использование знаний в производстве является самостоятельным фактором повышения эффективности.

Для функционирования ПдС нужны, в первую очередь, знания об успешных воздействиях на БВС в зависимости от начального ее состояния и исходных по качеству продукта. Итак, знания, полученные при анализе действий способствуют замене интуитивных решений на формально-логические. При этом повышается надежность применяемых решений. Применение правил выбора решений с помощью методов математической статистике более выгодно, чем применение интуитивных решений, если повышается вероятность удачных решений.

Систематизация классификации знаний в производстве повышает качество принимаемых решений, ускоряет не только ход технологического процесса, но и переход к новым явлениям, связям, зависимостям. Примером здесь могут служить зависимости, изучаемые при методах обработки, например, износ резца, и использование их при проектировании технологических процессов.

Объем знаний тесно связан с показателями производства и зависимости, отражающие также связи, являются частными закономерностями развития производства.

Каждая частная закономерность, в том числе и любая из перечисленных здесь, является частной потому, что рассматривается в рамках или технической, или организационной, или экономической, или социальной сущности производства.

Перечисленные сущности связаны с весьма длительными, но очерченными во времени периодами развития производства.

Общая закономерность развития производства, действующая во все периоды его развития, раскрывается через взаимосвязь антропогенной и кибернетической сущности.

Структурно эта взаимосвязь раскрывается через анализ аллитерации (1), т.е. через механизм энергетического преобразования трудовой деятельности.

1.4.2. Общая закономерность развития производства.

Таким образом развитие производства и в конкретных проявлениях его ускорение или замедление зависит от внутренних свойств ПС, от скорости энергетического преобразования трудовой деятельности.

Скорость эргатического преобразования трудовой деятельности зависит от скорости переходных процессов, представленных в аллитерации (1). Пониманию этого способствуют закономерности, выявленные в познавательной деятельности человека.

Выявленные еще с опытов немецкого психолога Г. Эббингауза закономерности накопления в ходе обучения навыков, знаний основаны на том положении, что начав изучать новое для себя дело, человек поначалу быстро осваивает его азы. В первый период мастерство растет огромными темпами. Но вот азы пройдены; дальнейший рост мастерства осуществляется за счет тонких сложных элементов. Тут человек достигает некоторого “потолка”, границы совершенствования своего мастерства. На графике это выглядит как приближение к некоторой асимптоте (рис. 1.16)

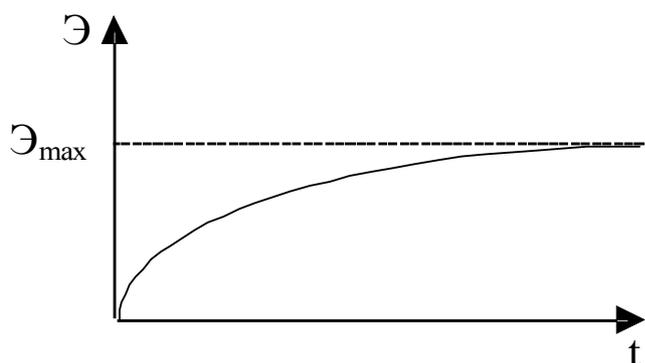


Рис. 1.16. Рост “мастерства” человека

Уверовав в непогрешимость выявленной закономерности, многие ученые стали описывать с помощью такой же кривой прогресс не только конкретного человека, но даже и НТП в целом. Современное человечество сравнивают обычно с очень квалифицированным мастером, полагая, что уровень его знаний описывается тем участком кривой обучения, который совсем близок к горизонтали.

Однако в работе [25] показано: “...экспоненциальная теория обучения и познавательного прогресса является лишь частным случаем; она пригодна лишь для анализа этапов эволюции, т.е. постепенного освоения некоторого метода, стратегии решения научных, технических или практических задач... Прогресс не замирает, а просто исчерпываются его возможности внутри данной стратегии. Следовательно, нужна новая, более совершенная и перспективная стратегия”.

Примечательно, что повторив, по существу, опыты Г. Эббингауза, но с более короткими интервалами, автору [25] удалось обнаружить “горбы” в кривых обучения, что в конечном итоге привело его к созданию трансформационной теории динамики познавательного процесса (рис. 1.16).

Анализ показал, что выводы новой теории касаются не только динамики эффективности при обучении, но и отражают формальную динамику прогресса в науке, технике и производстве: “Формальная динамика - это условное обозначение процесса изменения во времени каких-либо количественных показателей результатов, например, производительности труда, времени решения задачи, вероятности правильного ответа за отведенное время и т. д.”.

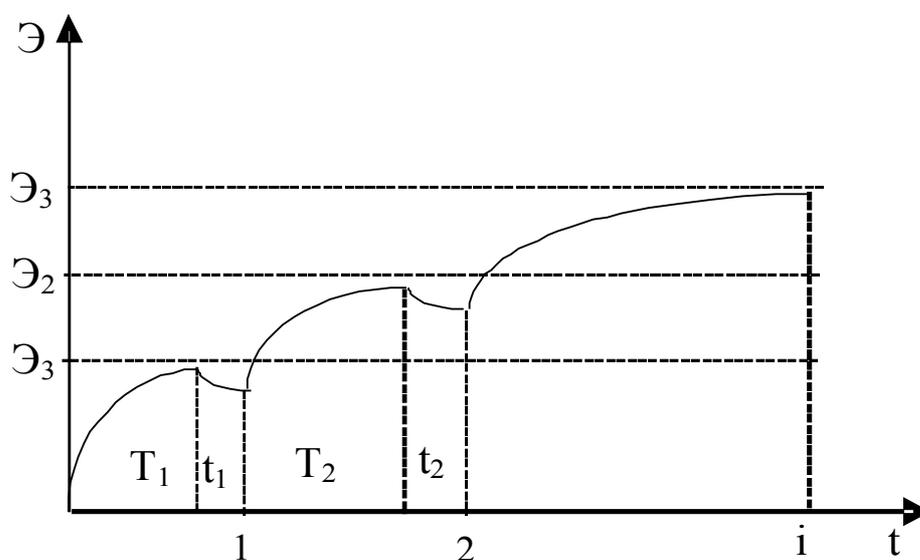


Рис. 1.17. Скачкообразный характер кривой обучения

Основная идея рассматриваемой теории заключается в том, что переход на качественно новый уровень развития (\mathcal{E}_1 , \mathcal{E}_2 , \mathcal{E}_3 , и т.д.), отход от “затухающей” кривой НТП возможен только за счет появления новых стратегий, принципов и т.д. Это возможно, в свою очередь, осуществить с помощью таких результатов творческой деятельности, как открытий, изобретений, других форм проявления творческой активности.

Можно сделать ряд важных выводов:

- уровень развития производства на определенном периоде характеризуется некоторой асимптотой, которую не удастся “преодолеть” в рамках определенной стратегии, метода, технологии и т.д.
- существуют другие стратегии с “поднятыми” асимптотами, число которых, в принципе, безгранично;
- переход на новую стратегию (к новой асимптоте) возможен при реализации какого-либо акта творческой деятельности человека (новое открытие, изобретение и т.д.);
- формальную динамику НТП необходимо связать с каким-либо показателем творческой деятельности человека, чтобы реально управлять

этим процессом в больших масштабах и в малых масштабах, т.е. на уровне принятия любых конкретных решений в производстве.



Исходя из анализа ломаной кривой формальной динамики (рис. 1.17), можно предположить, что человечество в развитии своих производительных сил стремится всеми способами постоянно поднимать потолок, который в рамках имеющейся стратегии казался недостижимым и, который становится пройденным при переходе к новой стратегии.

Учитывая, что переходу на новые стратегии способствует появление новых открытий, изобретений новых устройств и способов, и

Рис. 1.18. Схема достижения подъема асимптоты

и желая придать этому процессу управляемый характер, необходимо выявить те параметры и показатели трудовой деятельности, на которые можно целенаправленно влиять. На основании уже пройденного и известного, мы можем рассмотреть схему достижения главной цели - неуклонного подъема “потолка” (асимптоты) НТП (рис. 1.18).

Анализ кривой (рис. 1.18) показывает, что экспоненциальные участки развития (с временем T_i) чередуются с переломными периодами (с временем t_i). Точки 1, 2,... i (рис. 17) характеризуют время (моменты) перехода к новым стратегиям (новым методам, новым технологиям и т.д.).

Экспоненциальный характер кривых “обучения” проявляется устойчиво во всех видах деятельности и трудно поддается управлению.

Что же поддается управлению? Какие факторы носят управляющий характер в схеме, показанной на рис. 1.18.

Очевидно, что в основе существенного подъема в развитии производительных сил лежит ускорение процесса эргатического превращения трудовой деятельности (рис. 1.19). Поэтому в качестве основного фактора управления следует рассмотреть время процесса эргатического превращения трудовой деятельности. Если мы сможем управлять этой величиной, то мы сможем реально управлять развитием производительных сил в большом и малом. Это можно наглядно представить следующим образом (рис. 1.20)

На рис. 1.20, а показан характер “медленного” развития производства, а на рис. 1.20, б – “быстрого” развития.

За время t_1 в ходе “медленного” развития производительные силы приближаются к первому “потолку”, в то время как при “быстром” развитии за счет новшеств производство шагнуло за это время не только за первый и второй потолки, но и приближается к третьему.

В первом случае за время t_2 производство только едва перешагнуло первый рубеж, в то время как во втором случае производство стремится уже к четвертому “потолку”.

“Быстрое” перешагивание в развитии производительных сил, как мы видим на схеме (рис. 1.20), возможно за счет ускорения процесса эргатического превращения трудовой деятельности, что влечет за собой увеличение творческого потенциала, что, в свою очередь, приводит к увеличению числа новых открытий, изобретений и т.д.

Время полного цикла эргатического превращения трудовой деятельности, исходя из аллитерации (1)

структурно выглядит следующим образом:

$$t_{\text{ЭП}} = t_{\text{T} \rightarrow \text{P}} + t_{\text{P}} + t_{\text{P} \rightarrow \text{T}},$$

где: $t_{\text{ЭП}}$ - время полного цикла эргатического превращения трудовой деятельности;

$t_{\text{T} \rightarrow \text{P}}$ - время превращения творческого труда на i -ом уровне в рутинный;

$t_{\text{P} \rightarrow \text{T}}$ - время замещения рутинного труда на i -ом уровне автоматами и высвобождения для творчества на новом уровне (на j -ом);

t_{P} - время рутинной работы на i -ом уровне.



Рис. 1.19. Факторы управления НТП

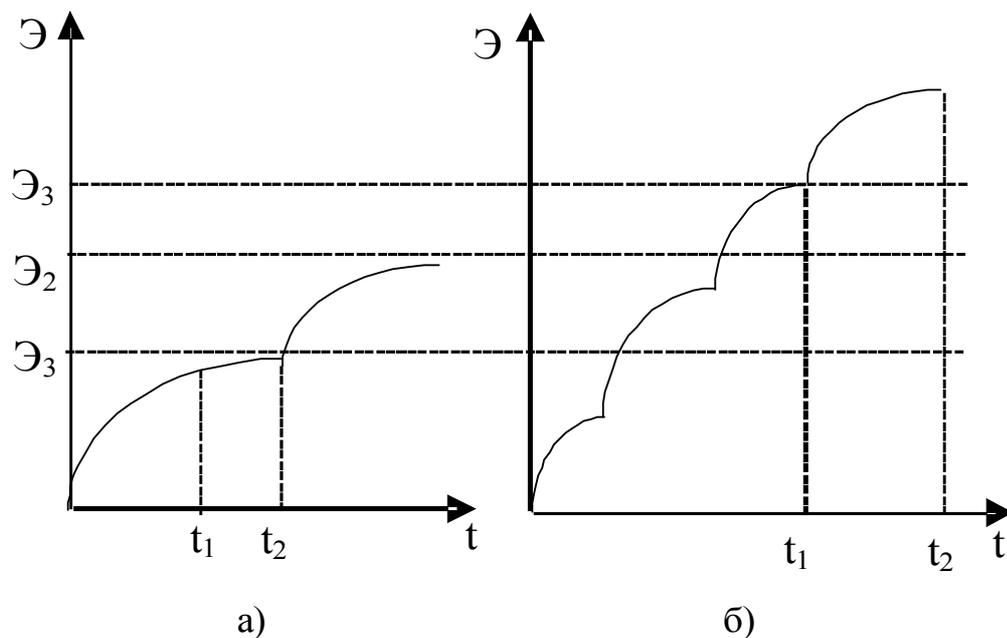


Рис. 1.20. Сравнение “медленного” и “быстрого” развития производства

Если проанализировать структуру $t_{ЭП}$, можно отметить, что у разных составляющих имеется своя сумма факторов, от которых они зависят. Так, например, величина t_p в основном зависит от факторов социогенного характера, таких как дороговизна или дешевизна труда рабочих - исполнителей, отсутствие средств для механизации и автоматизации труда и т.д.

В идеале величину t_p можно свести к 0 (яркий пример - работа программиста на ЭВМ) и тогда

$$t_{ЭП} = t_{Г \rightarrow P} + t_{P \rightarrow Г}. \quad (1.3.)$$

Величина $t_{P \rightarrow Г}$ зависит также от перечисленных факторов социогенного характера и, кроме того, от технических факторов, отражающих технический уровень имеющихся или вновь создаваемых средств автоматизации.

В идеале величину $t_{P \rightarrow Г}$ также можно свести к 0 (тот же пример с программистом).

$$\text{В этом случае } t_{ЭП} = t_{Г \rightarrow P}. \quad (1.4)$$

Величину $t_{Г \rightarrow P}$ принципиально невозможно свести к 0.

Дело в том, что любое решение, принятое интуитивным способом, должно быть проверено.

Требуется время на проверку любого варианта, которое обозначим $t_{вар}$.

В идеальном случае, когда лицо, принимающее решение (ЛПР), обладает мощной интуицией в такой степени, что верное решение принимается всегда с первой попытки $t_{ЭП} = t_{вар}$. (1.5)

Не исключено, что ЛПР обладает такой слабой интуицией, что для поиска верного решения требуется полный перебор вариантов. В таком случае

$$t_{ЭП} = V t_{вар}, \quad (1.6)$$

где: V - полное число возможных вариантов.

В реальной ситуации ориентироваться, очевидно, приходится на “среднее” ЛПР, мощность интуиции которого лежит в промежутке между “сильным” и “слабым” ЛПР. В этом случае

$$t_{ЭП} = K_{и} V t_{вар}, \quad (1.7)$$

где: $K_{и}$ - коэффициент мощности интуиции “среднего” ЛПР и $1 > K_{и} > 0$.

Если признать для определенности величину $K_{и}$ постоянной для одного ЛПР или коллектива ЛПР, а величину $t_{вар}$ постоянной для определенного вида действий, то величина V становится единственной, которая изменяясь, уменьшает или увеличивает время эргатического превращения трудовой деятельности. Однако, в общем случае, $t_{вар}$ может оказаться и переменной, зависящей от скорости обработки V_D [39]. Тогда

$$t_{ЭП} = f(V, V_D), \quad (1.8)$$

и конкретный вид зависимости $t_{ЭП}$ от перечисленных факторов может быть установлен для конкретных задач, о чем будет идти речь в следующем разделе.

Рассмотрим в отдельности влияние V и V_D на $t_{ЭП}$. Обратимся еще раз к схеме (рис. 1.14), изображающей ПрС, и рассмотрим те свойства, которые могут повлиять на величину V .

Под величиной V понимается число разнообразных действий (или просто разнообразие действий), которое определяется:

- разнообразием действий, которые “разрешает” ПС (например, разнообразием подач, числа оборотов шпинделя токарного станка);
- разнообразием действий, воспринимаемых БВС (например, возможность обработать заготовку разными проходами);
- разнообразием действий, воспринятых продуктом в ходе его получения из заготовки.

Природа (или происхождение) этих разнообразий может быть различной.

В одном случае это - пространственные (геометрические) свойства заготовки или вещественные (материальные) свойства.

В другом случае это - энергетические свойства преобразующей системы или свойства конструктивные.

В общем случае причиной порождения разнообразия действий могут быть любые свойства реального физического мира - пространственные, энергетические, вещественные, информационные, конструктивные (системные).

Важно при этом отметить, что любому конкретному набору (сочетанию) значений перечисленных свойств соответствует вполне определенное значение разнообразия действий. Задача заключается в том, чтобы научиться управлять значениями этих свойств таким образом, чтобы любое конкретное производственное решение приводило к уменьшению $t_{ЭП}$ или, другими словами, к уменьшению разнообразия действий (числа вариантов V). Впоследствии можно будет убедиться, что V является важным фактором эффективности решений для широкого круга структурных задач в технологии машиностроения. Параметр V_D играет важную роль в решении

параметрических задач. Для решения структурно-параметрических задач необходимо совместное присутствие V и V_D .

Прежде чем представить основную аксиому эффективности продукционной системы в виде, пригодном для использования логического вывода любых истинных утверждений, необходимо представить ее в содержательном плане. Смысловое содержание основной аксиомы эффективности (ОАЭ) вытекает из проведенного ранее анализа факторов, ускоряющих или замедляющих развитие производительных сил и НТП в целом. Как было показано, независимо от вида производства, используемого оборудования, методов обработки, главными определяющими факторами в ускорении (или замедлении) развития производства являются вариативность (разнообразие) возможных действий, выбираемых нами для преобразования БВС в продукт, а также скорость таких преобразований.

Было показано также, что основной фактор развития производства - время эргатического преобразования труда $t_{ЭП}$ связан с вариативностью (разнообразием) действий и их скоростью определенным образом, т.е. чем меньше вариативность (разнообразие) действий по преобразованию БВС с целью получения продуктов и больше скорость преобразования, тем меньше величина $t_{ЭП}$. Исходя из анализируемой нами схемы на рис. 18, становится очевидным следующее утверждение:

“Чем меньше разнообразие вариантов возможных действий продукционной системы (ПС) по изменению ближней внешней среды (БВС) с целью получения определенного продукта (П) и больше скорость преобразования, тем эффективнее решение”.

Это утверждение может быть принято на содержательном уровне в качестве формулировки ОЗРП.

С тем чтобы использовать ОЗРП для логического вывода любых истинные утверждений в производстве, необходимо расшифровать и записать формальным образом такие нечеткие пока понятия как: “действия ПС”, “определенный П”, “эффективная ПС”.

Формализация ОЗРП может быть произведена разными способами, т.е. с использованием разных формальных языков представления знаний ОПС, поэтому формальная запись ОЗРП будет произведена после анализа и выбора приемлемого формального языка из числа возможных.

Очевидно, что каждый из объектов, находящихся во взаимодействии (ПС, БВС, П) влияет на эффективность решения через свои свойства, определяющие разнообразие (вариативность) и скорость возможных действий, т.е. через:

- разнообразие и скорость действий, продуцируемых ПС;
- разнообразие и скорость действий, испытываемых (воспринимаемых) БВС;
- разнообразие и скорость действий, определяемых свойствами получаемого продукта.

Исходя из формулировки ОАЭ и “независимости” взаимодействующих объектов, представим влияние каждого из них на эффективность решения в виде элементарных теорем следующего содержания.

Теорема эффективности ПС: “Чем меньше разнообразие вариантов возможных действий ПС и больше их скорость при определенных состояниях БВС и П, тем эффективнее решение”.

Например, при изготовлении детали определенных (заданных) геометрических свойств из определенной по геометрическим свойствам заготовки на разном металлорежущем оборудовании (станке), предпочтительным по эффективности будет тот станок, который быстрее продуцирует меньшее число возможных действий (в пределе - одно возможное действие). Использование в таких условиях станка, у которого более “богатый” набор возможных действий, неэффективно в том смысле, что многие функции станка останутся невостребованными, т.е. лишними. Это понятно на интуитивном уровне и это утверждение может быть доказано формальным образом. Также понятно, что эффективнее тот станок, который обладает более высоким “быстродействием”.

Теорема эффективности БВС: “Чем меньше разнообразие вариантов и больше скорость возможных действий, испытываемых (воспринимаемых) БВС, при определенных состояниях ПС и П, тем эффективнее решение”.

Например, при изготовлении деталей определенных (заданных) геометрических свойств на определенном металлорежущем оборудовании (станке) из разных заготовок, предпочтительной по эффективности будет та заготовка, для которой продуцируется меньшее число возможных действий. На интуитивном уровне понятие, что эффективной будет та заготовка, которая в наибольшей степени приближена по свойствам к изготавливаемой определенным способом детали.

Теорема эффективности П: “Чем меньше разнообразие и больше скорость возможных действий при изготовлении П с использованием определенных ПС и определенной БВС, тем эффективнее решение”.

Например, при использовании определенного металлорежущего оборудования (станка) и при наличии определенной заготовки, эффективнее будет тот продукт, который потребует для его изготовления меньшее число возможных действий. Этим примитивным правилом на интуитивном уровне часто пользуются при обработке изделий на технологичность (так называемая “подгонка” конструкции изделия под имеющееся оборудование и заготовку).

Взаимосвязь ОАЭ и элементарных теорем эффективности (ЭТЭ) можно для наглядности представить в виде таблицы 1, в которой знаком “+” обозначена ситуация определенности.

Элементарные теоремы эффективности (ЭТЭ - 1; ЭТЭ - 2; ЭТЭ - 3) отражают уровень взаимодействующих объектов. В свою очередь, каждый из объектов может быть рассмотрен с точки зрения отдельных его свойств.

Если рассматривать в отдельности влияние каждого свойства на эффективность, то ЭТЭ - i можно считать основой для доказательства ряда

утверждений эффективности вида ЭТЭ - i_1 , ЭТЭ - i_2 ,..., ЭТЭ - i_j ,... ЭТЭ - i_n , где n - число свойств i -ого структурного элемента ПС.

Табл. 1.1. Взаимосвязь основной и элементарных аксиом эффективности

<i>NN</i> <i>ситу-</i> <i>аций</i>	0	1	2	3	4
<i>Объект</i>					
<i>ПС</i>	+	ЭТЭ-1	+	+	} <i>ОАЭ</i>
<i>БВС</i>	+	+	ЭТЭ-2	+	
<i>П</i>	+	+	+	ЭТЭ-3	

ситуация 0 - полная определенность по всем взаимодействующим объектам (выбор сделан, решение принято);

ситуация 1 - полная определенность по БВС и П (выбор ПрС);

ситуация 2 - полная определенность по ПС и П (выбор БВС);

ситуация 3 - полная определенность по ПС и БВС (выбор П);

ситуация 4 - полная неопределенность по всем объектам (выбор решения по всем элементам в совокупности).

Можно рассмотреть далее влияние на эффективность комбинации свойств как внутри одного взаимодействующего объекта, так и между разными объектами. Тогда множество истинных утверждений может быть представлено схемой на рис. 1.21.

В соответствии с приведенной на рис. 1.21 схемой может быть проведена классификация выбора и принятия решений производственного характера по их эффективности.

Мы еще раз вернемся к этому вопросу, когда на основе выбранного формального языка описания будут описаны: множество учитываемых свойств; критерии истинности утверждений, а также словарь понятий технологической предметной области.

Например:

ЭТЭ-1 может быть основой для утверждений, вытекающих из структурного фрейма понятия ПрС: = (метод обработки) (структура движений) (инструмент)

ЭТЭ-11: Чем меньше разнообразие действий выбираемого метода обработки ПрС при определенной структуре движения инструмента БВС и П, тем эффективнее решение;

ЭТЭ-12: Чем меньше разнообразие действий выбираемой структуре движений ПС при определенных: методе обработки, инструменте, БВС и П, тем эффективнее решение

ЭТЭ-13: Чем меньше разнообразие действий выбираемого инструмента ПрС при определенных: методе обработки, структуре движений, БВС и П, тем эффективнее решение.

КТЭ_(11 - 12): Чем меньше разнообразие действий выбираемых: метода обработке и структуре движений при определенных: инструменте, БВС и П, тем эффективнее решение.

Перебором всех возможных комбинаций свойств ПС, БВС и П, то получим в общем случае счетное множество утверждений, являющихся технологическими решениями, выводимыми на основе ОЗРП.

Контрольные вопросы.

1. Назовите примеры частных закономерностей развития производства.
2. Какие частные закономерности ассоциируются с творческой деятельностью?
3. Какова роль науки в развитии производства?
4. Какова роль автоматизации в производстве?
5. Как скорость эргатического преобразования трудовой деятельности связана с эффективностью производства?
6. Как величина вариативности действий связана с эффективностью производства?
7. Как на содержательном уровне формулируется общая закономерность развития производства?
8. Каковы следствия из общей закономерности развития производства?