

ЛЕКЦИЯ 1

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

1. Наука «экономика». Общие проблемы экономического развития.
2. Экономическая система, ее характеристики.
3. Сущность системного подхода к исследованию экономических систем.
4. Экономическая система как система управления.
5. Идентификация экономической системы.

1. Наука «экономика». Общие проблемы экономического развития.

Слово «экономика» произошло от двух греческих слов: *oikos* – дом, домохозяйство и *nomos* – закон. Таким образом, экономика (греч. *oikonomike*) – это наука, искусство управления домашним хозяйством.

В общем смысле *экономика* представляет собой систему различных видов деятельности людей, направленную на всестороннее удовлетворение их нужд и потребностей и обеспечивающую поддержание жизни, благосостояние и развитие, как отдельного человека, так и всего общества в целом.

Другими словами, *экономика* – это наука о том, как общество использует определенные ограниченные ресурсы для производства полезных продуктов и распределяет их между членами общества.

Существуют два фундаментальных факта, которые образуют основу экономики:

1. Материальные потребности общества, то есть материальные потребности составляющих его индивидов и институтов, буквально безграничны или неутрачиваемы.
2. Экономические ресурсы, то есть средства для производства товаров и услуг, ограничены или редки.

Обществу всегда приходится делать выбор между альтернативным использованием ресурсов. Методы решения этой проблемы составляют предмет экономической науки, то есть экономистов интересует, как люди реализуют субъективно понимаемые интересы в мире ограниченных возможностей. В процессе выбора необходимо решать: что производить (какие товары и услуги и в каком количестве), как производить (с помощью каких редких и ограниченных ресурсов и технологических способов производства) и для кого производить.

Что? Как? Для кого?

Задача экономической науки – выяснить закономерности и мотивы поведения людей в процессе производства, распределения и потребления материальных благ и услуг. Цель всякой экономической деятельности – стремление удовлетворить разнообразные потребности.

Следовательно, можно сказать, что *экономическая наука* – наука об управлении редкими ресурсами, наука, изучающая поведение и отношения людей в условиях ограниченности средств, ресурсов, стремящихся удовлетворить свои многочисленные и растущие потребности.

Предметом экономической науки является изучение закономерностей развития общественного производства и обоснование выбора хозяйствующими субъектами способов оптимального использования ограниченных ресурсов с целью удовлетворения растущих потребностей индивидов и общества.

Опираясь на серьезные научные работы, экономическая наука стала играть все большую роль в познании и преобразовании хозяйственной деятельности. В связи с этим *функции экономики* следующие:

1. Познавательная функция – состоит в том, чтобы глубоко и всесторонне изучать производство, распределение, обмен и потребление материальных благ и услуг на протяжении всей истории человеческого общества, вскрыть законы и тенденции экономического развития.
2. Критическая функция – заключается в выявлении достижений и недостатков различных форм производства. При этом устанавливается, когда каждый ис-

торически определенный вид хозяйственных отношений, выполнив свою прогрессивную роль, начинает устаревать и тормозить развитие производства. Так произошло с экономическими связями при рабстве и феодализме.

3. Все большее значение в современных условиях приобретает прогностическая функция, предполагающая разработку научных прогнозов, выявление перспектив общественного развития.
4. Наконец, потребности государственного регулирования экономики во всех странах сделали особенно важной программную (практическую) функцию экономической теории. Имеются в виду разработка принципов и методов рационального хозяйствования, научное обоснование экономической политики государства. Ученые непосредственно участвуют в определении экономической стратегии – долговременной хозяйственной политики.
5. Методологическая функция заключается в исследовании экономической философии бытия. Сюда входят разработка методов, средств, научного инструментария, необходимых для исследований всем экономическим наукам.

В любой хозяйственно-экономической системе на протяжении веков люди планомерно решали три главные проблемы организации производства:

1. Что следует производить, то есть, какой набор и количество продуктов и услуг необходимо и возможно создать.
2. Как будут создаваться полезные продукты, то есть с помощью каких материальных и людских ресурсов и с применением какой технологии.
3. Для кого предназначаются продукты и услуги, как они будут распределяться и кому, в конечном счете, попадут для потребления.

Если вещественные связи в производстве, то есть «человек-вещь», являются общими моментами для всех способов производства, то иначе обстоит дело с экономическими отношениями «человек-человек». При этом возникает еще три главных проблемы экономической организации производства:

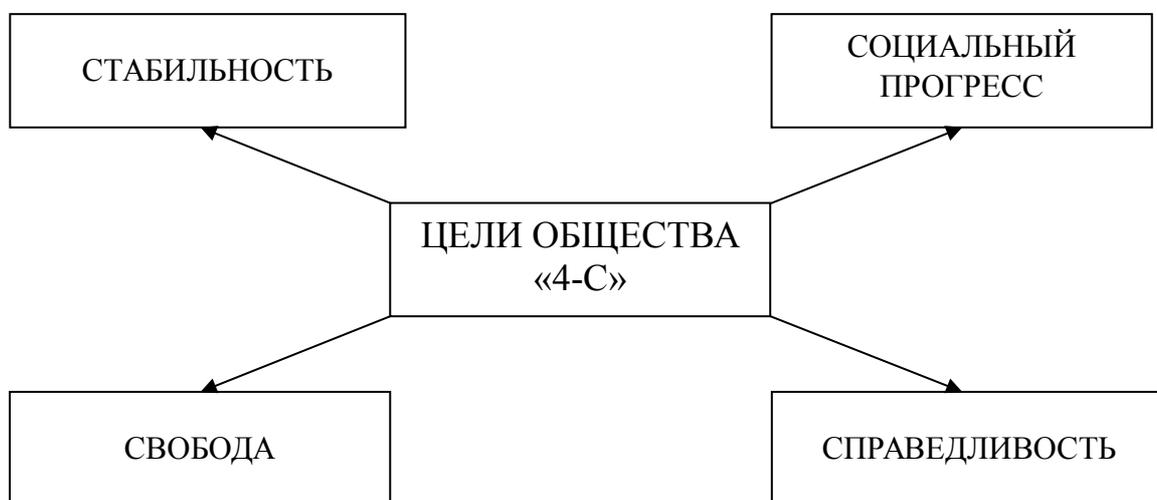
1. Кто обладает экономической властью, то есть присваивает средства произво-

дства – решающие условия хозяйственной деятельности.

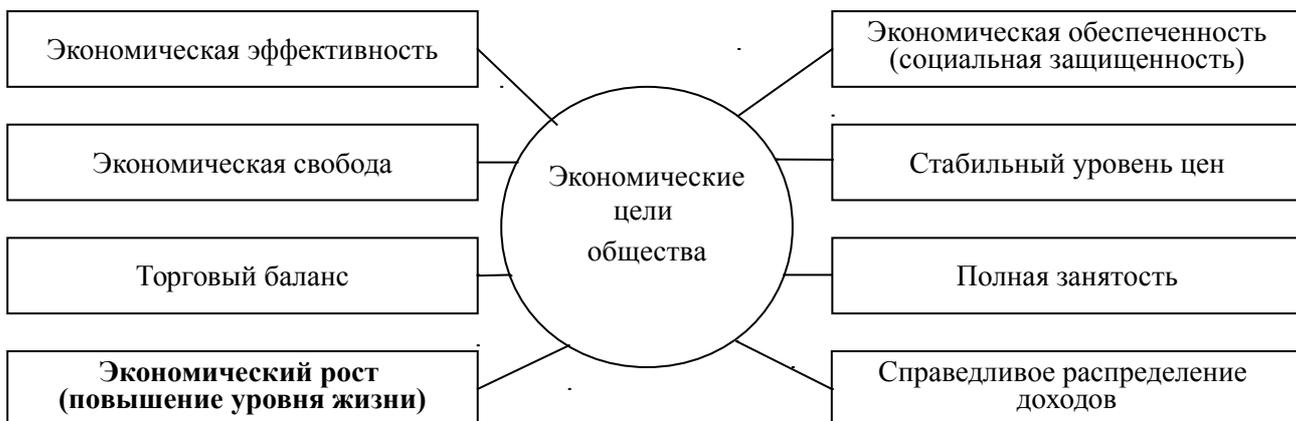
2. Как, при каких общественных условиях и сколько трудится работник на себя и на других членов общества.
3. Кому достаются продукты труда работника, то есть, кто присваивает результаты производства.

От того, как конкретно в каждом случае формируются вопросы и ответы на них, зависит тип хозяйственной организации общества и складывается определенная модель экономики.

Цели любого общества можно рассматривать как правило “4 –С”.



Цели общества формируют экономические цели общества:



1. Экономический рост: желательно обеспечить производство большего количества и лучшего качества товаров и услуг, а проще говоря - более высокий

уровень жизни.

2. Экономическая свобода: управляющие предприятиями, рабочие и потребители должны обладать в своей экономической деятельности высокой степенью свободы.
3. Полная занятость: подходящее занятие следует обеспечить всем, кто желает и способен работать.
4. Стабильный уровень цен: необходимо избегать значительного повышения или снижения общего уровня цен, то есть инфляции и дефляции.
5. Торговый баланс: необходимо стремиться к поддержанию разумного баланса нашей международной торговли и международных финансовых сделок.
6. Справедливое распределение доходов: ни одна группа граждан не должна пребывать в крайней нищете, когда другие граждане купаются в роскоши.
7. Экономическая эффективность: стремление получить максимальную отдачу при минимуме издержек от имеющихся ограниченных производственных ресурсов.
8. Экономическая обеспеченность: следует обеспечить существование хронически больных, нетрудоспособных, недееспособных, престарелых или других иждивенцев.

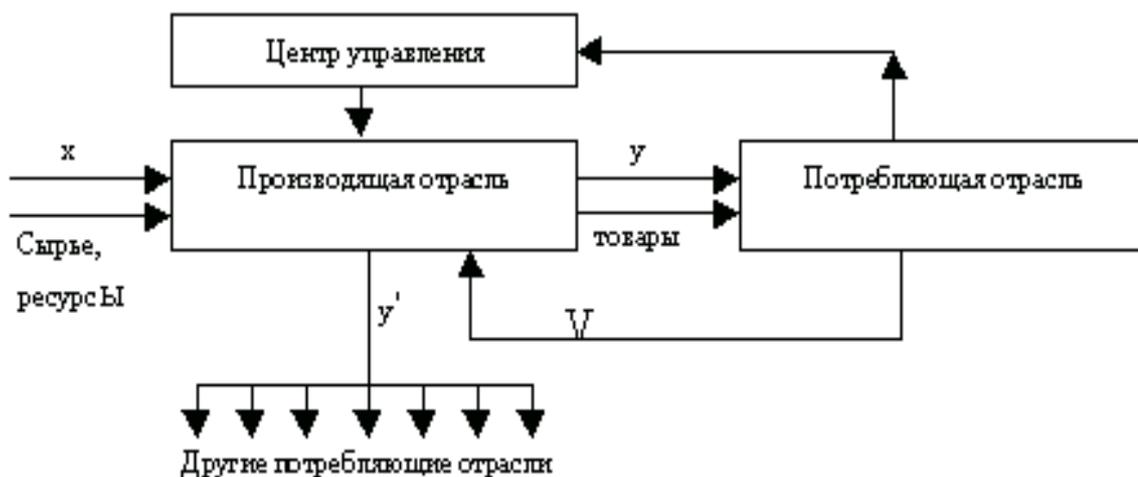
2. Экономическая система, ее характеристики.

В экономической литературе существует несколько подходов к определению понятия ***«экономическая система»***.

Некоторые авторы под экономической системой понимают систему производства, распределения, обмена и потребления материальных благ. Другие экономическую систему рассматривают как упорядоченную систему взаимосвязей между производителями и потребителями материальных благ или как совокупность экономических процессов, которые связаны с распределением ограниченных ресурсов.

Экономическая система является частью более сложной системы – социально-экономической, и представляет собой вероятностную, динамическую, адаптивную систему, охватывающую процессы производства, обмена, распределения и потребления материальных благ, а также предоставления различных сервисных услуг. Как правило, входные параметры экономических систем – это материальные вещественные потоки производственных и природных ресурсов, то есть X . Входные параметры – это материальные вещественные потоки, оборудование, военная продукция, продукция накопления, возмещения и экспорта, то есть Y .

Структурная схема простой экономической системы:



Под **социально-экономическими системами (СЭС)** понимается совокупность однородных объектов социально-экономического процесса (социальных и/или экономических отношений) – начиная от совокупности отдельных людей и заканчивая обществом в целом. Среди важнейших задач, без решения которых невозможно адекватное управление СЭС, ключевое место занимает проблема нахождения критериальных соотношений, выражающих основные закономерности динамики развития СЭС. Без выработки таких критериев разработка количественной формализации описания СЭС и математических моделей для управления ними будет чрезвычайно затруднена.

В терминах сложных динамических систем, экономика (**экономическая**

система) – сложная целенаправленная управляемая динамическая система, осуществляющая производство, распределение и потребление материальных благ с целью удовлетворения неограниченных человеческих потребностей.

Экономическая система с точки зрения системного подхода может быть представлена следующим образом (рис. 5.1).

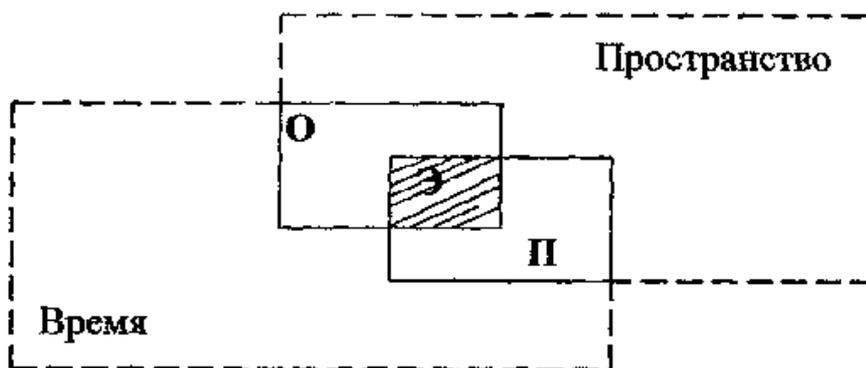


Рисунок 5.1 – Экономическая система (Э) и ее среды: общество (О), природа (П), пространство и время

Пространство и время – наиболее общие детерминанты экономической системы, конкретизирующие ее пространственное и временное существование и ограниченность.

Природная среда находится в непрерывном взаимодействии с экономической системой; последняя, в частности, эксплуатирует природные ресурсы: сельскохозяйственные земли, запасы минералов, воды, древесины, - и оказывает воздействие на природу, изменяя ее. Экономика является функциональной подсистемой социальной системы, выполняя требование удовлетворения потребностей общества и используя человеческие ресурсы.

Принцип неограниченности потребностей общества следует понимать так, что ориентация экономики на максимальное удовлетворение человеческих потребностей никогда не достигает идеальной цели - создания полного изобилия в силу действия закона опережающего роста потребностей.

Экономическая система, эффективность функционирования которой характеризуется экономическими показателями: *прибылью, рентабельностью, се-*

бестоимостью, производительностью и другими, - является сложной системой. Изменения, возникающие в одной части системы, вызывают изменения в других ее частях. Так, появление нового продукта в одной из отраслей промышленности приводит не только к изменениям в этой отрасли, но и оказывает преобразующее воздействие на структуру спроса и потребления, что, в свою очередь, определяет новые изменения в производящих отраслях.

Экономическая система находится в непрерывном движении: она растет и развивается.

Понятие *роста* отражает количественный аспект динамики: увеличение числа элементов, связей, размеров экономической системы.

Принцип развития связывается с понятием качества, совершенствования системы, возрастанием ее потенциала.

Примечательно, что макроэкономическая система наращивает потенциал для скорейшего достижения цели – улучшение качества и уровня жизни населения (развитие) и характеризуется реальными показателями повышения уровня жизни (рост).

Среда экономической системы также является сложной системой и обладает всеми свойствами таковой. При выделении системы исходят из наличия более жестких связей внутри самой сложной системы по сравнению со связями между системой и внешней средой. Система и среда в общем случае характеризуется различными интересами, целями и критериями. Совокупность факторов внешней среды характеризуется:

- сложностью - разнообразием факторов, воздействующих на систему;
- силой воздействия факторов, среди которых выделяются более существенные и менее значимые;
- динамичностью - скоростью изменений, происходящих в окружении системы;
- неопределенностью — количеством априорной информации, которой располагает система относительно конкретного фактора.

Исследование экономических систем различного уровня с использованием метода моделирования базируется на предположении о том, что сложная экономическая система обладает набором характеристик, инвариантных относительно целей исследования, среди которых основными являются:

- целостность – все части системы (подсистемы) и элементы подчинены единой цели, стоящей перед всей системой;
- эмерджентность – несводимость свойств системы в целом к свойствам отдельных ее частей;
- холизм – формальный аспект обеспечения целостности системы: цели экономической системы должны быть формализуемы, координируемы и агрегируемы;
- пространственная и временная определенность и ограниченность означает, что для экономической системы, локализованной и функционирующей в реальном времени, можно построить модель или систему моделей, с помощью которых можно решать задачи трех классов: наблюдения, идентификации, прогнозирования;
- динамичность – экономическая система функционирует и развивается во времени, она имеет предысторию и будущее, характеризуется определенным жизненным циклом, в котором могут быть выделены определенные целями исследования фазы: возникновение, формирование, рост, развитие, стабилизация, деградация, ликвидация или стимул к изменению;
- сложность – экономическая система характеризуется большим числом неоднородных элементов и связей, полифункциональностью, полиструктурностью, многокритериальностью, многовариантностью развития и другими свойствами сложных систем;
- относительная автономность функционирования экономических систем означает, что в результате действия обратной связи каждая из составляющих выходного сигнала $y_i \in Y$ может быть изменена за счет изменения входного сигнала Δx_i ; причем другие составляющие $y_j \in Y, j \neq i$, остаются неизменными;

- функциональная управляемость экономической системы означает, что подходящим выбором входного воздействия x можно добиться получения любого выходного сигнала $Y_i \subset Y$: $(\forall y \in Y)(\exists x \in X)(x, y) \in S$, где $S: X \rightarrow Y$ - функциональная управляемая система;
- причинность экономической системы означает возможность предсказывать последствия некоторых событий в будущем;
- неопределенность в функционировании экономической системы представляет собой множество возмущающих воздействий Ω , которые сказываются на поведении системы и на исходе принятого решения X . Элементы Ω включают как *параметрическую*, так и *структурную неопределенность*;
- гомеостатичность системы отражает ее свойство к самосохранению, противодействие разрушающим воздействиям среды;
- устойчивость системы зависит от уровня, вида экономического объекта, а также от того, каким образом оценивается степень "инертности" системы. Иными словами, исследуется вопрос о том, насколько существенно изменяется поведение системы под действием возмущений.
- инерционность экономической системы сказывается в возникновении запаздываний в системе, симптоматично реагирующей на возмущающие и управляющие воздействия. *Такие запаздывания учитываются, в частности, с помощью моделей лагов: внутренних, или лагов принятия решений относительно стабилизирующих воздействий, и внешних - отражающих задержки в реакции системы на соответствующие воздействия*;
- адаптивность экономической системы определяется двумя видами адаптации: пассивной и активной адаптацией. Пассивная адаптация является внутренне присущей характеристикой экономической системы, которая располагает определенными возможностями саморегулирования (эффект антисипации). Активная адаптация представляет механизм адаптивного управления экономической системой и организацию его эффективного осуществления.

Описанные характеристики в той или иной мере присущи любой эконо-

мической системе: макроэкономической - экономике в целом, крупным секторам экономики, модели которых оперируют синтетическими показателями (общественный продукт, национальный доход, инвестиции и т.п.); или микроэкономической, изучающей поведение отдельных объектов – предприятий, фирм, потребителей и взаимодействий между ними.

Экономические системы – многоступенчатые, многоуровневые системы, и любая неопределенность, случайность во входных параметрах в нижних уровнях приводит к неопределенностям и случайностям в выходных параметрах подсистем более высокого порядка и системы в целом.

Исследование экономических систем любого уровня производится с позиций системного подхода, который является научной и прикладной методологией решения крупных проблем.

Экономико-математическая модель оптимизации обычной экономической системы:

$$F = \sum_{i=1}^n p_i x_i \Rightarrow \max$$

$$\Omega : \sum_{i=1}^n a_i x_i \leq B$$

$$x_i \geq 0; i = \overline{1; n}$$

где P_i - прибыль от реализации единицы продукции;

x_i - объем выпуска продукции;

a_i - расход сырья на единицу продукции;

B - общий запас сырья;

Ω - область допустимых ограничений.

Как правило, формализованные критериальные соотношения базируются на результатах рассмотрения конкретных моделей, описывающих СЭС. Высокий уровень сложности моделей обусловлен, как правило, следующими причинами:

1. Отсутствием четкого понимания разнообразных процессов, происходящих в СЭС разного уровня иерархии, а также единого подхода к их описанию.

2. Отсутствием четких критериев для выделения объектов социально-экономического процесса как единой СЭС.
3. Трудностями принципиального характера, связанными с необходимостью введения в рассмотрение, учета и формализации так называемого “человеческого фактора” со всем комплексом специфических эффектов, вносимых им в социально-экономический процесс.

3. Сущность системного подхода к исследованию экономической системы

Системный подход – понятие, подчеркивающее значение комплексности, широты охвата и четкой организации в исследовании реальных систем, в частности, - экономической природы.

Системный подход опирается на диалектический закон взаимосвязи и взаимообусловленности явлений в мире и обществе, определяя необходимость рассмотрения исследуемых явлений и процессов не только как самостоятельной системы, но как подсистемы некоторой большей системы, по отношению к которой данный объект рассматривается как открытая система. Системный подход требует прослеживания всего комплекса внутренних и внешних связей с тем, чтобы выделить все существенные связи и эффекты.

На практике системный подход – это системный охват, системные представления, системная ориентация исследований. Системный охват требует рассмотрения проблемы в различных аспектах с различных позиций. Системное представление достигается построением единой модели, способной замещать реальный объект и давать актуальную информацию о моделируемом объекте. Системная организация исследования означает непрерывное планирование и управление разработкой с помощью методов и средств координации ра-

бот. Решение сложных проблем с позиций системного подхода подчинено определенной последовательности действий (рис. 5.2).

Важнейшие этапы этого процесса предполагают:

- идентификацию проблемы P ,
- внутренний и внешний анализ проблемы P ,
- идентификацию системы S ,
- синтез модели M ,
- анализ модели M ,
- оптимизацию системы S с помощью модели M в ходе эксперимента Э.

В рамках системного подхода задачи анализа и синтеза взаимосвязаны, они чередуются с заданной регулярностью и характеризуют две стороны единого цикла процесса исследования.

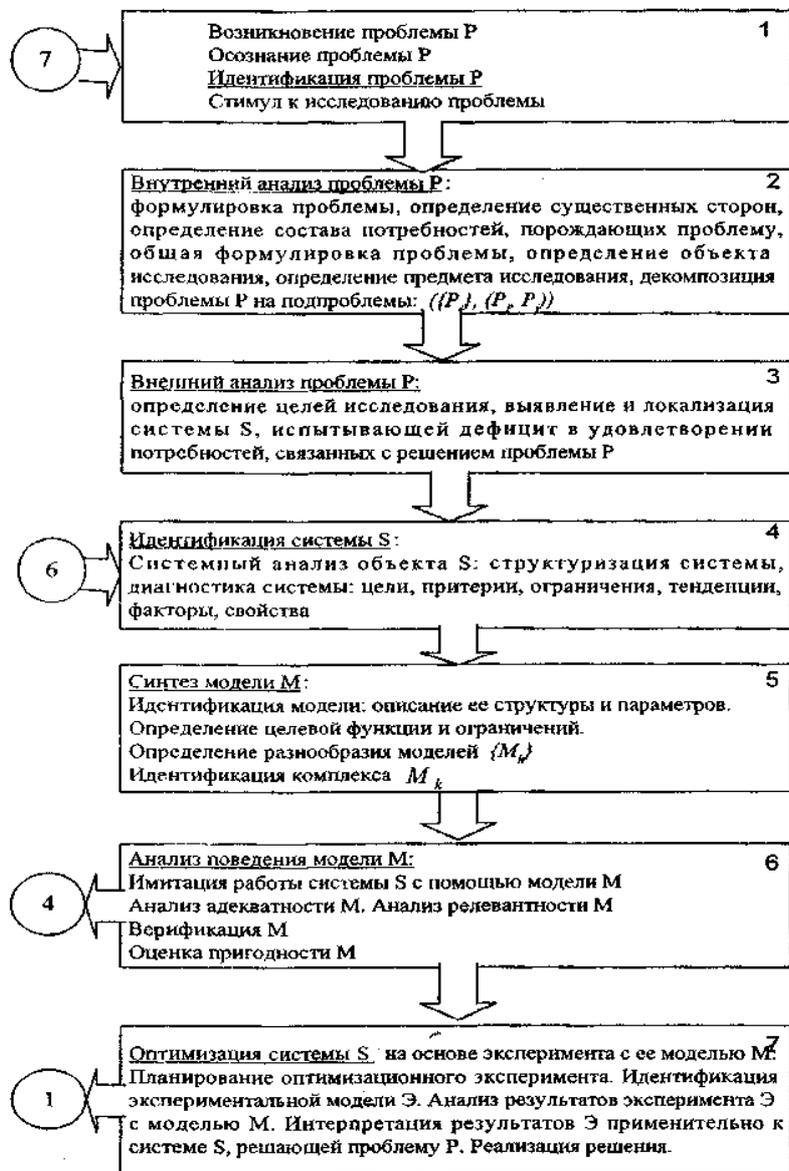


Рисунок 5.2 Этапы реализации системного подхода к решению проблемы

Описанный цикл решения проблемы относится как к количественному, так и к качественному системному подходу. При этом идентификация и имитация реализуются на интуитивном, эвристическом уровне. Основным недостатком качественного подхода является то, что противоинтуитивное поведение, которое проявляется в сложных социально-экономических системах, упускается из виду и не анализируется. Преимущество качественного подхода перед количественным состоит в существенной экономии времени и средств на проведение исследования.

Экономическая система как система управления

Экономическая система является сложной системой управления причем разнообразие структур управления определяется разнообразием экономических систем и процессов, а также разнообразием их характеристик.

С точки зрения внешней среды экономика выступает:

- в роли производственной системы, производящей материальные блага, удовлетворяющие определенную потребность;
- как система целенаправленного преобразования ресурсов;
- как объект приложения живого и общественного труда;
- как преобразователь инвестиций во вновь созданный капитал;
- как информационная система управления процессами функционирования и развития объекта, реализующая функции организации, контроля, анализа, регулирования, координации, планирования и проектирования с помощью соответствующих структур — организационно-хозяйственной и социально-экономической.

Упрощенная схема функционирования экономической системы представлена на рис.5.3.



Рисунок 5.3 Схема взаимосвязей в экономической системе

Выделение в экономической системе производственно-технологического уровня преобразования ресурсов и информационно-управляющих уровней преобразования информации определяют два типа моделей:

- 1) моделей объектов управления;
- 2) моделей процессов управления.

5. Идентификация экономической системы

Подход, с помощью которого строится процедура идентификации экономической системы, состоит в следующем.

Основные системные понятия вводятся с помощью формализации. Это значит, что исходя из результатов проблемного анализа ситуации, формируется интуитивное, эвристическое описание предметной области исследования, определяются цели исследования и, на основе размытого словесного описания экономической системы, дается вербальное определение этого понятия, имеющее минимальную математическую структуру, например, - минимум аксиом, допускающий его однозначную интерпретацию.

Опираясь на основные понятия, полученные в результате первоначальной формализации, добавляются новые математические структуры, необходимые для исследования фундаментальных свойств, присущих экономической системе и актуальных с позиций целей исследования. Подобная процедура позволяет идентифицировать необходимое множество предположений для описываемых свойств или для условий их выполнения.

Отправной точкой идентификации экономической системы является диагностический анализ ситуации. Первая фаза диагностического анализа - осознание и прояснение симптомов, или проблем—следствий (например, дефицит товара на рынке, низкая прибыль, низкое качество продукции, чрезмерные издержки, высокий уровень безработицы и т.д.). Выявлению симптомов способствуют данные мониторинга соответствующих экономических показателей (формальный, неформальный мониторинг). Динамика симптоматичных показателей определяет главные индикаторы проблемного анализа. Определение базовых проблем — причин диагностированных симптомов осуществляется на практике путем логико-смыслового моделирования. Дальнейший анализ предполагает определение ожидаемых последствий и генерирование решений по элиминированию нежелательных симптомов. На этой фазе формируется вербальное определение экономической системы, которая по определению является целенаправленной. Вербальное, или лингвистическое определение соответствует предельно общему уровню представлений об экономической системе. Экономическая система представляется в виде некоторого отношения, определенного на множестве объектов. Для такого уровня идентификации пригодна концепция нечеткого множества. Фактически в состав системы попадают объекты, имеющие отношение к цели исследования. В такой системе свойства не формализованы. Уточняя свойство целостности, определяется эмерджентность системы, а ее назначение связывается с глобальной целью или с макрофункцией системы. При этом часть объектов первоначальной совокупности исключается из системы и интерпретируется как источники воздействия на нее со стороны

внешней среды. Система формализуется в терминах входов и выходов, как открытая система, взаимодействующая с внешней средой. Такой уровень идентификации отвечает теоретико-множественному определению абстрактной системы. Но для экономической системы соответствующие множества имеют конкретный экономический смысл, например: множество ресурсов и множество продуктов. Назначение системы связывается с ее основной функцией – преобразователя множества входных воздействий в выходные. Начинает проясняться структура системы: для выполнения основной функции система должна осуществлять собственно "производство" (или другую деятельность, связанную с конечным результатом, с "миссией" системы) и выполнять управление этой деятельностью. Формируется функциональная структура обеих подсистем: часть элементов образуют управляющую подсистему, а остальные упорядочиваются в некую производственно-технологическую структуру. Формализуются соответствующие функционально-структурному уровню идентификации характеристики экономической системы. Объект управления и управляющая система характеризуются как сложные, со всеми присущими сложным системам характеристиками. Интуитивно понятно, что их поведение не предопределено. Последующая идентификация требует учета временного аспекта, случайности, запаздывающих реакций (лагов). Все эти свойства учитываются идентификацией на уровне сложной динамической системы. Этот уровень предполагает идентификацию поведенческих аспектов работы системы. Действительно, экономическая система может справляться со своей функцией, например, с выпуском продукции, но осуществлять это она может по-разному: с различной производительностью, с разными затратами ресурсов, на различном оборудовании, разнообразными технологическими способами. Для описания новых, присущих системе свойств вводятся соответствующие математические структуры. Параллельно идентифицируется управляющая система. Она предстает как система принятия решений, как правило, - иерархическая: многоуровневой системе решения задач управления соответствует многоуровневая структура организации элементов,

вырабатывающих решения.

Идентификация системы, ее уровень, глубина, спектр учитываемых и интерпретируемых свойств производится на основе базы знаний об особенностях и специфике объекта исследования и целей исследования и предваряет проектирование работоспособной модели, включающей существенные черты реальной системы и отвечающей требованиям, предъявляемым к ней исследователем.

Описанная схема процесса идентификации характеризует дедуктивный теоретический подход к построению модели экономической системы. Нередко для крайне сложных социально-экономических процессов известна лишь часть взаимосвязей, хотя объясняющие их причинно-следственные закономерности отсутствуют. Можно утверждать, что иногда реальные системы характеризуются «противоинтуитивным» поведением. При экспериментальном подходе модель строится методом индукции, исходя из измеренных значений на входе и выходе системы. При этом внутренняя структура исследуемой системы не рассматривается, является "черным ящиком".

На практике обычно используется комбинированный подход, сочетающий одновременное применение дедукции и индукции и имеющий итеративный характер (рис.5.4).

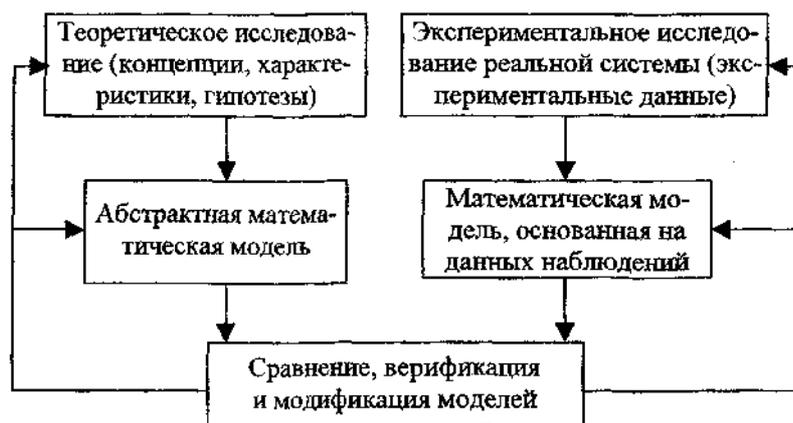


Рисунок 5.4 Итеративный процесс комбинированной идентификации

Экспериментальные методы идентификации подразделяются на методы прямого и адаптивного (косвенного) измерения. В методах прямого измерения

параметры процесса определяются непосредственно по данным измерения характеристик входа и выхода реальной системы. В методах адаптивного измерения наряду с анализом поведения реальной системы изучается ее модель. Параметры модели и системы сопоставляются и модифицируются так, чтобы они соответствовали реально существующему аналогу.

ЛЕКЦИЯ 2

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СИНТЕЗА И АНАЛИЗА СЛОЖНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

1. Принципы декомпозиционного анализа экономической системы.
2. Координация в иерархических системах управления.
3. Задачи синтеза ИСУ.
4. Методы декомпозиционного анализа.

1. Принципы декомпозиционного анализа экономической системы

Декомпозиционным решением исходной глобальной задачи управления экономической системой является определение решения с помощью системы взаимосвязанных локальных задач. При этом подразумевается, что частные, или локальные задачи являются в определенном смысле менее сложными, чем исходная задача.

Методы декомпозиции, которые позволяют построить систему локальных задач, образуют известную дихотомию: с одной стороны, они являются основой вычислительных алгоритмов при решении задач управления - алгоритмическое направление; с другой - методы декомпозиции служат для выделения моделей комплекса подсистем управления, функциями которых является решение локальных задач, - модельное направление, или декомпозиционное моделирование.

Пусть $X = \{x_i\}_{i=1,n}$ - множество экзогенных переменных, или интенсивностей видов деятельности.

В конкретном случае под видами деятельности понимается факторы производства, технология, мероприятия, отрасли и т.д.

Интенсивности управляемы, т.е. $x_i \in X_i$, где X_i , - множество допустимых значений i -ой переменной, и ограничены, т.е. $x_i \leq \alpha_i$, где α_i , - лимит i -го вида дея-

тельности.

$Y = \{y_j\}_{j=1..m}$ - множество эндогенных переменных, или результатов.

Показателями результатов могут быть: выпуск, потребность, спрос, доход, расход и т.д.

$y_j \geq \beta_j$, где β_j - лимит результата.

Функцию, которая описывает связи между эндогенными и экзогенными переменными, назовем функцией результата:

$$F: X \rightarrow Y, \text{ или } y = F(X). \quad (6.1)$$

Пусть также с результатами связаны значения определенных показателей эффекта. Показателями эффекта могут быть, например:

прибыль, экономия времени и др. В отдельных случаях показатели эффекта совпадают с показателями результата (например, доходы).

Функцию, которая описывает связи между результатами и эффектами, назовем функцией цели, или целевой функцией:

$$f: X \rightarrow Y, \text{ или } c = f(y) = f(F(x)) = f'(x), \quad (6.2)$$

где $f(y)$ - функция цели по результатам,

$f'(x)$ - функция цели по интенсивности, или по плану.

Замечание 6.1. Если интенсивности видов деятельности являются планируемыми, они называются планом.

Пусть также предикат

$$P\{z, D(x, a)\} \quad (6.3)$$

означает, что "z является решением задачи D", или иначе:

$$z = D(x, a).$$

Описанные функции и переменные X могут быть детерминированными и стохастическими. В первом случае исходная задача управления может быть записана в виде:

$$\text{extr}_x f'(x) F(x) = y \geq \beta, x \leq \alpha, x \in X \quad (6.4)$$

Замечание 6.2. В задаче (6.4) целевая функция и система ограничений раз-

делены фигурной скобкой

Эта запись означает: найти такое значение X , при котором функция $f(x)$ достигает экстремума при ограничении результата параметром β , а деятельность - лимитом a . Или, используя предикативную форму (6.3), запись (6.4) можно представить в виде:

$$\underset{x}{extr} C \} P \{ C, D(x, a) \}. \quad (6.5)$$

Описание стохастической задачи сложнее и в данной главе не рассматривается.

Декомпозиция исходной системы или глобальной задачи производится путем применения принципов декомпозиции и координации. Первые определяют те свойства исходной системы (или задачи), на основе которых она будет разложена.

Рассмотрим следующие принципы декомпозиции:

по времени,

по видам деятельности,

по целям,

по результатам (по ресурсам или по ограничениям),

по аспектам.

При декомпозиции по времени исходная динамическая задача управления разбивается на различные по времени частные задачи, ориентированные на достижение долгосрочных, среднесрочных, краткосрочных целей. В практике планирования этот принцип традиционен.

Долгосрочные цели формируются, как правило, в первую очередь и имеют наибольший горизонт планирования. Затем вырабатываются средне- и краткосрочные цели для обеспечения долгосрочных целей.

Например, долгосрочная цель в отношении производительности системы: увеличить общую производительность на 25% за 5 лет. Среднесрочная цель: повышение производительности на 10% за 2 года. Краткосрочные цели планиру-

ются на сроки в пределах одного года и устанавливаются в конкретных областях: стоимость товарно-материальных запасов, повышение квалификации работников, модернизация оборудования, повышение эффективности использования производственных мощностей и так далее. Эта группа целей должна обеспечивать долгосрочные, среднесрочные цели, а также быть согласована с другими целями уровня.

Обозначим:

D - глобальная задача управления;

$\{D_i\}$ - множество задач перспективного планирования, $i = \overline{1, I}$;

$\{D_j\}$ - множество задач среднесрочного планирования $j = \overline{1, J}$;

$\{D_k\}$ - множество задач краткосрочного планирования, $k = \overline{1, K}$;

t_i, t_j, t_k - горизонты планирования.

Тогда:

$$\begin{aligned} D &= \lambda \left[\mu_i \left| D_i(t_i) \right| \right], \\ D_i &= \lambda_i \left[\mu_j \left| D_j(t_j) \right| \right], \quad (6.6) \\ D_j &= \lambda_j \left[\mu_k \left| D_k(t_k) \right| \right], \end{aligned}$$

где μ - отношение связи между задачами уровня i, j, k ;

λ - отношение связи между уровнями.

При разложении исходной системы по объектам и видам деятельности основной декомпозиции служат структурные или функциональные элементы экономической объекта. Такой подход также вполне традиционен в аналитическом исследовании. Структуризация системы при этом зависит от воли исследователя, который руководствуется целями анализа и требуемой степенью детализации.

Пусть S – исходная система, тогда :

$$S = \left[\mu, \left\{ S_i \right\}_{i=\overline{1, n}} \right], \quad (6.7)$$

где $\{S_i\}$ – множество ее подсистем или элементов,

μ - отношение связи между ними.

В качестве элементов S , могут выступать предприятия, регионы, отрасли, цеха или технологические процессы и др.

Принцип целевого разложения применяется в случае использования комплексных, интегральных целевых показателей. Исходная задача может быть декомпонирована на локальные таким образом, чтобы аргументом целевой функции каждой частной задачи были один или несколько целевых показателей исходной задачи. Например, если аргументами целевой функции исходной задачи служат потребление и накопление, то можно составить две частные задачи - задачи максимизации потребления и накопления.

Целевая функция F исходной задачи может быть представлена алгебраическим выражением:

$$F = [R, \{F_i\}_{i=\overline{1,n}}]$$

где R - алгебраическая операция,

$\{F_i\}$ - целевые функции локальных задач.

Декомпозиция по результатам или ограничениям производится следующим образом. Исходная задача содержит систему ограничений на результаты, а также на значения экзогенных переменных. Следовательно, можно составить частные задачи, в которых присутствует только часть ограничений.

Поаспектная декомпозиция делится на два класса: проблемная и формальная. Так, комплексную в проблемном отношении систему можно разложить по проблемам. Например, комплекс факторов внешней среды организации можно разделить на семь областей: экономика, политика, рынок, социум, технология, конкуренция, международное положение.

Формальная декомпозиция системы может быть проиллюстрирована следующим образом. По формальным свойствам адекватная модель экономического объекта является стохастической, нелинейной, непрерывной, некоторые аргументы которой принимают только дискретные значения и т.д. Для решения задач управления такой системой можно составить систему из формально более простых задач, каждая из которых предназначена для изучения объекта в опре-

деленном аспекте. Например, одна задача линейная, но детерминирована, вторая - стохастическая, но линейная и непрерывная, третья - дискретна, но линейна и детерминирована.

Для создания декомпозиционного метода можно комбинировать несколько принципов разложения. Например, применить последовательно разложение по времени и по аспектам. В этом смысле можно говорить о принципах комбинированной декомпозиции.

Следует различать два основных способа использования перечисленных принципов:

дизъюнктивный тип декомпозиции;

конъюнктивный тип декомпозиции.

В первом случае подсистемы не пересекаются, а локальные задачи не имеют общих переменных. Во втором случае подсистемы пересекаются, а локальные задачи содержат общие показатели. Именно последний тип декомпозиции более сложен и более продуктивен при исследовании сложных аналитических проблем. Он не имеет общей формальной схемы реализации, но способен дать новые результаты в каждом конкретном случае, например, когда речь идет о согласовании конкретных целей (региональных и отраслевых, конкурентных и т.д.).

Для того, чтобы разложенные части глобальной задачи, представленные комплексом локальных задач, были связаны в единую систему, эквивалентную исходной, используются принципы координации.

В данном случае мы рассматриваем задачи управления в виде (6.4), то есть они имеют две основные компоненты: целевую функцию и систему ограничений. Таким образом, взаимосвязь частных задач может быть обеспечена путем введения координирующих параметров в целевые функции частных задач и/или в их ограничения.

При таком подходе говорят о двух основных принципах координации:

стимулирования;

лимитирования.

Стимулирующая координация локальных задач производится при помощи связующих сигналов, которые входят в целевую функцию частной задачи.

При лимитировании координирующие параметры содержатся в системе ограничений локальной задачи.

В рамках общего принципа стимулирования следует различать:

принципы цен;

принципы штрафов;

принципы целевой консультации.

Если целевая функция по сущности выступает как стоимостная, то цены в составе этой функции в определенном смысле "стимулируют" решение локальной задачи. Очевидно, что принцип цен может быть реализован в виде:

цены результаты;

цены деятельности.

В первом случае цены координируют результаты (например, выпуск продукции). Во втором - цены устанавливают применительно к показателям интенсивности деятельности.

Принципы штрафов стимулируют уменьшение нежелательных отклонений переменных и результатов от координирующих параметров. Соответственно, различаются:

штрафы за деятельности;

штрафы за результаты.

Принцип целевой консультации состоит в ситуационной корректировке цен, уже имеющих в целевой функции глобальной задачи.

В рамках основного принципа лимитирования выделяются три принципа:

лимитирование результатов;

лимитирование деятельностей;

лимитирующие консультации.

Лимитирование результатов предполагает воздействие на локальные зада-

чи с помощью ограничения результатов (например, лимитирование резервов) в системе ограничений задачи, а лимитирование деятельности состоит в прямом ограничении переменных интенсивностей в частных задачах. Лимитирующие консультации предусматривают корректировку параметров функций в системе ограничений.

Перечисленные принципы координации применяются или отдельно (уникоординация) или комбинировано (мультикоординация). В прикладном аспекте наибольший интерес представляет сочетание различных принципов координации.

Исходная глобальная задача и применяемые к ней принципы декомпозиции, а также принципы координации определяют метод декомпозиции или систему локальных задач.

Построение метода на этой основе требует описания алгоритмов корректировки координирующих параметров.

Каждый метод декомпозиции имеет ряд свойств. Прежде всего, сюда относятся сходимость метода к решению исходной задачи и необходимые для этого предпосылки. Существенны также скорость сходимости, монотонность сходимости и т.д.

Одним из принципов декомпозиционного анализа является принцип моделирования. Он заключается в использовании систем локальных задач или методов декомпозиции в качестве так называемых моделей решающих систем. Решающая система - более общее понятие, чем система локальных задач. Поэтому для ее моделирования особенно подходят более общие методы, обладающие комбинированными связями разных направлений, а также иерархическими и обратно иерархическими структурами.

В моделировании решающей системы используются такие основные понятия, как число уровней и направление связей.

Для определения уровней локальные задачи подразделяем на:

задачи управления (выработки управляющих воздействий или планирова-

ния);

задачи координации.

Первые содержат независимые переменные исходной глобальной задачи, а вторые - не содержат. Предполагается, что координирующая задача в сравнении с управляющими находится на более высоком уровне, а управляющие - на каком-либо одном уровне. Связи между локальными задачами разных уровней называются вертикальными, а между локальными задачами одного уровня - горизонтальными.

Системы, где координирующая задача отсутствует, содержат только горизонтальные связи, являются одноуровневыми и называются децентрализованными.

Системы, содержащие несколько уровней, могут быть моно- или полицентрическими. В первом случае каждую локальную задачу координирует только одна координирующая задача, а во втором случае - их несколько.

Многоуровневые системы могут быть иерархическими или пирамидальными. В пирамидальных системах имеются только вертикальные связи, они называются централизованно координированными системами. В иерархических системах есть как вертикальные, так и горизонтальные связи, они называются системами с централизованно

- децентрализованной координацией.

Полицентрические системы делятся на типы в зависимости от того, находятся ли на низшем уровне одна или несколько частных задач, имеются ли только вертикальные или горизонтальные связи. Существуют понятия обратной иерархии и обратной пирамиды. Последние структуры складываются тогда, когда на низшем уровне имеется только одна частная задача.

Координация в иерархических системах управления

Иерархические системы управления (ИСУ) - это системы произвольной

природы (экономические, технические, социальные, биологические) и назначения, имеющие многоуровневую структуру в организационном, функциональном или каким-либо ином плане.

Всем иерархическим системам присущи следующие особенности:

вертикальная декомпозиция, или многоуровневая иерархия;

приоритет действий верхнего уровня, или подчиненность (отношение субординации) действий нижних уровней решениям, принимаемым на верхнем уровне;

зависимость решений, принимаемых на верхних уровнях иерархии, от результатов, полученных на нижних уровнях, т.е. наличие обратных связей в ИСУ

Широкое распространение ИСУ и их универсальный характер обусловлены рядом преимуществ, которыми они обладают по сравнению с другими системами управления:

свобода локальных действий в пределах, обусловленных вмешательством верхнего уровня;

возможность согласования локальных и глобальных критериев оптимальности уровней ИСУ в соответствии с целью, поставленной перед всей системой;

преимущества обобщения, сжатия, агрегирования информации, поступающей в ИСУ "снизу вверх", и - конкретизации, детализации информации, передаваемой "сверху вниз";

высокая надежность системы управления, ее гибкость и адаптивность к изменяющейся ситуации;

универсальный характер и, зачастую, - экономичность.

Основные разделы теории ИСУ: структурный анализ и синтез ИСУ; проблема координации ИСУ; оптимизация функционирования ИСУ.

Задачи структурного анализа и синтеза ИСУ весьма разнообразны, представление сложной системы в виде ИСУ зависит от принципа детализации: он

определяет структуризацию системы по уровням. Различают три основные концепции построения иерархической структуры "по вертикали":

декомпозиция системы по аспектам деятельности называется стратификацией сложной системы, а сами уровни называются стратами. Так, например, регион как сложная система, может быть представлен следующими уровнями, или стратами: политической, экономической, социальной, природно-климатической, экологической, др.;

расчленение системы по организационному признаку позволяет строить многоэтажные структуры управления, отражая необходимую субординацию между подсистемами, что является плодотворным при построении системы управления различными производствами, фирмами и др.;

подразделение сложной проблемы на частные задачи позволяет представить процесс решения в виде многослойной иерархии.

В ходе структуризации каждый из уровней можно подразделять еще на ряд подсистем уже по другому признаку. В качестве такового можно использовать функциональный подход или избранный принцип управления: с отрицательной обратной связью, с адаптацией, с обучением и др.

Основными задачами, возникающими при исследовании ИСУ, являются задачи анализа и синтеза иерархических систем. Рассмотрим некоторые предпосылки формального подхода к постановке задания исследования.

ИСУ любой системы сложности может быть представлена как совокупность взаимосвязанных модулей, в качестве которых выступают двухуровневые ИСУ - простейшие подсистемы, имеющие все характерные особенности ИСУ.

Двухуровневая ИСУ образована $(n+2)$ основными подсистемами:

вышестоящей управляющей подсистемой, или координатором C_0 , генерирующим координирующие сигналы u_i ($i=1, n$), адресованные

n нижестоящим управляющим подсистемам C_i ($i=1, n$), которые вырабатывают сигналы обратной связи ω_i ($i=1, n$), поступающие на вход координатора, а также управляющие воздействия m_i , предназначенные для управления

процессом P , связь которого с внешней средой осуществляется посредством входа X и выхода Y , а обмен информацией о результатах деятельности происходит по каналам обратной связи z_i .

Взаимодействия между подсистемами ИСУ носят динамический характер, изменяются во времени и образуют замкнутый контур, при чем по определению верхний уровень обладает приоритетом.

При этом вышестоящий элемент C_0 до принятия управленческих решений подсистемами C_i ($i=1,2,\dots,n$) реализует директивную функцию: на основе прогнозирования состояния окружающей среды и будущего поведения системы управления (сокращение неопределенности ситуации) устанавливает функцию качества управления, определяет форму взаимосвязи элементов C_i ($i=1,2,\dots,n$), или способ координации (выбор алгоритмов и правил) и выбирает координационные переменные y_i ($i=1,2, \dots,n$) $\in \Gamma$, а после выработки и реализации управляющих воздействий m_i ($i=1,2,\dots,n$) и получения информации о результатах по каналам ω_i ($1,2,\dots,n$) корректирует, регулирует деятельность подсистем управления, реализуя побудительную функцию, чтобы достичь цели системы наилучшим образом.

Такие представления о правилах функционирования системы, используя терминологию теории множеств, в общем виде можно записать:

$$\left. \begin{aligned}
 f_0 : S \rightarrow \Gamma & \text{ - директивная функция } C_0, \\
 f_0 : \Omega \rightarrow \Gamma & \text{ - побудительная функция } C_0, \\
 f_i : y_i \times z_i \rightarrow m_i & \text{ - функция управления } C_i, \\
 f_i^[] : y_i \times z_i \times m_i \rightarrow \omega_i & \text{ - функция оценки результата,} \\
 f_p : X \times M \rightarrow Y & \text{ - функция производства } P, \\
 f_p^[] : X \times M \times Y \rightarrow Z & \text{ отчетная информация объекта } P.
 \end{aligned} \right\} (6.9)$$

Выражения (6.9) иллюстрируют принципы построения соответствующих зависимостей, конкретный вид которых определяется спецификой реальной системы.

Задача выбора способа координации элементом S_0 сводится к отысканию таких правил, которые определяют значения воздействий множества μ и, в частности, устанавливают целесообразный способ согласования действий между подсистемами одного уровня $S_i (i=1,2,\dots,n)$. Можно предложить несколько принципов, пригодных для указанных целей:

координация путем "прогнозирования взаимодействий" - вышестоящий элемент прогнозирует состояние внешней среды и, в соответствии с ним, определяет связующие сигналы для подсистем нижнего уровня, которые действуют уже в условиях определенности;

координация путем "оценки взаимодействий" - когда элемент S_0 задает диапазон изменений связующих сигналов для элементов $S_i (i=1,2,\dots,n)$;

"развязывание взаимодействий" - управляющие подсистемы действуют относительно автономно, самостоятельно выбирая связующие сигналы;

координатор осуществляет свое право путем "наделения ответственностью", определяя зависимость между действиями (результатами) управляющих подсистем и откликами (санкциями, поощрениями) координатора;

координация с помощью "создания коалиций", когда вышестоящий элемент определяет тип связей между группами элементов нижнего уровня.

На рис 6.4 представлена двухуровневая система с двумя подсистемами на первом уровне, с помощью которой можно наглядно продемонстрировать сущность способов координации. Первый уровень (подсистемы S_1 и S_2) управляет объектами P_1 и P_2 с помощью воздействий t_1 и t_2 . Координатор S_0 управляет регуляторами S_1 и S_2 , подавая на их входы координирующие сигналы y_1 и y_2 , от которых зависят значения m_1 и t_2 : $m_1(y_1)$ и $t_2(y_2)$. Или в общем случае: $m_1(y)$ и $t_2(y)$, где $y=(y_1, y_2)$. Иначе, m_1 и t_2 могут зависеть одновременно от y_1 и от y_2 .

Система называется координируемой, если найдены такие значения \bar{y} , что $m_1(\bar{y})$ и $t_2(\bar{y})$ удовлетворяют общей величине, стоящей перед системой. Значения управляющих воздействий t_1 и t_2 , удовлетворяющие условию координи-

руемости, обозначим через $\tilde{m}_1(y)$ и $\tilde{m}_2(y)$. Величины U_1 и U_2 : характеризуют перекрестные взаимодействия между управляемыми объектами P1 и P2. Текущие значения этих величин U_1 и U_2 передаются к координатору C0 и путем сопоставления их со значениями $\tilde{U}_1(y)$ и $\tilde{U}_2(y)$, удовлетворяющими условиям координируемости системы, определяют ошибки рассогласования:

$$\varepsilon_1 = U_1 - \tilde{U}_1 \quad \text{и} \quad \varepsilon_2 = U_2 - \tilde{U}_2$$

и используют их для построения алгоритма функционирования координатора.

Стратегия координатора, при которой значения управляющих воздействий $\tilde{m}_1(y)$ и $\tilde{m}_2(y)$ удовлетворяют общей цели системы, когда:

$$U_1(y) = \tilde{U}_1(y) \quad \text{и} \quad U_2(y) = \tilde{U}_2(y) \quad (6.10)$$

то есть достигается баланс взаимодействий, называется принципом "прогнозирования взаимодействий", а если соотношения (6.10) заменяются на

$$U_1(y) \in U_1^y \quad \text{и} \quad U_2(y) \in U_2^y \quad (6.11)$$

где U_1^y и U_2^y - допустимые диапазоны изменения связующих сигналов U_1 и U_2 , то принцип координации называется "оценкой взаимодействий".

Выбор того или иного способа координации производится на основе сопоставления результатов теоретических расчетов, моделирования и эвристических соображений. При исследовании ИСУ, имеющих более двух уровней, при переходе от уровня к уровню характер задач и их алгоритмизация меняется и сопровождается усложнением: все меньше автоматизма и все больше эвристики, учитывающей мотивационные аспекты управления.

Следующее уточнение касается выбора способа формализации связующих сигналов. Для этого рассмотрим декомпозицию отдельных подсистем двухуровневой ИСУ, представленной на рис.6.3. В соответствии с этой схемой, собственно управление процессом P осуществляется подсистемами C1, C2, ..., Cn, с помощью управляющих воздействий m_1, m_2, \dots, m_n , воздействующие на различные аспекты деятельности P. Логично предположить необходимость декомпозиции процесса P на некоторые взаимосвязанные подпроцессы P1, P2, ...,

P_n (по числу аспектов) такой, что результат работы новой, декомпонированной системы будет обеспечивать достижения цели управления, а сущность механизма управления и координации станет более ясной и простой. Суть процесса декомпозиции представлена с помощью схем на рис.б.5. Все обозначения соответствуют представленным ранее.

По предположению, процесс P подвергается декомпозиции по аспектам и может быть представлен совокупностью подпроцессов P_1, P_2, \dots, P_n . При этом предполагается, что не только множество управлений M , но и множество входов X и выходов Y декомпонируется так, что каждому из подпроцессов приписывается определенное входное воздействие ω_i и выход y_i , такие, что $m_i \in M, \omega_i \in \Omega, y_i \in Y$.

В результате мы получаем совокупность автономных подпроцессов \bar{P} (рис.6.5,б), которое отличается от P тем, что подпроцессы не связаны между собой. Для того, чтобы получить совокупность взаимосвязанных подпроцессов (рис.6.5,в), предположим, что на вход каждого из P_i ($i=1, \dots, n$) поступает связующий сигнал U_i ($i=1, \dots, n$), обеспечивающий координированное, согласованное функционирование подпроцессов.

Выработка связующих сигналов между подпроцессами, с точки зрения сущности их деятельности, может производиться на основе:

известных управляющих воздействий и результатов, или на основе управляющих воздействий и ситуации, определенной входами из вне, или же на основе управления, ориентации на результат и учета ситуации вместе. Эти концептуальные соображения могут быть положены в основу определения функции взаимосвязи подпроцессов F в конкретном случае исследования реальной ИСУ.

Формальное описание процесса дается следующими соотношениями:

$$P: M \times \Omega \rightarrow Y, (6.12)$$

$$\bar{P}_i: m_i \times \omega_i \rightarrow y_i, (6.13)$$

$$\bar{P} = \{ \bar{P}_i \}_{i=1,2,\dots,n}, (6.14)$$

$$P = \{ \bar{P}, U \}, (6.15)$$

$$\bar{P}_i : m_i \times \omega_i \times U_i \rightarrow y_i, (6.16)$$

$$F : M \times Y \rightarrow U, \text{ или } u = F(m, y), (6.17)$$

$$F : M \times \Omega \rightarrow U, \text{ или } (6.18)$$

$$F : M \times Y \times \Omega \rightarrow U. (6.19)$$

Декомпозиция управляющих подсистем осуществляется аналогично, однако полезно рассматривать процедуру координации во взаимосвязи с решаемыми в ИСУ задачами.

В общем случае в ИСУ решаются задачи трех типов: глобальная, стоящая перед всей системой, задача D; задача, решаемая координатором C0 - задача D0 и задачи управления, решаемые нижестоящими подсистемами Ci, которые фигурируют в описании как задачи Di (i=1, 2, ..., n). Отметим, что в общем случае задачи D и D0 не совпадают. Можно предположить, например, что глобальная задача, конкретизируемая целями функционирования системы или внешними требованиями к ней со стороны внешней среды (канал S на рис.6.3), связана с выходом Y, т.е. предикат (6.20) является истинным, когда D(S) - глобальная задача, а Y - ее решение.

$$P\{Y, D(S)\}. (6.20)$$

И пусть D0 - задача вышестоящего элемента, состоящая в выработке координирующих воздействий u. Цель вышестоящего элемента как отражение его интересов может быть, например, связана уже не с функцией результата, а с функцией эффективности, и координирующие воздействия могут быть направлены на достижение цели, диссонирующей с требованиями внешней среды, что вызывает в таком случае необходимость координации, или согласования. Очевидно можно сформулировать:

$$P\{u, D0(S, \Omega)\}. (6.21)$$

И аналогично:

$$P\{t_i, Di(y_i, z_i, u_i)\}, (6.22)$$

где Di - задача i-й управляющей подсистемы Ci, конкретизированная координирующим сигналом ui, сигналами от управляющего объекта zi и сигналами от управляющей подсистемы yi.

лами от подсистем этого же уровня i ;

t_i - решение задачи D_i , или управляющий сигнал.

Совместное рассмотрение всех трех типов задач дает возможность определить понятие координируемости в ИСУ.

Поскольку решение глобальной задачи связывается с функцией результата, который, в свою очередь, обеспечивается выбором управляющих воздействий из множества M , то решения локальных задач управления должны быть согласованы с решением глобальной задачи - координируемость 1, или координируемость первого рода. Иначе:

$$\forall_{i=1, n} \exists_{m_i \in M} \left[M_i, D_i \right] \rightarrow \left[Y, D \right] \quad (6.23)$$

Обеспечение совместного согласованного управления подсистемами одного уровня производится на основе координации с помощью сигналов y , вырабатываемых координатором C_0 , то есть решения задач управления должны быть координированы относительно задачи координатора - координируемость 2:

$$\exists_{y \in \Gamma} \left[y, D_0 \right] \rightarrow \forall_{i=1, n} \left[m_i, D_i \left(y_i \right) \right] \quad (6.24)$$

В свою очередь, задача координатора должна быть скоординирована относительно глобальной задачи - координируемость 3:

$$\exists_{y \in \Gamma} \left[y, D_0 \right] \rightarrow \left[Y, D \right] \quad (6.25)$$

Тогда понятие координируемости ИСУ предполагает совместимость всех задач, или существование в допустимых множествах Γ и M таких элементов

$y \in \Gamma$ и $m \in M$, что:

$$\forall_{i=1, n} \exists \exists \left[m_i, D_i \right] \wedge \left[y, D_0 \right] \rightarrow \left[Y, D \right] \quad (6.26)$$

Условие полной координированности ИСУ выражает предложение:

$$\forall_{i=1,n} \forall m_i y \{m_i, D_i\} \wedge \{y, D_0\} \rightarrow \{Y, D\} \quad (6.27)$$

которое называется постулатом совместимости задач в ИСУ.

Основной причиной возникновения конфликтов в ИСУ является нескоординированность во взаимодействии подсистем. Задача координатора - установление таких правил взаимодействия, которые приводят к желаемому результату: выполнению глобальной задачи с максимальной выгодой для подсистем различного уровня, и в этом отношении имеет смысл говорить о проблеме оптимизации в ИСУ. Принципы координации позволяют постулировать условия взаимодействия подсистем и опосредованно оказывают влияние на эффективность функционирования ИСУ. Критерием применимости конкретного принципа координации служит постулат совместимости.

Таким образом, задачи синтеза ИСУ, которые ставятся в процессе проектирования таких систем, могут касаться различных аспектов проблемы:

1. Синтез координатора. Даны глобальная задача и задачи управления, решаемые подсистемами нижнего уровня. Необходимо найти такую задачу D_0 , решаемую на уровне координирующего элемента C_0 , чтобы система была координируема.

2. Синтез задач управления. Известна глобальная задача, и координатор делегирует полномочия по управлению процессом подсистемам нижнего уровня, состав задач которых, структуру и характер взаимодействия определяет координатор так, чтобы выполнялся постулат совместимости задач.

3. Синтез заданного комплекса. В соответствии с глобальной задачей формулируются задачи D_0 и D_i ($i=1,2,\dots,n$), решение которых должно удовлетворять постулату совместимости.

4. Синтез структуры ИСУ. В соответствии с известным задачным комплексом определяется необходимое число уровней иерархии и количество элементов каждого уровня.

5. Синтез методов, или процедур координации. Двухуровневая ИСУ опре-

делена, задачи в ней координируемы. Необходимо найти эффективный метод получения координирующих сигналов, которые позволяли бы перейти от частичной к полной координированности задач.

6. Синтез процедур управления. Аналогично пункту 5 определяется модификация задач управления, решаемых на нижнем уровне управления, такая, чтобы эти модифицированные задачи удовлетворяли постулату совместимости.

7. Синтез производственной системы. Осуществляется проектирование объекта, отвечающего потребностям внешней среды.

Предпосылки формализации задачи синтеза в той или иной модификации будут приведены в последнем разделе настоящей работы.

Методы декомпозиционного анализа

Разработанные до настоящего времени методы декомпозиции ориентированы в основном на детерминированные задачи и применяют дизъюнктивную декомпозицию по деятельности и единицам. При том исходные задачи выбираются аддитивно сепарабельными по деятельности. Для координации в основном применяют стимулирование с помощью цен результата или лимитирование при помощи лимитирования результатов.

Замечание. У математической функции различают три уровня сепарабельности, которые в понижающемся порядке таковы:

- 1) аддитивно сепарабельная функция: $f_1 = \sum f_j(x_j)$;
- 2) мультипликативно сепарабельная функция: $f_2 = \prod f_j(x_j)$;
- 3) несепарабельная функция: $f_3 = f(x)$.

При этом логарифм мультипликативно сепарабельной функции аддитивно сепарабелен: $\log f_2 = \log \sum f_j(x_j)$. Таким образом, сепарабельность можно формально повысить за счет усложнения функции.

Декомпозиция по деятельности и единицам и координация с помощью

цен результата в терминах классической математики (дифференциального исчисления) эпизодически разрабатывались еще в начале текущего столетия (А. Маршалл, А. Пигу). Но только те методы декомпозиции, которые базируются на двойственной теории оптимизации, дают принципам координации с помощью цен (классическая доктрина равновесных цен) математически последовательное объяснение и алгоритмы для вычисления этих цен. Математическая основа существует еще с XVIII века в виде метода неопределенных множителей Ж. Лагранжа. В трудах Л.В. Канторовича по линейному программированию (1939г.) аналогами неопределенных множителей Лагранжа служат разрешающие множители, или объективно обусловленные оценки.

Математическое содержание метода стимулирования с помощью цен результата состоит в следующем. От задачи с глобальными ограничительными условиями между единицами переходят к эквивалентной функции Лагранжа, в которой неопределенный множитель имеет 1 содержание цены. Далее для анализа функции Лагранжа используются понятия седловой точки или двойственной функции.

Экономическое толкование этого класса методов представляет собой классическую теорию конкурентных равновесных цен. Задача координирующего центра (рынка) состоит в том, чтобы корректировать цены по соотношению между предложением и спросом единиц, Поскольку балансовое соответствие предложения и спроса определяется градиентом целевой функции центра, то корректировка цен в основном происходит на этой основе.

Применимость этого класса методов ограничивается тем, что исходная задача должна быть аддитивно сепарабельна и иметь строгую вогнутость; другими словами, частные планирующие задачи здесь на каждом шаге должны иметь единственные решения. Последнее утверждение не распространяется на методы с нелинейными ценами. Метод Данцига - Вульфа обходит это препятствие с помощью того, что на последнем шаге координирующая задача вместо стимулирования применяет лимитирование деятельности в самой строгой форме (дик-

тат).

Другой, больший класс методов, который применяется при декомпозиции по деятельности и единицам с помощью лимитирования результатов, начал развиваться несколько позже. Идея исходит от Я. Корнай и Т. Липтака (1961г.). Позднее ее разработал В.А. Волконский (1973г.), развили К.А. Багриновский (1968г.), Дж. Сильверман (1972г.) и другие.

Математическая идея лимитирования состоит в том, что ограничения исходной задачи распределяются по деятельности или по единицам, которые в этих пределах определяют локальные оптимумы. Координация используется для нахождения распределения ограничений, позволяющего достигнуть глобального оптимума. Индикативной информацией могут здесь служить двойственные решения частных задач планирования. Об экономическом содержании изложенного метода следует сказать, что решения двойственных задач описывают предельные эффективности выделенных ресурсов и обязательств. На этой основе ресурсы и обязательства перераспределяются до тех пор, пока эффективности не станут одинаковыми.

Метод может использоваться как при линейных, так и при нелинейных аддитивно сепарабельных задачах. Преимущество этого метода в том, что в ходе решения приближенные планы являются допустимыми. Его недостаток - это сложность координации, связанная с трудностями обеспечения непротиворечивости частных задач.

Некоторые комбинированные классы методов представляются также экономически эффективными.

Дизъюнктивная композиция по времени и координация с помощью цен результата может рассматриваться как самостоятельный класс математических методов, в котором вместо функции Лагранжа применяется функция Гамильтона, т.е. это подход является версией принципа максимума Понтрягина. Разработки этого подхода были опубликованы В.Е. Дементьевым.

Первая работа о конъюнктивной декомпозиции по результатам (ограниче-

ниям) и координации с помощью штрафов деятельности была опубликована в 1966 г. Дж. Лионсом и Р. Темамом, и далее этот подход был развит Ж. Сеа. Данный класс методов называется методом совмещения планов. По основной идее этих методов вся система частных задач состоит из планирующих задач. В каждой частной задаче в ходе итерации определяется весь план исходной задачи с учетом:

целевой функции исходной задачи,

части ограничений исходной задачи,

значений плана остальных задач на предыдущем шаге (с целью уменьшения различия между локальными планами). Метод работает для широкого класса задач, в том числе несепарабельных.

Дизъюнктивную декомпозицию по деятельности и единицам и комбинированную координацию, как уже указывалось, впервые применили Дж. Данциг и П. Вульф в 1960 г. Их идея такова: в ходе решения координация происходит с помощью цен результата, и на последнем шаге итерации применяется диктование.

А. Чарнесом, Р. Кловвером и К. Кортанеком был рассмотрен подход комбинирования цен результата и лимитов результата. Позднее этот подход исследовал Ю. Эннусте. Ф. Мартинес-Солер изучал применение пены деятельности и лимита результата, а Б.Т. Поляк и Н.В. Третьяков предложили сочетание цены результата и штрафа за результат. Принцип цены результата и штрафа за деятельность был использован Л.М. Дудкиным. Следует отметить, что по сравнению с уникоординацией при комбинированных методах координации существенно растет объем последней, но полученные результаты позволяют предполагать, что основанные на этом методы являются более общими и лучше сходятся. С точки зрения экономической науки вариант комбинации цен результата и лимитов результата кажется наиболее содержательным, так как сочетает гибкость координации посредством цен и стабильность, достигаемую лимитированием.

Параллельное применение стимулирования и лимитирования в экономических системах очень распространено, причем лимитирование не только обеспечивает большую стабильность, но и позволяет также корректировать недостатки стимулирования. Таким образом, дальнейшее развитие этого метода представляет большой интерес: он может стать как методом решения, так и средством моделирования и анализа функционирования экономических процессов.

В области разработки методов декомпозиции стохастических задач существуют лишь некоторые частные подходы (Д.Б. Юдин, Ю. Эннусте). Однако эти задачи представляют особый интерес для экономических исследований, так как экономические задачи являются по существу стохастическими, и анализ процессов координации представляется здесь особенно плодотворным. Общие трактовки в этом направлении предлагаются теорией экономического равновесия в условиях неопределенности. Однако работы по экономическому равновесию не содержат идеи иерархической координации.

В области синтеза систем на основе методов декомпозиции развивается преимущественно формализованная теория механизма управления экономикой. В качестве математического аппарата в основном используется теорема Х. Куна и А. Таккера о седловой точке, а также связи последней с задачами на оптимум. Это же направление продолжали работы О. Ланге, М. Месаровича, Я. Корнай, Н.П. Федоренко, А.Г. Аганбегяна, К.А. Багриновского, А.Г. Гранберга, В.И. Данилова-Данильяна, М.Г. Завельского и других.

Указанные авторы в своих исследованиях старались исходить из возможно более общих экономических условий и описывать строгие модели экономических систем на базе декомпозиционных методов. Но зачастую для строгости им приходилось жертвовать общностью трактовки, а поэтому и адекватностью с реальными системами управления.

Подведем некоторые итоги сказанному в этом разделе.

Кибернетика - наука о законах структурной организации и функциониро-

вания систем управления любой материальной природы и степени сложности, имеющая своей целью анализ, синтез и оптимизацию таких систем. Законы кибернетики объективны и специфичны, они не являются предметом исследования никакой другой науки.

Основными понятиями кибернетики являются: система, модель, информация, управление.

Кибернетике присущ системный подход, основывающийся на принципе целостности объекта исследования и обеспечивающий рассмотрение этого объекта во всей его сложности и разнообразии свойств и связей.

При всем разнообразии возможных подходов к определению понятия "система" для целей экономической кибернетики важными являются системно-ориентированное, структурно-функциональное и Динамическое представление о сложной системе.

Экономическая кибернетика - самостоятельное научное направление, исследующее экономику и ее звенья как сложные динамические системы управления.

Объект экономической кибернетики - экономические системы. Предмет исследования экономической кибернетики - процессы и закономерности структурной организации и функционирования экономических систем, а также механизмы управления экономическими процессами.

Специфическим методом кибернетики, экономической кибернетики является моделирование.

Модель - представление объекта исследования в некоторой форме, отличной от формы его реального существования.

Важным свойством отношения "оригинал-модель" является отношение гомоморфизма.

Математические модели экономических систем используются для формализации целей функционирования и развития таких систем, а также ограничений, диктуемых действующими экономическими условиями.

Экономико-математическая модель - это совокупность математических выражений, описывающих экономические объекты и процессы и применяемых для получения необходимой в целях управления информации.

Существенным признаком, обеспечивающим целостное представление о сложной экономической системе, является наличие в ней управления.

Управление есть целенаправленное воздействие одной системы на другую, имеющее целью изменить ее поведение в соответствии с изменяющимися условиями внешней среды.

Введение понятия управления предоставляет возможность математически строго определить такие важные для целей экономической кибернетики понятия, как: система управления, управляемость системы, качество управления, задача управления, закон управления и оптимальное управление.

Важный класс систем управления составляют иерархические системы, имеющие многоуровневую структуру.

Соединения элементов в системах управления осуществляются посредством прямых и обратных связей, наличие которых определяют важные свойства систем управления.

В разомкнутых и замкнутых системах управления реализуются принципиально различные виды управления: жесткое управление, регулирование, адаптивное управление.

Важным свойством, которым обладают системы управления с высоким многообразием, является свойство самоорганизации. Адаптация, обучение, самоорганизация так же, как и эволюция, - это стохастические процессы, которые обуславливаются и обеспечиваются наличием в системе управления специальных обратных связей.

Методологической основой исследования систем и процессов управления любой природы является комплекс принципов управления: целостность, системный подход, необходимое разнообразие, внешнее дополнение и другие.

Неотъемлемым атрибутом любого процесса управления является инфор-

мация.

Информация - это мера неоднородности распределения материи и энергии в пространстве и во времени.

Иначе, информация есть отображение разнообразия среды или объекта. Полезность экономической информации определяется информативностью данных.

Экономическая кибернетика исследует процессы управления сложными экономическими системами, используя метод экономико-математического моделирования, причем процессы управления являются по сути информационными, базирующимися на экономической информации.

Экономическая система (экономика) - это сложная целенаправленная управляемая динамическая система, осуществляющая производство, распределение и потребление материальных благ с целью удовлетворения потребностей общества. Основными детерминантами экономической системы выступают, таким образом, общество, природа, пространство и время.

Экономике присущи все свойства сложной динамической системы, а ее исследование требует системного подхода к решению задач анализа, синтеза и оптимизации управления.

Системный подход к решению любой экономической проблемы предполагает последовательность этапов: идентификация проблемы, внутренний анализ проблемы, внешний анализ проблемы, идентификация системы, синтез модели, анализ модели, оптимизация системы с помощью модели.

Задачи анализа и синтеза в процессе исследования экономической системы взаимосвязаны и образуют единый комплекс. Ввиду сложности экономической системы они базируются на системе принципов декомпозиции экономической системы и координации процессов управления в ней, эта система принципов составляет сущность методов декомпозиции.

ЛЕКЦИЯ 3

ДИАГНОСТИКА И ОЦЕНКА СЛОЖНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

1. Понятие диагностики. Основные методы диагностики СЭС.
2. Понятие, классификация и основные типы шкал измерения.
3. Обработка характеристик, измеряемых в разных шкалах.
4. Показатели и критерии оценки систем.
5. Методы качественного оценивания систем.
6. Методы количественного оценивания систем.
7. Оценка сложных СЭС в условиях неопределенности.
8. Оценка сложных систем в условиях риска на основе функций полезности.
9. Оценка систем на основе модели ситуационного управления.

1. Понятие диагностики. Основные методы диагностики СЭС

Диагностический подход предполагает определение характера нарушений в области хозяйственной деятельности, в которой происходят отклонения от нормальной относительной динамики в различных процессах, выражаемый через темпы изменения соответствующих показателей.

Теория эффективности – научное направление, предметом изучения которого являются вопросы количественной оценки качества характеристик и эффективности функционирования сложных систем.

В общем случае оценка сложных систем может проводиться для разных целей:

- для оптимизации – выбора наилучшего алгоритма из нескольких реализующих один закон функционирования систем;

- для идентификации определения системы, качество которого наиболее соответствует реальному объекту в заданных условиях;
- для принятия решения по управлению системами.

Перечень частных целей и задач, требующих оценки систем можно предположить, общим для всех подобных задач является подход, основанный на том, что понятие «оценка» и оценивание рассматривается отдельно и оценивание уже проводится в несколько этапов.

Под *оценкой* понимают результат, получаемый в ходе процесса, который определен, как *оценивание*. Принято считать, что с термином «оценка» сопоставляется понятие «истинность», а с термином «оценивание» - «правильность».

Другими словами, истинная оценка, может быть получена только при правильном процессе оценивания. Это положение определяет место теории эффективности в задачах системного анализа в управлении сложными СЭС. Управление СЭС любого уровня иерархии – это сложный итеративный процесс, который допускает существование ее во времени и пространстве соответствующие поставленные цели. На основе существования широкого спектра концепций управления, его способов, методов и инструментов, особое место занимает *диагностика поведения системы*. Прежде всего это связано с тем, что оценка и анализ состояния исследуемых объектов является информационным базисом предвидения, функционирования, развития системы в будущем, что непосредственно влияет на качество принятых решений в управлении ее поведением во внешней динамической рыночной среде.

Термин «*диагностика*» (от гр. *diagnostikos* – способный распознавать) в переводе с греческого означает распознавание состояния объекта любой природы. Наиболее широко данный термин используется в медицине, но с середины XX столетия стал устойчиво вошел в практику экономических исследований, отображая процесс междисциплинарного взаимодействия различных наук. В процессе диагностики распознавание объекта можно рассматривать с двух по-

зиций: как оценка состояния системы и как определение принадлежности состояния к тому или другому классу (кластеру).

Диагностика СЭС – это процесс установления и изучения признаков, характеризующих состояние экономической системы, для предсказания возможных отклонений и предотвращения нарушений нормального режима их работы. Диагностика является своеобразным механизмом саморегулирования в системе, обеспечивающим обратную связь в контуре управления.

В современном экономическом словаре под «*диагностикой экономической системы*» понимается совокупность исследований для определения целей функционирования хозяйствующего субъекта (организации, предприятия), способов их достижения, обнаружения проблем и вариантов их решения.

Целью диагностики СЭС является повышение эффективности ее работы на основе системного изучения всех видов деятельности в системе и обобщения их результатов. Исходя из этого, задачами диагностического анализа являются:

1. Идентификация реального состояния анализируемого объекта.
2. Исследование состава и свойств объекта, его сравнение с известными аналогами или базовыми характеристиками, нормативными величинами.
3. Выявление изменений в состоянии объекта в пространственно-временном разрезе.
4. Установление основных факторов, вызвавших изменения в состоянии объекта, и учет их влияния; прогноз основных тенденций.

Предметом диагностики является оценка, анализ и прогнозирование экономических показателей, мониторинг эффективности деятельности предприятий.

Объектом диагностического исследования является производственно-экономическая система в целом и ее структурные подразделения (цеха, бригады, участки), организационная система управления и ее элементы. *Субъектами* могут выступать органы государственной власти, научно-исследовательские институты, фонды, центры, общественные организации,

средства массовой информации, аналитические службы предприятий.

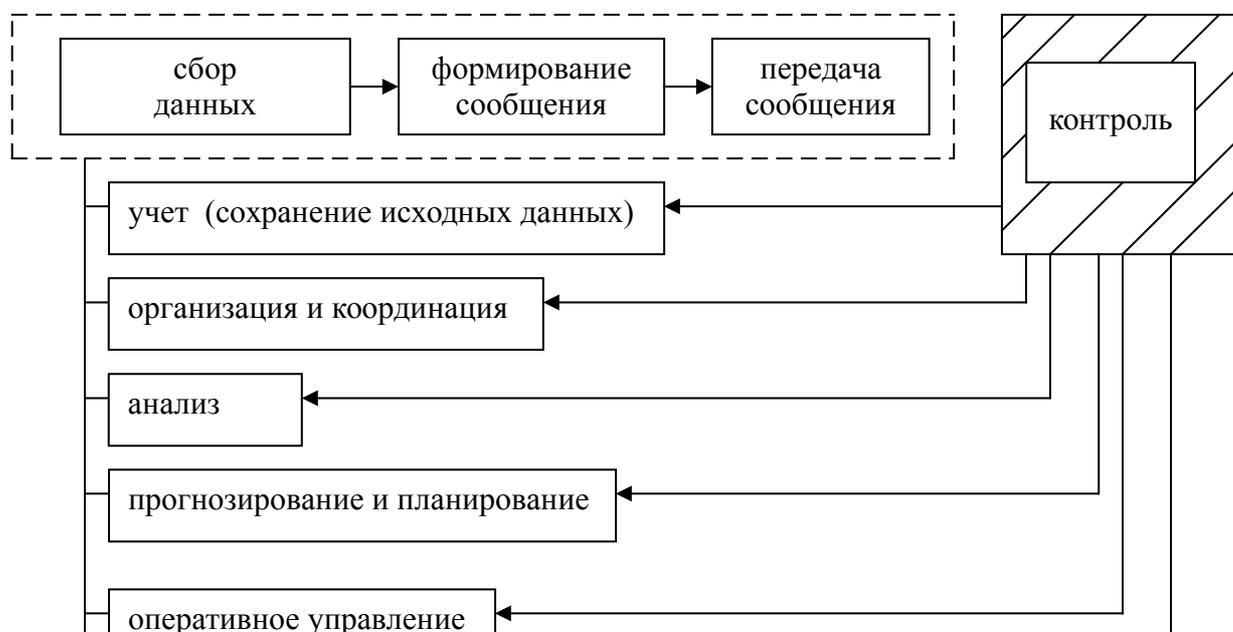
Необходимо отметить, что распознавание состояния исследуемого объекта можно трактовать с двух точек зрения:

- распознавание (как оценка состояния предприятия);
- распознавание (как определение принадлежности состояния к тому или иному классу).

Такой подход к пониманию сущности диагностики позволяет определить ее цель в контексте системного исследования, ориентированного на перспективу (стратегическая диагностика).

Стратегическая диагностика – способ организации стратегического контроля на основе системных показателей, позволяющих как выявить стратегические проблемы в деятельности предприятия (узкие места), так и контролировать процесс реализации корректирующих мероприятий.

Стратегическая диагностика является одним из звеном процесса принятия решений. Общая схема процесса принятия решений приведена на рис. 7.1.



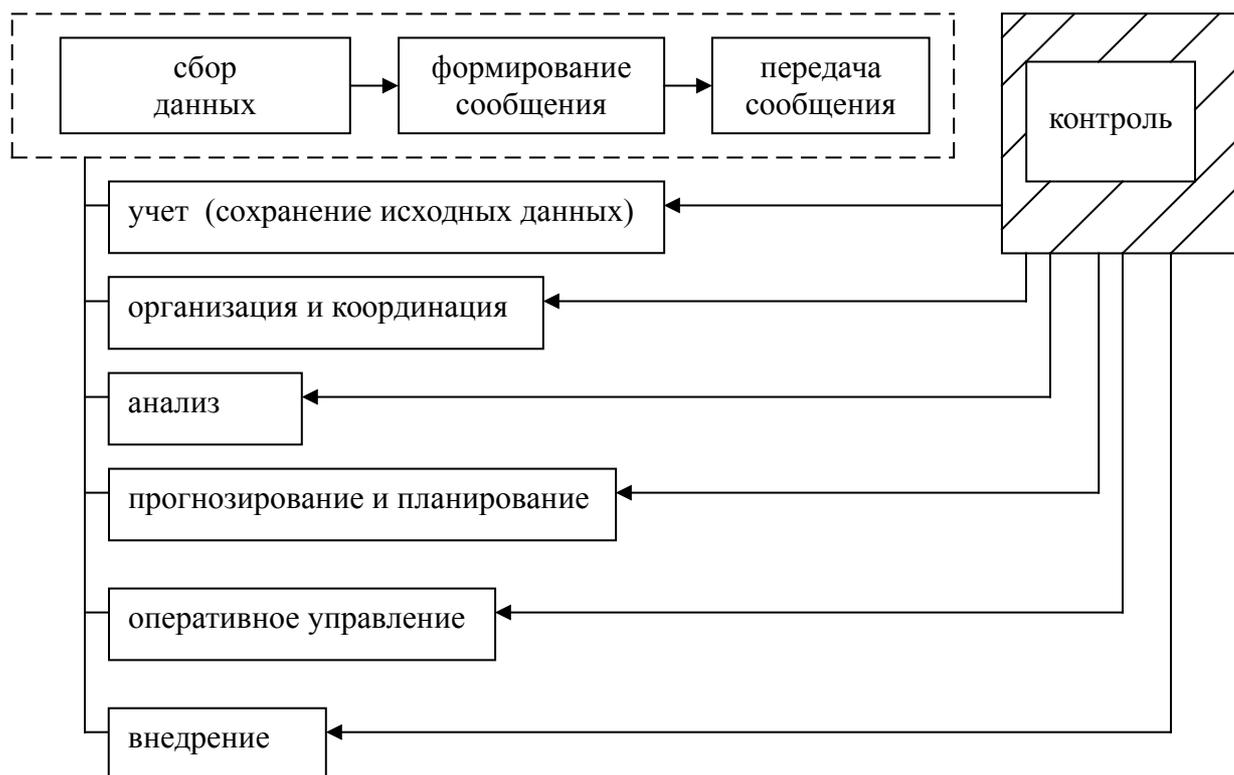


Рис. 7.1. Общая схема процесса принятия решений

Целями стратегической диагностики являются:

- своевременное распознавание признаков и природы характеристик объекта управления;
- преодоление нежелательных последствий и локализация проблем в СЭС;
- разработка стратегии достижения цели системы;
- осуществление контроля за процессом реализации стратегии достижения целей.

Высокий уровень динамичности внешней среды, характерный для современного состояния развития рыночной экономики, существенно изменяет пра-

вила, приемы, принципы диагностики, привнося в ее содержание элементы нелинейности, стохастичности поведения СЭС, дополняя, а иногда и заменяя ее.

Следовательно, разработка или подбор метода диагностики прямо зависит от сложившейся ситуации, которая характеризуется сочетанием влияния факторов как внешней, так и внутренней, среды предприятия. Исходя из этого, диагностику можно классифицировать по различным оценочным признакам. Типология и содержательная характеристика существующих подходов к диагностике СЭС приведена в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Виды диагностики и их характеристика

№ п/п	Признаки типологии диагностики	Типы диагностики	Содержательная характеристика
1	2	3	4
1	По объекту диагностики	структурная диагностика	основана на декомпозиции изучаемого объекта и изучении структурных характеристик его элементов
		функциональная диагностика	исследует процесс функционирования (деятельности) организации
		организационная диагностика	является технологией анализа состояния предприятия и помогает: установить особенности социально-психологического климата в коллективе, стиль и методы руководства; выявить проблемные моменты в рабочем процессе; подготовить рекомендации по оптимизации деятельности компании
2	По периодичности проведения	систематическая диагностика	предполагает постоянное исследование изменения технико-экономического состояния предприятия
		эпизодическая (точечная) диагностика	основана на разовых специальных исследованиях изменения технико-экономического состояния предприятия

Продолжение табл. 7.1

1	2	3	4
3	По форме оценки результатов	количественная диагностика	исходит из необходимости определения количественных характеристик технико-экономического состояния предприятия. Цель данного вида диагностики состоит в измерении, сравнении результатов производства, уровня затрат, установлении количественной меры влияния различных факторов

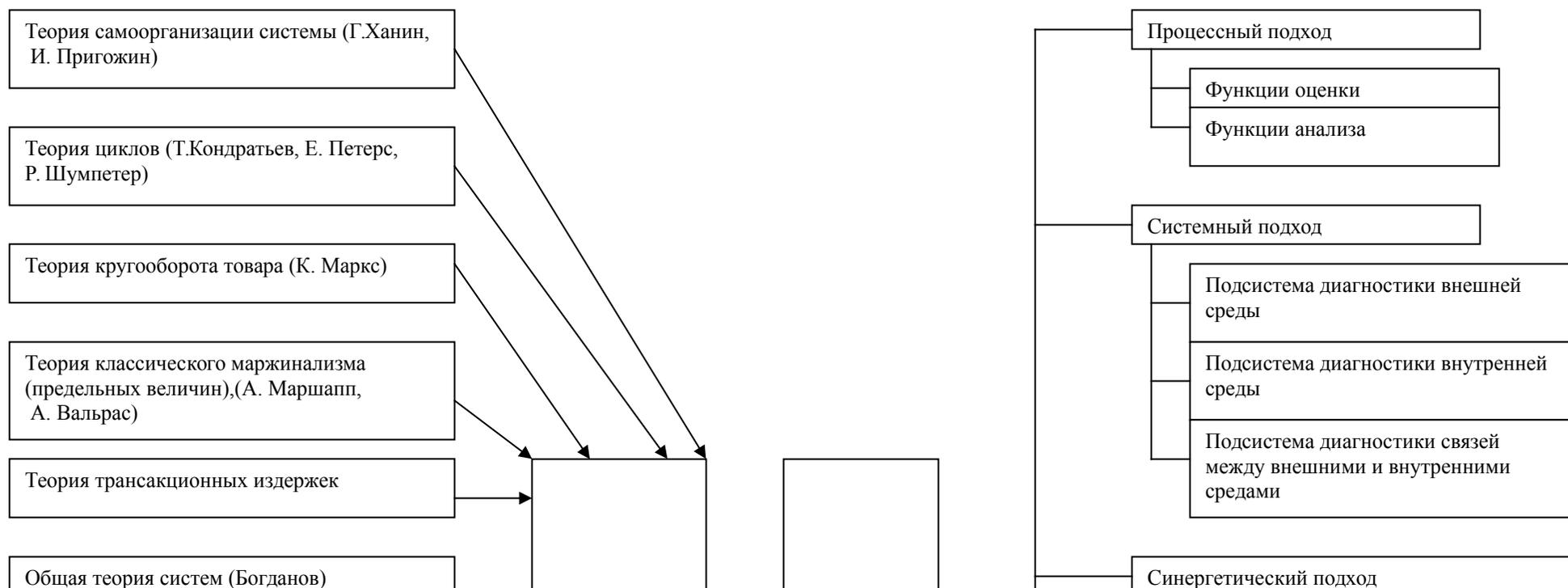
качественная диагностика	основана на качественных сравнительных оценках, характеристиках технико-экономического состояния предприятия. Ее целью является выявление особенностей данного состояния и его внутренних взаимосвязей
--------------------------	--

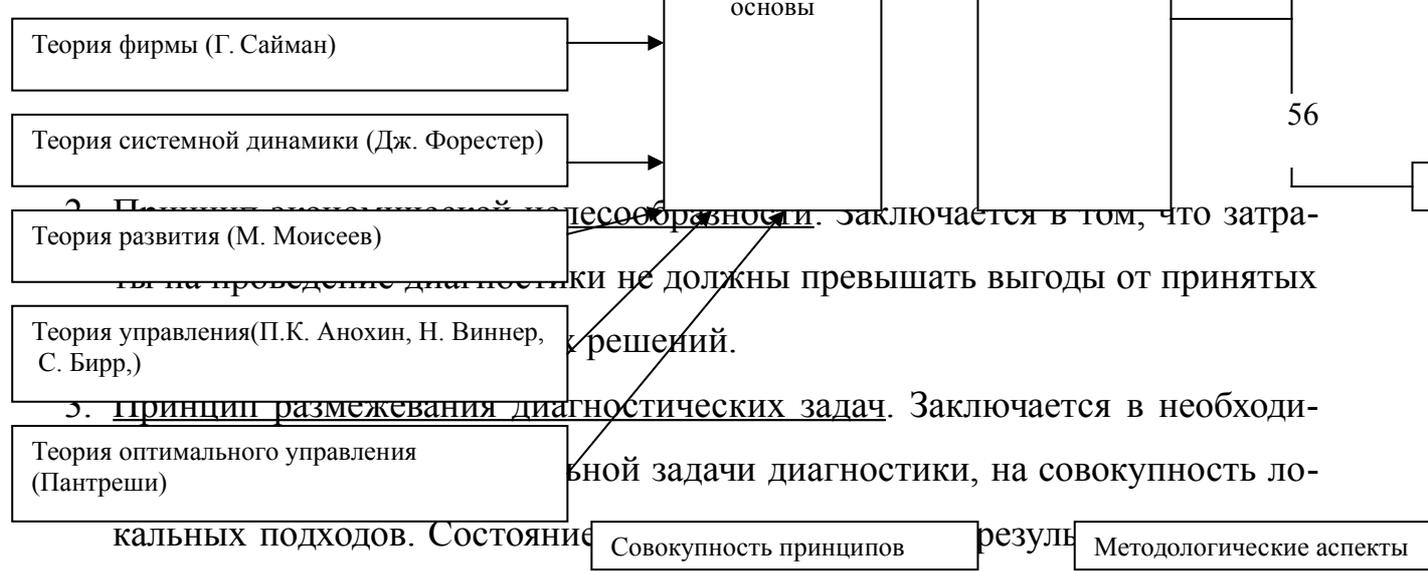
Теоретической основой диагностики выступают разнообразные теории управления сложными системами, которые определяют особенности объекта и предмета диагностики в рамках соответствующего исследования. На рис. 7.2 представлена схема теоретико-методологического базиса диагностики, а также элементы научных подходов и понимание ее сущности.

Принцип диагностики характеризует ее методологические основы, позволяя в зависимости от особенностей объекта исследования разработать и выбрать спектр методов, способов, приемов, адекватных ее целевой направленности.

К принципам диагностики относятся:

1. **Принцип иерархичности.** Отображает сложно подчиненный характер процесса диагностики. Это выражается, прежде всего, целями, которые в условиях изменчивой внешней среды имеют свойство динамичности, а также необходимости диагностики состояния не только всего предприятия, но и элементов (ресурсов, функций) для выявления, как возможностей, так и недостатков его развития. Данный принцип лежит в основе выбора методов диагностики, которые соответственно сложившиеся обстоятельно и формируют содержание ситуационного подхода и ее понимание.





3. Принцип экономичности. Экономичности. заключается в том, что затраты на проведение диагностики не должны превышать выгоды от принятых решений.

4. Принцип размежевания диагностических задач. Заключается в необходимости задачи диагностики, на совокупность локальных подходов. Состояние

Совокупность принципов результаты Методологические аспекты

взаимосвязи не только внутренних и внешних условий, но и совместного их влияния, поэтому проводить диагностику необходимо путем решения задач диагностики средств. Композиция получения оценок позволяет распознать состояние предприятия и разработать адекватные управленческие решения.

4. Принцип направленности. Допускает разницу целей, методов, задач диагностики в зависимости от доминирующего вида и управления предприятием, что зависит от стадии и базы его функционирования и развития.

Необходимо отметить, что представленные выше принципы формируют также методологический базис механизма диагностики, поскольку данный метод является средством достижения целей управления СЭС.

Механизм диагностики СЭС выполняет три основные функции:

- оценивающая;
- аналитическая;
- прогностическая.

Выделяют четыре этапа оценивания сложных систем:

1. Определение целей оценивания. В системном анализе выделяют два вида целей:
 - качественную;
 - количественную.

Качественной называется цель, достижение которой выражается в номинальной шкале или шкале порядка. **Количественной** называется цель, достижение которой выражается в количественных шкалах.

Определение цели должно осуществляться относительно системы, в которой рассматриваем систему являющуюся элементом (подсистемой).

2. Изучение свойств системы, признанных существенными для целей оценивания. Для этого выбираются соответственные шкалы измерений свойств и всем исследуемым свойством системы присваиваются определенные значения на этих шкалах.
3. Обоснование предпочтений критериев качества и критериев эффективности функционирования систем на основе измерения, по выбранным шкалам свойств.
4. Собственно оценивание. Все исследования системы рассматриваются как альтернативы, сравниваются по сформированным критериям и в зависимости от целей оценивания ранжируются, оптимизируются и т. д.

2. Понятие, классификация и основные типы шкал измерения

В основе оценки СЭС лежит процесс сопоставления значений качественных или количественных характеристик исследуемой системы значениям соответствующих шкал. Исследование характеристик привело к выводу о том, что все возможные шкалы принадлежат к одному из нескольких типов, определяемых перечнем допустимых операций на этих шкалах.

Формально ***шкалой*** называют кортеж из трех элементов $\langle X, Y, \Phi \rangle$, где X – реальный объект, Y – шкала, Φ – гомоморфное отображение X на Y .

В современной теории измерений определено:

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n, R_x\}$ – эмпирическая система с отношением, включающая множество свойств x_i , на которых в соответствии с целями измерения задано некоторое отношение R_x . В процессе измерения необходимо каждому свойству $x_i \in X$ поставить в соответствие признак или число, его характеризующее. Если целью измерения является выбор, то элементы x_i рассматриваются как альтернативы, а отношение R_x должно позволять сравнивать эти

альтернативы;

$Y = \{\phi(x_1) \dots \phi(x_n), R_y\}$ – знаковая система с отношением, являющаяся отображением эмпирической системы в виде некоторой образной или числовой системы, соответствующей измеряемой эмпирической системе;

$\phi \in \Phi$ – гомоморфное отображение X на Y , устанавливающее соответствие между X и Y так, что $\{\phi(x_1), \dots, \phi(x_n)\} \in R_y$ только тогда, когда $\{x_1, \dots, x_n\} \in R_x$.

Тип шкалы определяется по $\Phi = \{\phi_1, \dots, \phi_m\}$, множеству допустимых преобразований $x_i \rightarrow y_i$.

В соответствии с приведенными определениями, охватывающими как количественные, так и качественные шкалы, измерение эмпирической системы X с отношением R_x состоит в определении знаковой системы Y с отношением R_y , соответствующей измеряемой системе. Предпочтения R_x на множестве $X \times Y$ в результате измерения переводятся в знаковые (в том числе и количественные) соотношения R_y на множестве $Y \times X$.

Различают следующие типы шкал:

1. Шкалы номинального типа (шкала наименований, классификационная шкала).

Является самой слабой качественной шкалой. По ней объектам x_i или их неразличимым группам дается некоторый признак. Основным свойством этих шкал является сохранение неизменных отношений равенства между элементами эмпирической системы в эквивалентных шкалах. Шкалы этого типа задаются множеством взаимозначимых допустимых шкал значений. Шкалы этого типа допускают только различение объектов на основе проверки выражения отношения равенства на множестве этих элементов. Номинальный тип шкал соответствует простейшему виду измерений, при котором шкальные значения используются лишь как имена объектов, поэтому шкалы номинального типа также называются часто шкалами наименований (код города, машины, название улиц и т. д.).

2. Шкалы порядка.

Шкала называется *ранговой (шкала порядка)*, если множество Φ состоит из всех монотонно возрастающих допустимых преобразований, шкальных значений. Измерение шкалы порядка может применяться в следующих ситуациях:

- необходимо упорядочить объекты во времени и пространстве. Эта ситуация, когда интересуются не сравнением степени выраженности, какого либо их качества, а лишь взаимным пространственным или временным расположением этих объектов;
- нужно упорядочить объекты в соответствии с каким либо качеством, но при этом не требуется проводить его точное измерение;
- какое-либо качество в принципе измеримо, но в настоящий момент не может быть измерено по причинам практического или теоретического характера.

3. Шкалы интервалов.

Является одним из наиболее важных типов шкал. Тип шкал интервалов содержит шкалы, единственные с точностью до множества положительных линейных допустимых преобразований вида $\phi(x) = ax + b$, где $x \in Y$ – шкальные значения из области определения Y ; $a > 0$; b – любое значение. Основным свойством этих шкал является сохранение неизменными отношений интервалов в эквивалентных шкалах:

$$\frac{x_1 - x_2}{x_3 - x_4} = \frac{\phi(x_1) - \phi(x_2)}{\phi(x_3) - \phi(x_4)} = \text{const.}$$

4. Шкалы отношений.

Шкалой отношений (подобия) называется шкала, если Φ состоит из преобразований подобия $\phi(x) = ax$, $a > 0$, где $x \in Y$ – шкальные значения из области определения Y ; a – действительные числа.

Нетрудно убедиться, что в шкалах отношений остаются неизменными отношения численных оценок объектов. Действительно, пусть в одной шкале

объектам a_1 и a_2 соответствуют шкальные значения x_1 и x_2 , а в другой – $\phi(x_1) = ax_1$ и $\phi(x_2) = ax_2$, где $a > 0$ – произвольное действительное число. Тогда имеем:

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{\phi(x_1)}{\phi(x_2)} = \frac{ax_1}{ax_2}.$$

5. Шкала разностей.

Шкалы разностей определяются как шкалы, единственные с точностью до преобразований сдвига $\phi(x) = x + b$, где $x \in Y$ – шкальные значения из области определения Y ; b – действительные числа.

Это означает, что при переходе от одной числовой системы к другой меняется лишь начало отсчета. Шкалы разностей применяются в тех случаях, когда необходимо измерить, насколько один объект превосходит по определенному свойству другой объект. В шкалах разностей неизменными остаются разности численных оценок свойств. Действительно, если x_1 и x_2 – оценки объектов a_1 и a_2 в одной шкале, а $\phi(x_1) = x_1 + b$ и $\phi(x_2) = x_2 + b$ – в другой шкале, то имеем:

$$\phi(x_1) - \phi(x_2) = (x_1 + b) - (x_2 + b) = x_1 - x_2.$$

6. Абсолютные шкалы.

Абсолютными называют шкалы, в которых единственными допустимыми преобразованиями Φ являются тождественные преобразования: $\phi(x) = |e|$, где $e(x) = x$. Это означает, что существует только одно отображение эмпирических объектов в числовую систему. Отсюда и название шкалы, так как для нее единственность измерения понимается в буквальном абсолютном смысле.

Абсолютные шкалы применяются, например, для измерения количества объектов, предметов, событий, решений и т.п. В качестве шкальных значений при измерении количества объектов используются натуральные числа, когда объекты представлены целыми единицами, и действительные числа, если кроме целых единиц присутствуют и части объектов.

Абсолютные шкалы являются частным случаем всех ранее рассмотренных типов шкал, поэтому сохраняют любые соотношения между числами оценками измеряемых свойств объектов: различие, порядок, отношение интервалов, отношение и разность значений и т.д.

3. Обработка характеристик, измеряемых в разных шкалах

Особенностью измерения и оценивания качества сложных систем является то, что для одной системы по разным частным показателям качества могут применяться любые из типов шкал от самых слабых до самых сильных. При этом для получения надежного значения показателя может проводиться несколько измерений. Кроме того, обобщенный показатель системы может представлять собой некую осредненную величину однородных частных показателей.

Избежать ошибок можно, используя результаты, полученные в теории шкалирования, они определяют правила и перечень допустимых операций осреднения характеристик.

Остановимся подробнее на правилах осреднения. Проводить осреднение допускается только для однородных характеристик, измеренных в одной шкале. Иными словами, осредняются только такие значения y_i , $i = 1, \dots, n$, которые представляют собой или оценки различных измерений одной и той же характеристики, или оценки нескольких различных однородных характеристик.

Каждое значение показателя y_i может иметь для исследователя различную ценность, которую учитывают с помощью коэффициентов значимости

$$c_i, \text{ причем } \sum_{i=1}^n c_i = 1 .$$

Для получения осредненного значения показателя наиболее часто при-

меняют основные формулы осреднения (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Основные формулы осреднения показателей

Соотношение между разными типами средних величин определяется правилом толерантности средних $СГ_p \leq СГ_M \leq СA \leq СК$.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
эквивалентность	номинальная	Распределение по классам эквивалентности	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
линейная	порядка	порядк	нет	нет	Может быть	нет	нет	-	
То же с мультипликарной метрикой	интервал	Отношение разностей $\frac{\phi(y_1) - \phi(y_2)}{\phi(y_3) - \phi(y_4)} = \frac{y_1 - y_2}{y_3 - y_4}$	да	нет	да	+	да	-	
линейная	степенная	$\frac{\ln(y_1) - \ln(y_2)}{\ln(y_3) - \ln(y_4)} = \frac{\ln y_1 - \ln y_2}{\ln y_3 - \ln y_4}$	нет	Среднегармоническое		-	-	-	-
логарифмическая	логарифм	Отношение логарифмов $\frac{\ln(y_1)}{\ln(y_2)} = \frac{\ln y_1}{\ln y_2}$	-	Среднегармоническое		-	-	-	-
логарифмическая	отношений	Отношение оценок $\frac{\ln(y_1)}{\ln(y_2)} = \frac{y_1}{y_2}$	да	СВА, СГМ, СГР.	да	+	- +	-	-
То же с адаптивной матрицей	Разностей	Разность оценок $\phi(y_1) - \phi(y_2) = y_1 - y_2$	да	-	да	+	- +	-	ковариация
То же на числовой оси целых чисел	Абсолютные	Допустимых преобразований нет	да	-	да	+	+	-	-

Показатели и критерии оценки системы.

Искусственные системы создаются, как правило для реализации одного или ряда операций, требуемые и реально допускаемые системой результаты могут различаться. Это зависит от условий протекания операций, количество системы реализации операций и способа достижения требуемых результатов. Поэтому, при оценки систем принято различать качество систем и эффективность реализации системами процессов. Эффективность относят не к самой системе, а к выполняемой ею операции. Эффективность как группа свойств представляет только качество функционирования в соответствии требуемого и достигаемого результата.

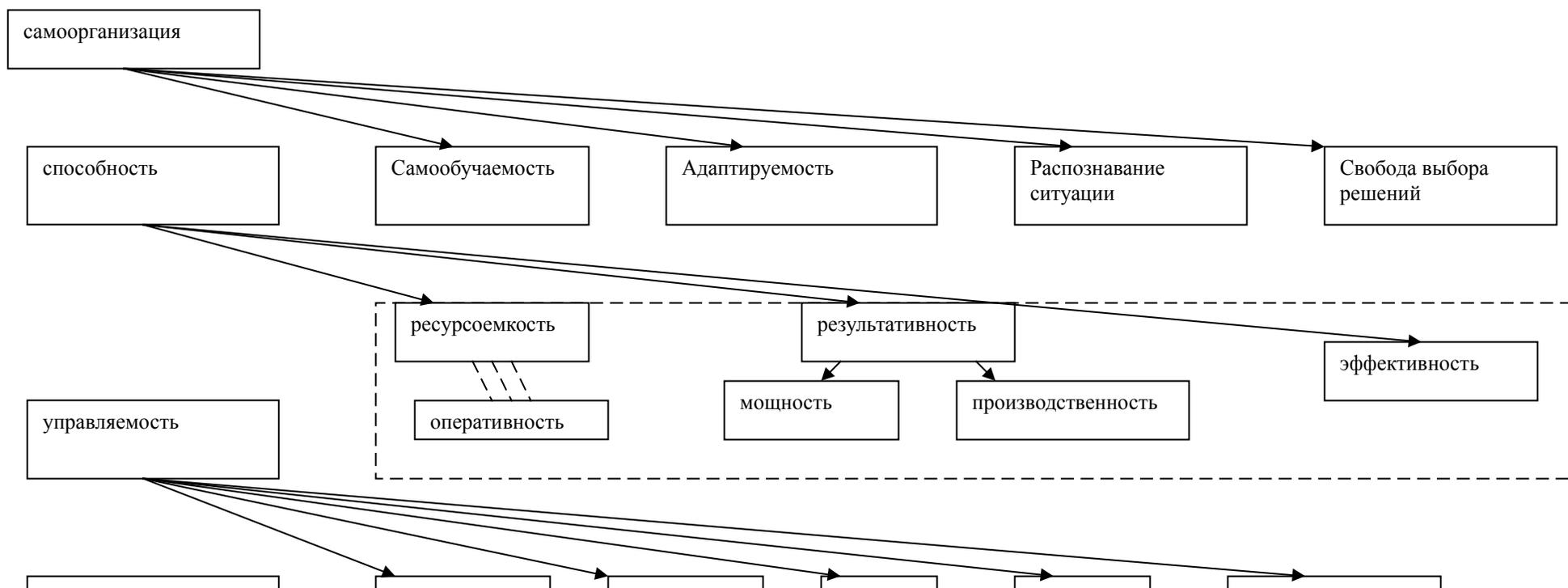
Виды критериев качества.

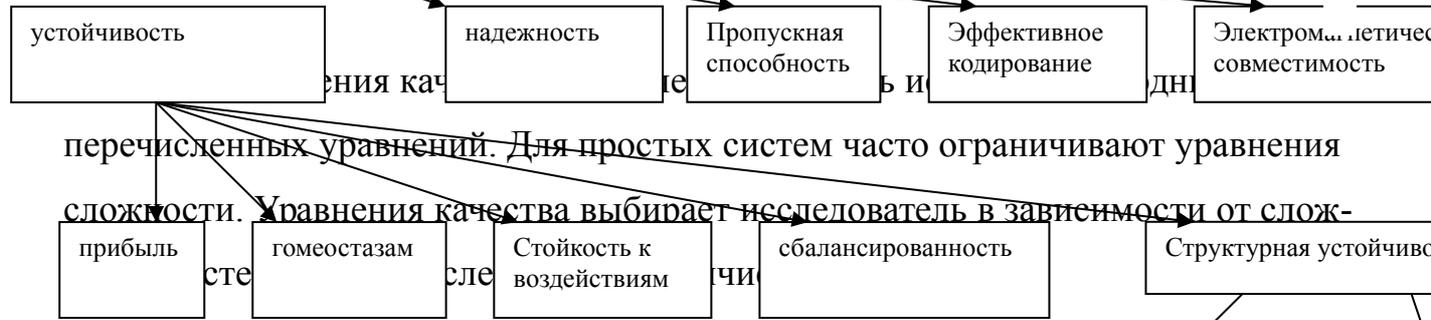
Соотношение понятий качества и эффективности представлено в таблице.

Параметры.	Качество	Эффективность
1	2	3
1. Термин.	1. свойство или совокупность существующих свойств системы обуславливающих ее пригодность, соответствующих для исполнения по назначению.	1. комплексное операционное свойств(качество) функционирования системы, характер его приспособления в достижении цели операции (выполнение задач системы).
2. Область применения.	2. Объекты любой природы, в том числе элементы системы.	2. Только целенаправленные операции, приводимые системой.
3. Основная характеристика	3. Совокупность атрибутивных свойств системы, существующих для ее исполнения по назначению.	3. Степень соответствующих результатов ее цели.
4. Фактор структурного анализа	4. Строение системы, состав и свойства основных частей, структуры организации.	4. Алгоритм функционирования качества системы, реализации алгоритма воздействия внешней среды.
5. Размерность	5. Показатель качества- вектор показателей существующих свойств	5. Поток результативности, ресурсоемкости, оперативности по исходу операции(и по количеству алгоритма, обеспечивающее получение результата).
6. Способ оценивания.	6. Критерий пригодности, оптимальности, превосходства.	6. Критерии пригодности или оптимальности, определяется в зависимости от типа проводимой операции (детерминированной, вероятностной, определенной)

Шкала уравнения качества систем управления.

При оценивании уравнения качества систем управления признают целесообразным введение нескольких уравнений качества проранжированных в порядке возрастания сложностей рассматриваемых свойств.





Показатели критерия эффективности функционирования системы.

Существуют свойства в соответствии с представлением мантической модели можно условно классифицировать не только по уравнению сложности, но и по принадлежности к системообразующим (системным) структурным или функциональным группам. Ниже приведены характерные показатели существующих свойств системы:

- общесистемные свойства - целостность, устойчивость, наблюдаемость, открытость, динамичность, детерминированность и др.;
- структурные свойства – состав, связность, организация, сложность, масштабность, централизованность, объём, пространство;
- функциональные поведенческие свойства – результативность, ресурсоёмкость, оперативность, активность, мощность, мобильность, производительность, быстродействие, готовность, работоспособность, точность, экономность и др.

При таком рассмотрении показатели качества можно отнести к общесистемным и структурным свойствам системы. Свойства же, которые характеризуют процесс функционирования поведения системы можно назвать операционными свойствами или свойствами операции, поскольку искусственные системы создаются с целью выполнения конкретных операций.

В общем случае оценивания операционных свойств проводится как оценка двух аспектов:

- 1) исхода (результата операций);
- 2) алгоритма, обеспечивающего получение результата.

Качество исхода операции и алгоритм, обеспечивающий получение результата оценивается по показателям качества операции, к которому относят результативность, ресурсоёмкость и оперативность.

Результативность P операции обусловлено получением эффектов, ради которого функционирует система.

Ресурсоемкость R характеризуется ресурсами всех видов (людскими, материально-техническими, энергетическими, финансовыми и т.д.), используемыми для получения целевого эффекта.

Оперативность O определенным расходом времени, потребного для достижения цели операции.

Аспект 1. Оценка исхода операции учитывает, что операция проводится для определенной цели- исхода операции. Оценка алгоритма функционирования.

Аспект 2. Является ведущей при оценке эффективности. Такое утверждение основывается на теории постулата, подтверждается практикой:

-наличие характерного алгоритма функционирования системы повышает уверенность в получении требуемого результата.

По совокупности результативности, ресурсоемкость и оперативность порождает комплексное свойство – эффективность процесса степени его приспособленности в достижении цели. Это свойство присуще только операциям, проявляется при функционировании системы и зависит как от свойств самой системы, так и от внешней среды. Для большинства операций процедура оценки эффективного решения системы носит характер.

Выбор критерия эффективности- центральный, самый ответственный момент исследования, системы считается, что гораздо лучше найти не оптимальность решений по правилу выбранного критерия, чем наоборот, оптимальный рейтинг при неправильно выбранном критерии.

Математическое выражение критерия эффективности - целевая функция, поскольку ее экстремизация является отображением целей операции.

Отсюда следует, что для формирования критерия эффективности решений в операции, требует определенную цель. Затем нужно найти множество управляемых и неуправляемых характеристик системы, реализации операции. Следу-

ет шаговое определение показателей исходов операций. Только после этого возможен выбор и формирование критерия эффективности. Показатели (функции показателей исходов операции) на основе, которого формируется критерий эффективности принято называть показатели эффективности.

В отдельных – операционный показатель исхода операции может выступать критерием эффективности. Конкретно физический смысл показателя эффективности определяется характером и целями. Операции, а также количеством реализации системы и внешнем воздействием.

Методы качественного оценивания системы.

Методы оценивания систем разделяются на качественные и количественные.

Качественные методы на начальных этапах моделирования, если реальная система не может быть выражена в количественных характеристиках, отсутствует описание закономерностей системы в виде аналитических закономерностей. В результате такого моделирования разработана концептуальная модель системы.

Количественные методы используются по последующих этапах моделирования для количественного анализа вариантов поведения системы.

Между этими крайними методами имеются такие, с помощью которого стремятся, охватить все этапы моделирования от постановки задачи до оценки вариантов. Но для представления задачи привлекают разные исходные концепции и терминологии и разной степенью формализации.

К ним относятся:

1. Кибернетический подход к разработке адаптивных систем управления, проектирования, и принятия решений, которые исходят из теории автоматического управления, применительным и организационным системам.
2. Информационная – гносеологический подход к моделированию системы, основан на общности процессов отражения, познания в системах.
3. Структурный и объектно-ориентированный подход системного анализа.

4.Метод ситуационного моделирования.

5.Метод имитационного динамического моделирования.

Такие методы позволяют разработать как концептуальные, так и строго формализованные модели, обеспечивающие требуемое качество оценки систем.

Простейшей формой задачи оценивания является обеспечивающаяся задача измерения, когда оценивание – есть сравнение с эталоном, а решение задачи находится расчетом числа эталонных единиц в измеряемом объекте.

Более сложные задачи оценивания подразделяются на задачи парного сравнения ранжирования, классификация, числа оценки.

Перечисленные задачи могут быть решены непосредственно с помощью эксперта – специалиста в исследуемой области. Во втором случае решение задач оценивания называется экспертизой.

Качественные методы измерения и оценивания, характеризующих системы, используются в СА многочисленных и разнообразных.

К основным методам качественного оценивания систем относятся:

1.Методы типа мозговой атаки.

2.Методы типа сценариев.

3.Экспертные оценки.

4.Метод дельфи.

5.Метод дерева целей.

6.Морфологический метод.

ЛЕКЦИЯ 4

МОДЕЛИ АНАЛИЗА МЕЖОТРАСЛЕВЫХ СВЯЗЕЙ

1. Схема межотраслевого баланса (МОБ) общественного продукта и ее составляющие.
2. Модель Леонтьева «затраты-выпуск».
3. Решение системы уравнений МОБ.
4. Коэффициенты полных материальных затрат.
5. Технологические модели.
6. Динамическая модель межотраслевого баланса.

Межотраслевой баланс общественного продукта представляет собой прямоугольную, числовую таблицу, состоящую из четырех разделов или квадрантов.

Первый квадрант представляет собой квадратную матрицу межотраслевых потоков $(x_{ij})_{n \times n}$, где x_{ij} - количество продукта, произведенной i -й отраслью и потребленной j -й областью,

n - общее число отраслей материального производства.

i, j - изменяется от 0 до 1.

Элементы отдельной, направления i -ой строки 1 квадранте характеризует структуру внутрипроизводственного потребления продукта, то есть структуру спроса на ее промежуточную продукцию. Элементы определенного столбца 1 квадранта показывают структуру затрат, соответствующей j -й отрасли.

Второй квадрат содержит информацию о структуре использования конечного продукта, который образовали суммой фонда непроемственного потребления (личного, общественного), фонда валовых накоплений (инвестиции, создание резервов и др.) и экспортно-импортного сальдо. Составляющие конечного продукта конкретизированы столбцов квадранта. Таким образом, элемент ϕ_{ik} , стоящий на пересечении i -й строки и k -го столбца 2-го квадранта

показывает какой объем продукции i -й отрасли используется по направлению K .

Таблица 10.1 Схема межотраслевого баланса

i \ j отрасли произ- водства	Отрасли потребле- ния сектора спроса		Структура конечного продукта		Валовый продукт
	1 2 ... j ... n		1 2 ... k ... K		
1	$x_{11} x_{12} \dots x_{1j} \dots x_{1n}$	$\sum_{j=1}^n x_{1j}$	$y_{11} y_{12} \dots y_{1k} \dots y_{1K}$	$\sum_{k=1}^K y_{1k}$	X_1
2	$x_{21} x_{22} \dots x_{2j} \dots x_{2n}$	$\sum_{j=1}^n x_{2j}$	$y_{21} y_{22} \dots y_{2k} \dots y_{2K}$	$\sum_{k=1}^K y_{2k}$	X_2
...
i	$x_{i1} x_{i2} \dots x_{ij} \dots x_{in}$ I	$\sum_{j=1}^n x_{ij}$	$y_{i1} y_{i2} \dots y_{ik} \dots y_{iK}$ II	$\sum_{k=1}^K y_{ik}$	X_i
...
n	$x_{n1} x_{n2} \dots x_{nj} \dots x_{nn}$	$\sum_{j=1}^n x_{nj}$	$y_{n1} y_{n2} \dots y_{nk} \dots y_{nK}$	$\sum_{k=1}^K y_{nk}$	X_n
	$\sum_{i=1}^n x_{i1} \sum_{i=1}^n x_{i2} \dots \sum_{i=1}^n x_{ij} \dots \sum_{i=1}^n x_{in}$	$\sum_{i,j} x_{ij}$	$\sum_{i=1}^n y_{i1} \sum_{i=1}^n y_{i2} \dots \sum_{i=1}^n y_{ik} \dots \sum_{i=1}^n y_{iK}$	$\sum_{i,k} y_{ik}$	$\sum X_i$
1	$z_{11} z_{12} \dots z_{1j} \dots z_{1n}$	$\sum_{j=1}^n z_{1j}$	$u_{11} u_{12} \dots u_{1k} \dots u_{1K}$	$\sum_{k=1}^K u_{1k}$	
2	$z_{21} z_{22} \dots z_{2j} \dots z_{2n}$	$\sum_{j=1}^n z_{2j}$	$u_{21} u_{22} \dots u_{2k} \dots u_{2K}$	$\sum_{k=1}^K u_{2k}$	
...	
p	$z_{p1} z_{p2} \dots z_{pj} \dots z_{pn}$ III	$\sum_{j=1}^n z_{pj}$	$u_{p1} u_{p2} \dots u_{pk} \dots u_{pK}$ IV	$\sum_{k=1}^K u_{pk}$	
	$\sum_{p=1}^P z_{p1} \sum_{p=1}^P z_{p2} \dots \sum_{p=1}^P z_{pj} \dots \sum_{p=1}^P z_{pn}$	$\sum_{p,j} z_{pj}$	$\sum_{p=1}^P u_{p1} \sum_{p=1}^P u_{p2} \dots \sum_{p=1}^P u_{pk} \dots \sum_{p=1}^P u_{pK}$	$\sum_{p,k} u_{pk}$	
	$X_1 X_2 \dots X_j \dots X_n$	$\sum X_j$			

Квадраты первого и второго, рассматриваются, совместно представляя баланс производства и распределения общественного продукта в его материально вещественной формуле.

$$x_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + \sum_{k=1}^K y_{ik, i=\overline{1, n}} \quad (1)$$

x_i - валовый продукт i -й области.

В квадранте третьего характеризуется, процесс первичного название дохода, который включает заработную плату, прибыль, налог, обороты. Кроме того, отдельной строкой показывается амортизационные отчисления.

Стоимостной состав валового продукта определяется балансовым соотно-

шением.

$$x_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} + \sum_{p=1}^p z_{pi, j=1, \dots, n} \quad (2)$$

Квадранты первого и третьего рассматриваются, совместно характеризую развернутый по отраслям баланс производства и распределения продукта в его стоимостной форме.

Таким образом, в показателях первого, второго и третьего квадрантов отражается двойственный характер процесса труда. Создание потребительской стоимости (первого и второго) и стоимости (первого и третьего).

Показатели второго и третьего квадранта связано общим балансовым уравнением (3).

$$\sum_i \sum_k y_{ik} = \sum_p \sum_i z_{pi} \quad (3)$$

Это означает, что общая стоимость конечной продукции совпадает с общим объемом условно-чистой продукцией.

В квадранте четыре показывается, как используется НД на потребление и накопление, а также как используются амортизационные отчисления на простои расширенного воспроизводства.

Уравнение (квадранта три и четыре) баланса производства и распределения условно-чистой продукции.

$$\sum_{j=1}^n z_{pj} = K_{PK} \quad (4),$$

K_{PK} - элементы квадранта четыре.

В соответствии структуры конечного продукта в структуре конечных доходов обеспечивается балансовое соотношение (квадранта два и четыре).

Очевидно, что межотраслевой баланс в удобной, наглядной для цели анализа форме имеет информационное обеспечение всех важнейших сторон процесса воспроизводства.

2. Основным элементом модели является технологическая матрица:

$$A = (a_{ij})_{n \times n} .$$

Элементом, который A_{ij} показывает, сколько продукции отрасли i необходимо затратить для производства единицы продукции J .

Матрица A - называется матрицей коэффициентом прямых затрат.

Основное допущение модели: для производства x_j - единицы продукции отрасли необходимо затратить:

$$x_{ij} = a_{ij} * x_j$$

Промежуточные затраты отрасли i

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j, i = \overline{1, n}$$

Тогда справедливо равенство:

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i \quad (*)$$

или в матричной форме:

$$X = A * X + Y .$$

Система линейного уравнения (*) характеризует модель межотраслевого баланса (модель Леонтьева) и связывает объемы валового выпуска X с объемами конечного продукта Y и может быть использован согласованного расчета этих величин . При использовании модели межотраслевого баланса основные трудности заключаются в определении коэффициента функции затрат. Решение этой задачи упрощения с выведением понятий «чистой» и «технологической» отрасли: одна продукция выпускается только первой отраслью, которую будем называть «чистой».

3. Пусть задана матрица прямых затрат A . Предположим, что эта матрица не зависит от объемов выпуска. Все элементы матрицы A в соответствии с экономическим содержанием неотрицательны $a_{ij} \geq 0, i, j = \overline{1, n}$.

Необходимо по заданному вектору конечного продукта Y найти вектор валового X , то есть решить систему линейных уравнений.

$$X - AX = Y .$$

Компоненты вектора Y - неотрицательны. Решение, которого нужно найти, также должно иметь неотрицательные компоненты.

Матрица A называется продуктивной, если существует два вектора $Y > 0, X > 0$, такие, что $X - AX = Y$.

Продуктивность матрицы означает, что производственная система способна обеспечить некоторый положительный конечный выпуск продукции.

Проблема продуктивности исследования в экономико-математической литературе достаточно.

Основные результаты сводятся к следующему: пусть A - неотрицательная квадратная матрица, тогда каждое из четырех приведенных ниже условий эквивалентно продуктивности матрицы A , тогда каждая из четырех приведенных ниже условий эквивалентной продуктивности матрицы A :

$$E = \begin{pmatrix} 1 & \dots & 0 \\ & \dots & \\ & & 1 \\ & & & \\ & & & & \\ & & & & & \\ 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

То для любого $k = \overline{1, n}$ выполняется неравенство:

$$\det \begin{pmatrix} 1 - a_{11} & -a_{12} & \dots & -a_{1n} \\ -a_{21} & 1 - a_{22} & \dots & -a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -a_{k1} & -a_{k2} & \dots & 1 - a_{kn} \end{pmatrix} = 0$$

(10)

Матрица $E - A$ неотрицательно обратима, т.е. существует обратная матрица и все ее элементы неотрицательны:

$$3) \text{матричный ряд } E + A + A^2 + A^3 + \dots = \sum_{\epsilon=0}^{\infty} A^{\epsilon} .$$

$$\text{сходится причем: } \sum_{\epsilon=0}^{\infty} A^{\epsilon} = (E - A)^{-1}$$

4) Максимальное собственное число

$$\lambda(A) \text{ матрицы } A < 1;$$

$$\lambda(A) < 1 .$$

Рассмотрим вопрос о том, в какой мере продуктивность свойственна реальным коэффициентом прямых затрат для большинства матриц в стоимостном

аксимальное собственное число $\lambda(A)$ матрицы A совпадает с максимальным собственным числом $\lambda(\bar{A})$ матрицы \bar{A} . В силу условия (У) матрица A окажется продуктивной силой и только если продуктивная матрица \tilde{A} . $(E - A)X = Y$

Если матрица A пропорциональна, то согласно, условия (2) матрица $(E - A)^{-1}$ существует и неотрицательная. Поэтому решение системы уравнения межотраслевого баланса существует единственно и имеет вид: $X(E - A)^{-1}$.

Так как $(E - A)^{-1} \geq 0, Y > 0, \text{от } X \geq 0$.

4. Пусть имеется матрица коэффициент прямых затрат: $A = (a_{ij})_{n \times n}$.

Для производства единицы продукции отрасли j необходимо затратить набор продуктов $x_j = (a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{ij})$, который описывается столбцами матрицы A . Но для производства этого набора a_j необходимо затратить набор продуктов $a_i^{(1)}$. Элементы вектора затрат $a_i^{(1)}$ называются элементами косвенных затрат первого порядка на производство единицы продукции j .

Матрица $(A)^{(1)}$, составляется из столбцов $a_j^{(1)}, j = \overline{1, n}$, называется матрицей косвенных затрат первого порядка.

Косвенные затраты второго порядка - это прямые затраты, необходимые для обеспечения косвенных затрат второго порядка, то есть

$$a_j^{(2)} = A * a_j^{(1)} \text{ или в матричной форме } A^{(2)} = AA^{(1)} = A^3.$$

Продажам по аналогии:

$$A^{(m)} = AA^{(m-1)} = A^{(m+1)}.$$

Полные затраты определяются как сумма прямых и косвенных затрат всех порядков. Тогда матрица $C = (C_{ij})_{n \times n}$, состоят из коэффициентов полных затрат равна сумме $C = A + A^{(1)} + A^2 + \dots$ или учитывая, что $A^{(k)} = A^{k+1}$ получаем: $C = A + A^2 + A^3 + \dots$

Существует отличие коэффициентов полных затрат от коэффициентов прямых затрат состоит в том, что они являются не отраслевыми, а народно-хозяйственные и отражают технологические связи между отраслями.

Рассмотрим формулу:

$$B = C + E = E + A^2 + A^3 + \dots = \sum_{K=0}^{\infty} A^K - (E - A)^{-1}.$$

Очевидно, что в случае продуктивности матрицы A , матрица полных затрат конечно, неотрицательна и равна.

По определению элементы матрицы B определяются как:

$$B = \begin{cases} C_{ij}, & \text{для } i \neq j \\ C_{i+1}, & \text{для } i = j \end{cases}$$

и имеют следующие экономические интерпретации:

Если выпуск конечного продукта j можно увеличить на один, то валовый выпуск продукции i должен быть увеличен на B_{ij} . Коэффициент B_{ij} можно использовать для быстрого пересчета вектора X при изменении вектора.

5. В качестве описания технического способа возьмем набор из двух неотрицательных чисел:

$$(u, v) = (u_1, u_2, \dots, u_n, v_1, v_2, \dots, v_n),$$

где u - набор затрат всех продуктов, обеспечивающих выпуск набора продуктов.

В производстве продукта возможны разные комбинации затрат и ресурсов, т.е. возможно использование различных технологических процессов.

Множество всех возможных технологических способов, или процессов экономической системы называется его технологическим множеством.

Производственные возможности каждого экономического объекта моделируются своим технологическим множеством.

Введем для технологического множества обозначения Z . По определению запись $(u, v) \in Z$ эквивалентна утверждению о возможности осуществления процесса (u, v) .

Модель Гейла. Технологическое множество Z , образованное множеством процессов $(u, v) \in Z$, для которого выполняются условия:

1) если $(0, v) \in Z$, то $v = 0$;

- 2) если $(u_1, v_1) \in z, (u_2, v_2) \in z$ и $(u, v) = (u_1 + u_2, v_1 + v_2)$, то $(u, v) \in z$;
- 3) если $(u, v) \in z$ и π - некоторое число: $0 \leq \pi \leq 1$, то $(\pi u, \pi v) \in z$;
- 4) для любого $i = 1, 2, \dots, n$ существует процесс $(u_i, v_i) \in z$, такой что $(v_{ij}) > 0$;
- 5) z является, замкнутым множеством называется технологическим **множеством Гейла** или **моделью Гейла**.

Свойство(1) означает, что невозможно произвести продукт, ничего не затратив.

Свойство (2) уточняет понятие возможного технологического способа. Технологическое множество, обладающее этим свойством, является скорее моделью потенциальных возможностей, чем реальных производственных возможностей, т.к. ограничения на производственные мощности и объемы невозпроизводимых ресурсов не учитывается.

Более того, множество z , удовлетворяют условия (2) вообще не является ограниченным, поскольку наряду со способом $(u, v) \in z$ оно содержит и все способы вида ku, kv , где $k=1, 2, \dots$

Свойство(3) означает «бесконечную делимость» технических способов.

Не вполне адекватным оно выглядит для технологических, способов производства сложных неоднородных продуктов (судоостроения, машиностроение), зато для технологических способов производства других продуктов (химическая промышленность, производство зерна) свойство можно считать хорошим приближением к действительности.

Свойство(4) означает, что каждый продукт может быть произведен, т.е. не производимые ресурсы продуктами не является.

Свойство(5) упрощает процесс моделирования, модель Гейла является одной из самых общих линейных производственно экономических моделей.

Формально свойство (2) и (3) означают, что технологическое множество Гейла является выпуклым, конусом с вершиной в точке O . В этом смысле говорят о линейности модели Гейла.

Из свойства (2) и (4) следует **свойство Гейла**: найдется процесс

$(u_0, v_0) \in z$ такой, что $v_0 > 0$, т.е. среди возможных имеется технологический способ, позволяющий производит любой продукт.

Важным частным случаем модели Гейла является модель Неймана.

Пусть z - модель Гейла.

Тогда если $(u, v) \in z$ и число $\pi > 0$, то процесс $(u_1, v_1) = \pi(u, v) = (\pi u, \pi v) \in z$.

Процессы (u, v) и (u_1, v_1) имеют одинаковые пропорции затрат и результатов.

Говоря, что процесс (u_1, v_1) является процессом (u, v) , функционирующим с интенсивностью π . Тогда процесс (u, v) является процессом (u_1, v_1) , функционирующими с интенсивностью $1/\pi$.

Процесс (u, v) называется **составным**, если существуют процессы (u_1, v_1) , $(u_2, v_2) \in z$, такие, что $(u, v) = (u_1, v_1) + (u_2, v_2)$, при этом процессы (u_1, v_1) и (u_2, v_2) различны.

Процесс, не являющийся составным, называется **базисным**. Луч, проходящий из нуля в направлении базисного процесса, называется **базисным лучом**.

Моделью Неймана называется модель Гейла, в которой число различных базисных лучей конечно. В этом случае конус модели является многогранным, причем базисные лучи служат его образующими.

Пусть m - число различных базисных лучей модели Неймана.

Обозначим соответствующие им процессы $a_j, \hat{a}_j, j = \overline{1, m}, (a_j, \hat{a}_j) = (a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{mj}, b_{1j}, \dots, b_{mj})$.

Все остальные технологические процессы, могут быть представлены в виде неотрицательных линейных комбинаций выделенных процессов, т.е. технологический конус Z модели Неймана имеет вид:

$$z = \left\{ (u, v) : (u, v) = \sum_{j=1}^m x_j (a_j, b_j), x_j \geq 0, j = \overline{1, m} \right\}$$

Обозначим через A матрицу, образованную коэффициентами a_{ij} .

$A = (a_{ij})_{m \times n}$ и через B - матрицу из коэффициентов b_{ij} и $B = (b_{ij})_{m \times n}$.

Тогда множество Z можно записать

$$Z = \{ (u, v) : u = Ax, v = Bx, x \geq 0 \}$$

Матрица A называется матрицей затрат, B - матрицей выпуска.

На практике работа с моделью Неймана сводится к выделению числа конечных, реально существующих технологических способов к изучению их канонической оболочки.

При этом свойство (1) выполняется для всех имеющих практическое значение случаев, свойство (2), (3) и (5) получаются по построению, а свойство (4) обеспечивается правильным описанием технологических способов.

Частным случаем модели Неймана является модель межотраслевого баланса (модель Леонтьева), у которой число базисных способов равно числу продуктов ($m = n$), а базисные способы имеют вид:

$$(a_j, b_j) = (a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{nj}; \underbrace{0, 0, 0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0}_j), i = \overline{1, n}$$

или матрицы A и B являются квадратными, причем матрица $B = E$.

Конус модели межотраслевого баланса определяется как:

$$Z = \{ (Ax, x), x \geq 0 \}$$

$$\text{или } Z = \{ (u, v) : u = Ax, v = Ex, x \geq 0 \}$$

Темпы роста в модели Гейла.

$$(u, v) \in Z, (u, v) \neq 0$$

Темпы роста процесса (u, v) называется число:

$$\alpha(u, v) = \min \frac{v_i}{u_i} \text{ для тех } i, \text{ для которых } u_i \neq 0$$

В силу свойства (1) множество таких индексов не пусто.

Отношение v_i / u_i показывает, во сколько раз по данному технологическому способу выпуск продукта i превосходит его затраты.

Производство продукта, на котором достигается минимум отношения v_i / u_i , является «узким местом» технологического процесса.

Максимальный темп прироста: $\alpha^* = \alpha(u^*, v^*), \alpha^* = \alpha(u, v)$ при всех $(u, v) \in Z$ называют **темпом роста модели**.

Применительно к модели Неймана существование процесса, обеспечива-

ющего максимальный темп роста, означает, что существует набор интенсивностей использования базисных технологических процессов $X^* \geq 0$ и число $\alpha^* > 0$ для которых: $Bx^* \geq \alpha^* Ax^*$.

Для модели межотраслевого баланса это неравенство принимает вид: $x^* \geq \alpha^* Ax^*$.

Что совпадает с обычным условием продуктивности при $\alpha^* \geq 1$. Верно и обратное из продуктивности межотраслевого баланса следует, что $\alpha^* \geq 1$.

Экономическая интерпретация модели Неймана: величина Ax может считаться вектором спроса, величина Bx относятся к двум различным (смежным) периодам времени. Если темп роста экономически равен α , то таким же должен быть и темп роста спроса. Поэтому спрос в момент времени, когда производится выпуск Bx , составляет αAx . Тогда существования набора интенсивностей x^* , удовлетворяющего неравенству (26) может быть интерпретировано как существование равновесия: спрос $\alpha^* Ax$ не превосходит предложение Bx^* .

Пусть $p^* \geq 0$ и $p^* \leq \alpha^* p^*$ для всех $(u, v) \in z$.

Вектор p^* аналогичен вектору равновесных цен, т.е. если $x^* > 0$ и $p^* > 0$, то $\alpha^* Ax^* = Bx^*$, $\alpha^* p^* A = p^* B$, т.е. спрос равен предложению и стоимости, оценка выпуска совпадает с оценкой затрат, дисконтированной по темпу роста экономики.

6. Динамическая модель межотраслевого баланса (МОБ).

Основной для построения динамикой модели межотраслевого баланса является расширенный баланс производства продукции и использования основных производственных фондов:

$$X - Ax = Y, fx = \varphi$$

X - вектор валовых выпусков;

Y - вектор конечного продукта;

A - матрица прямых материальных затрат;

f - матрица фондоемкости продукции;

φ - вектор основных производственных фондов.

В этой схеме учитывается обеспеченность производственными фондами, однако балансы производства продукции и фондов соединены в ней, чисто механически. По заданному вектору Y , используя баланс производства продукции, можно найти вектор X , а затем при помощи баланса фондов установить достаточно ли для этого выпуска X имеющихся производственных мощностей. Если их недостаточно, то необходимо пересмотреть задание по конечному продукту. Расчеты можно проводить и в обратном порядке: сначала по балансу основных фондов определить возможный выпуск X , а затем выявить, каким окажется соответствующий конечный продукт Y .

В обоих случаях балансы производства продукции и фондов выступают друг для друга внешними ограничениями, а их согласование должно осуществляться вне рамок модели. Иными словами, отсутствует органическая внутренняя увязка, объемов производства продукции с основными фондами. Это чрезвычайно затрудняет перспективные расчеты, в ходе которых необходимо учитывать, что баланс производства продукции данного года не только ограничен балансом фондов данного года, но и в свою очередь, ограничивает баланс фондов последующих периодов. Провести удовлетворительную балансировку в этих условиях практически не возможно.

В динамической модели межотраслевого баланса, указанный недостаток преодолен. Достигается это за счет введения в модель процессов создания основных фондов. Принципиальная схема сводится к следующему:

Имеется m технологических, способов капитального строительства. Каждый способ предназначен для ввода в действие только одного вида фондов.

Задана матрица затрат в капитальном строительстве: $K = (K_{il})_{m \times n}$,

где K_{il} показывает, какое количество продукта вида i необходимо затратить для ввода в действие единицы фондов вида L .

Для упрощения модели срок создания основных фондов примем, равным одному году, т.е. затраты были осуществлены в году t , то уже в году $t+1$ фонды могут принимать участие в производстве продукции.

Вектор конечного продукта Y складывается из двух частей:

- накапливаемой $S = (S_1, S_2, \dots, S_n)$ (фонд производственного накопления);

- потребляемой $C = (C_1, C_2, \dots, C_n)$ (фонд непроизводственного потребления), т.е. $Y = S + C$.

Фонд накопления целиком направляется на прирост основных производственных фондов:

$$S = K\Delta\Phi,$$

где $\Phi\Delta_t = \Phi_{t+1} - \Phi_t$.

ЛЕКЦИЯ 5

МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ОРГАНИЗАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

1. Методологическое значение феномена противоположности и противоречия в экономике. Объективные предусловия существования циклических процессов в экономике, виды и основные характеристики и признаки экономических циклов.
2. Моделирование технологических изменений. Подходы к моделированию технологических изменений.
3. Модели экономического роста. Учет НТП в производственной функции: НТП, нейтральный по Хиксу, Харроду, Солоу и эндогенный НТП.
4. Динамическая модель Канторовича. Динамические оптимальные оценки модели.
5. Прикладные модели. Анализ динамических свойств линейной эконометрической модели.
6. Современные теории инноваций: основные определения, классификация.
7. Диагностика инновационного развития социально-экономических систем.
8. Управление развитием предприятий на основе процессных инноваций: инструменты, методы, модели.

Неоклассическая модель роста представляет собой высоко агрегированные модели, не рассматривают отраслевую структуру экономики. Цели анализа, которые делаются на их основе, связаны с исследованием закономерностей динамики важнейших макроэкономических показателей:

национального дохода, фонда накопления, фонда потребления, а также некоторых относительных показателей, характеризующие эффективность производства: фондовооруженность, производство труда, потребление на душу населения.

Цели анализа с целями анализа простых моделей динамики валового продукта и национального дохода, при этом они базируются на других содержательных допущениях и соответствуют им формам представления.

Неоклассические модели роста начали, развиваться в 50-е и начало им положила опубликованная в 1956 году модель Солоу.

Основные допущения и соотношения модели.

Представленная в модели экономика является прогнозированной, (то есть в ней производится один однородный продукт), замкнутой (отсутствует как экспорт, так и импорт).

Будим считать, что время t изменяется, непрерывно и введем обозначения:

$Y(t)$ - выпуск или доход в момент времени t ;

$C(t)$ - потребление;

$I(t)$ - капиталовложение(инвестиции);

$K(t)$ - капитал;

$L(t)$ - труд.

Допущение 1

Доходы и расходы совпадают:

$$Y(t) = C(t) + I(t) \quad (1)$$

Это означает, что национальный продукт используется на потребление и на инвестиции.

Если $K(t)$ - размер капитала в момент времени t , капиталовложения изменяются с \dot{K} изменения конечного капитала.

$$K(t) = \frac{dK(t)}{dt} .$$

Допущение 2

Амортизация (износ) наличного капитала пропорционально величине

$\mu = K(t)$, μ - норма амортизации.

Значит, в момент времени t замене подлежит $\mu = K(t)$, использованного (изношенного) капитала.

Допущение 3

Будим считать, что оправдываемое такое множество для валовых инвестиций

$$I(t) = K(t) + \mu K(t) \quad (2)$$

то есть чистые капиталовложения (K) составляют ту часть инвестиций, которые не расходуются на замену изношенных фондов.

Допущение 4

Будим считать, что производственные возможности описываются с помощью двухфакторной производственной функции.

$$Y = F(K, L), \text{ где}$$

Y - национальный доход;

K - капитал;

L - труд.

Предполагается непрерывная взаимозаменяемость этих двух факторов.

Относительно этого оправдываются такие предположения:

- 1) Она не зависит явно от времени;
- 2) $F(K, L)$ дважды непрерывно дифференцируема, причем для всех неотрицательных значений аргументов справедливы соотношения:

$$\frac{\partial F}{\partial K} > 0, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} < 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial F}{\partial L} > 0, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} < 0,$$

$$\lim_{k \rightarrow 0} \frac{\partial F(K, L)}{\partial K} = \infty$$

$$\lim_{L \rightarrow 0} \frac{\partial F(K, L)}{\partial K} = 0 \quad (4)$$

$$\lim_{K \rightarrow 0} \frac{\partial F(K, L)}{\partial L} = 0$$

3) При любом $\alpha > 0$, $F(\alpha K, \alpha L) = \alpha F(K, L) = \alpha Y$ (5)

Принимая во внимания свойство (5) функции $F(K, L)$ приведем задачу к виду, где все переменные нормированные (в расчете на одного работника).

Положим в (5) $\alpha = L^{-1}$, тогда будем иметь:

$$\frac{Y}{L} = F\left(\frac{K}{L}; 1\right) = f\left(\frac{K}{L}\right) \quad (6)$$

Новая функция одного аргумента f характеризует производство труда да

(выпуск продукции на одного работника); как функцию капиталовооруженности или, иначе говоря, фондовооруженности.

Введем новые (нормированные) величины и запишем (6) в таком виде:

$$y = f(K),$$

$y(t)$ - величина выпуска на одного работника;

$K(t)$ - величина капитала на одного работника.

Из условий три и четыре для производственной функции $F(K, L)$ будем иметь:

$$f(K) > 0, f'(K) < 0, \forall K > 0$$

$$\lim_{K \rightarrow 0} f'(K) = \infty, \lim_{k \rightarrow \infty} f'(L) = 0 \quad (17).$$

Приведем другие переменные к виду: расчета на одного работника

$$C(t) \frac{C(t)}{L(t)} ;$$

$$i(t) \frac{I(t)}{L(t)}, \text{ где}$$

$C(t)$ - объем потребления на одного работника;

$i(t)$ - объем капиталовложения на одного работника.

Теперь тождество (1) для доходов и расходов валовых инвестиций (2) приобретает такой вид:

$$y(t) = C(t) + i(t) \quad (18)$$

$$i(t) = \frac{\dot{K}(t)}{L(t)} + \mu K(t) \quad (19)$$

тогда соотношение (19) для удельных инвестиций приобретает вид:

$$i(t) = \dot{K} + \left(\mu + \frac{\dot{L}}{L}\right)K$$

Пусть $\frac{\dot{L}}{L} = n$, т.е. численность рабочей силы описывается выражением с показателями (темпами роста) n :

$$L(t) = L_0 \cdot e^{nt}$$

В неоклассической шкале она носит название естественного закона роста трудовых ресурсов, поэтому для $i(t)$ получено:

$$i(t) = \dot{K} + (\mu + n)K = \dot{K} \cdot \lambda K$$

Постоянная λ является суммой амортизации капитала и также и темпом роста численности рабочей силы:

$$\lambda = \mu + n$$

$$\lambda = \text{const} > 0.$$

Подставим в выражения для $i(t)$ из уравнения валовых инвестиций

$$i(t) = \dot{K} + (\mu + n)K = \dot{K} \cdot \lambda K \text{ и ПФ в уравнение доходов и расходов } y(t) = C(t) + i(t).$$

Будем иметь относительно функцию $K(t)$ такое обычное дифференциальное уравнение 1-го порядка:

$$f(K(t)) = c(t) + \lambda K(t) + \dot{K}(t)$$

или

$$\dot{K}(t) = f(K(t)) - c(t) - \lambda K(t)$$

Уравнение $\dot{K}(t) = f(K(t)) - c(t) - \lambda K(t)$ называется основным дифференциальным уравнением неоклассического роста, оно выражает изменение соотношения между трудом и капиталом к изменениям фондовооружённости в зависимости от уравнения производительности к уравнению фондовооружённости.

Начальное условие для уравнения $\dot{K}(t) = f(K(t)) - c(t) - \lambda K(t)$ имеет вид:

$$K(t_0) = K_0; K(0) = K_0,$$

где K_0 - значение фондовооружённости работников в начальный момент времени. Решение задачи Коши $\dot{K}(t) = f(K(t)) - c(t) - \lambda K(t)$ и $K(t_0) = K_0; K(0) = K_0$ будет обозначать $K(t, t_0, K_0)$ или $r(t, K_0)$ при $t_0 = 0$.

Из уравнения $f(K(t)) = c(t) + \lambda K(t) + \dot{K}(t)$ видим, что выпуск продукции, которая приходится на 1-го работника состоит из 3-х слагаемых:

- 1) потребление на 1-го работника; i
- 2) для инвестиций на поддержку 1-го работника; λK
- 3) чистый прирост фондовооружённости работника: \dot{K}

Универсального метода интегрирования такого уравнения в элементарных функциях или квадратурах не существует.

Предложим в дальнейшем, что $c(t) = const$. В этом случае условия положены на функцию (K) гарантирует существование решения $r(t, K_0)$ задачи Коши $\dot{K}(t) = f(K(t)) - c(t) - \lambda K(t)$ и $K(t_0) = K_0; K(0) = K_0$ на бесконечный интервал $(0; \infty)$ при любом $K_0 \geq 0$.

Изобразим на координатной плоскости графики функций:

$$U = f(K) ;$$

$$V = \lambda K ;$$

$$W = U - V = f(K) - \lambda K$$

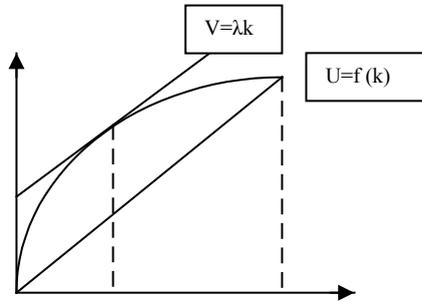
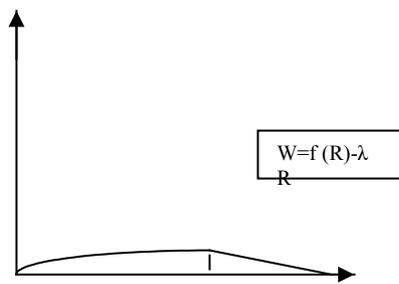


Рисунок 1

точки \hat{K} и \tilde{K} на оси ординат ОК такие, что:

- 1) при $K = \tilde{K}$, функция N – превращается в 0;
- 2) $K = \tilde{K}$, функция W – достигает max



$$f(K) - \lambda \hat{K} \geq f(K) - \lambda K, \quad \forall K > 0$$

В силу допущения к ПФ $f(K)$ не трудно доказать, что такие значения \hat{K} и \tilde{K} существуют и являются единственными, считая $c(t) = \text{const}$.

Рассмотрим 3 случая:

- 1) $c = 0$ - уравнение потребления на одного рабочего;
- 2) $\hat{n} = \hat{c} = f(\hat{K}) - \lambda \hat{K}$ - максимальное уравнение потребления на одного рабочего;
- 3) $c = \bar{c}$, $0 < \bar{c} < \hat{c}$ - промежуточный случай.

Тогда случай первый: основное уравнение (12) приобретает вид:

$$\dot{K} = f(K) - \lambda K \text{ и имеет, очевидно, равновесное решение } K = \tilde{K} \text{ или иначе}$$

говоря точку равновесия \tilde{K} на указанную прямую.

Так как слева от точки \tilde{K} : $\dot{K} = f(K) - \lambda K \geq 0$, а справа $\dot{K} = f(K) - \lambda K \leq 0$, то при $K < \tilde{K}$ функция $K(t)$ возрастет при $t \rightarrow +\infty$, а при: $K > \tilde{K}$ убывает при $t \rightarrow +\infty$, $K(t) \rightarrow \tilde{K}$.

При этом говорят, что положение равновесия \tilde{K} - устойчива.

Случай второй: определим уравнение капиталовооруженности \hat{K} , который максимизирует функцию $W = f(K) - \lambda K$.

$$f'(K) = \lambda \text{ или } f'(K) = \mu + n \quad (15)$$

$$\text{и представим } \hat{C} = f(\hat{K}) - \lambda \hat{K} \quad (16)$$

Если в основном уравнении (12) представить $c(t) = \bar{c}$, тогда оно приобретает вид:

$$\dot{K} = f(K) - f(\hat{K}) - \lambda(K - \hat{K}) \quad (17)$$

Отметим, что \hat{C} максимально возможный уровень потребления на первого работника.

Соотношение (16) из которого оно вытекает, называется золотым правилом накопления.

Если обозначить \tilde{k} из (15), найти соответствующее значение ϵ из золотого правила (16) и подставив его в (15), то получим уравнение

$$\dot{K} = f(K) - f(\hat{k}) - \lambda(k - \hat{k}) \quad (18)$$

для которого $k = \epsilon$ будет, очевидно, положением равновесия. Таким образом, уровень капиталовооруженности и соответствующий уровень потребления золотого правила теоретически может сохраняться как угодно долго. Но из (14) видно, что при $\hat{k} \neq \epsilon$, $\epsilon < 0$ и, следовательно, функция $k(t)$ убывает. Положение равновесия $k = \epsilon$ является неустойчивым. Отклонения при ϵ невозможны (они бы привели к тому, что $k \rightarrow 0$ и $t \rightarrow \infty$), а вправо такие отклонения от ϵ невозможны (потому что, при $k_0 > \hat{k}$) $k(t; t_0; k_0) \rightarrow \hat{k}$ при $t \rightarrow +\infty$).

Рассмотрим случай 3). Теперь уровень потребления \bar{c} зафиксирован в пределах $(0; \hat{C})$. В этом случае основное уравнение

$$\dot{k} = f(k) - \lambda k - \bar{c} := g(k) \quad (19)$$

имеет два стационарных решения: $k = k_L, 0 < k_L < \hat{k}$ и $k = k_U, \hat{k} < k_L < \tilde{k}$.

Кривая $w = f(k) - \lambda k$ и прямая \bar{c} пересекается в двух точках k_L и k_U . Отследив знак каждой из четырех промежутков будем иметь:

$$\begin{aligned} g(k) < 0 & \text{ при } k=0, k_L \\ g(k) > 0 & \text{ при } k=k_L, k_U \\ g(k) < 0 & \text{ при } k=k_U, \tilde{k} \end{aligned} \quad (20)$$

Точки k_L и k_U являются положением равновесия для уравнения (19). В идеальном случае система, попав в любую из этих точек, должна была бы в ней и остаться. Однако, только в точке k_U равновесие будет стойким: малые отклонения от этой точки со временем затухают.

Учет НТП в производственной функции: НТП, нейтральный по Хиксу, Харроду, Солоу и эндогенный НТП.

При разработке конкретных модифицированных ПФ обычно стремятся отразить характер НТП в наблюдаемой ситуации. При этом различают четыре случая:

а) существенное улучшение со временем качества рабочей силы позволяет добиться прежних результатов с меньшим количеством занятых; подобный вид НТП часто называют трудосберегающим. Модифицированная ПФ имеет вид $y = f(K, l(t)L)$, где монотонная функция $l(t)$ характеризует рост производительности труда;

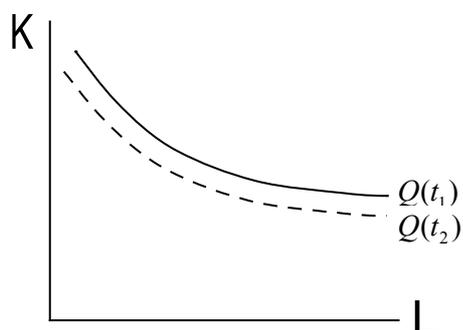


Рис. 1- Рост производства во времени при фиксированных затратах труда и капитала.

б) преимущественное улучшение качества машин и оборудования повышает фондоотдачу, имеет место капиталосберегающий НТП и соответствующая ПФ: $y = f(k(t)K, L)$, где возрастающая функция $k(t)$ отражает изменение фондоотдачи;

в) если имеет место значительное влияние обоих упомянутых явлений, то используется ПФ в форме $y = f(k(t)K, l(t)L)$;

г) если же нет возможности выявить влияние НТП на производственные факторы, то применяется ПФ в виде $y = a(t)f(K, L)$, где $a(t)$ возрастающая функция, выражающая рост продукции при неизменных значениях затрат факторов. Для исследования свойств и особенностей НТП используются некоторые соотношения между результатами производства и затратами факторов. К их числу относятся:

а) средняя производительность труда $l = \frac{y}{L}$,

б) средняя фондоотдача $l = \frac{y}{K}$,

в) коэффициент фондовооруженности работника $x = \frac{K}{L}$,

г) равенство между уровнем оплаты труда и предельной (маргинальной) производительности труда $w = \frac{\partial y}{\partial L}$,

д) равенство между предельной фондоотдачей и нормой банковского процента $\frac{\partial y}{\partial K} = r$

Говорят, что НТП является нейтральным, если он не изменяет с течением времени определенных связей между приведенными величинами.

Рассмотрим далее три случая:

1) прогресс называется нейтральным по Хиксу, если в течении времени остается неизменным соотношение между фондовооруженностью (x) и предельной нормой замены факторов (w/r). В частности, если $w/r = const$, то замена труда на капитал и наоборот не принесет никакой выгоды и фондовооруженность $x = K/L$ также остается постоянной. Можно показать, что в этом случае модифицированная ПФ имеет вид $y = a(t)f(K, L)$, и нейтральность по Хиксу эквивалентна рассмотренному выше влиянию НТП непосредственно на выпуск продукции. В рассматриваемой ситуации изокванта с течением времени смещается влево вниз путем преобразования подобия, т.е. остается в точности той же формы, что и в исходном положении;

2) прогресс называется нейтральным по Хорроду, если в течении рассматриваемого периода времени норма банковского процента (r) зависит лишь от фондоотдачи (k), т.е. на нее влияет НТП. Это означает, что предельная фондоотдача установлена на уровне нормы процента и дальнейшее увеличение капитала нецелесообразно. Можно показать, что такой тип НТП соответствует производственной функции $y = f(k(t)K, L)$, т.е. НТП оказывается фондосберегающим.

Дадим графическое представление трех типов НТП на примере линейной производственной функции $y = bK + cL$ $b < 0, c > 0$.

В случае нейтральности по Хиксу имеем модифицированную ПФ:

$$y = a(t)(bK + cL),$$

где $a(t)$ возрастающая функция от t . Это означает, что с течением времени изокванта Q (отрезок прямой AB) смещается к началу координат параллельным переносом (рис. 2) в положение A_1B_1 .

В случае нейтральности по Харроду модифицированная ПФ имеет вид $y = bK + cl(t)L$, где $l(t)$ возрастающая функция.

Очевидно, с течением времени точка A остается на месте и изокванта смещается к началу координат при помощи поворота в положение AB_1 (рис. 3).

Для прогресса, нейтрального по Соллоу, соответствующая модифицированная ПФ $y = bk(t)K + cL$, где $k(t)$ возрастающая функция. Изокванта смещается к началу координат, но точка B не сдвигается, и происходит поворот в положение A_1B (рис. 4).

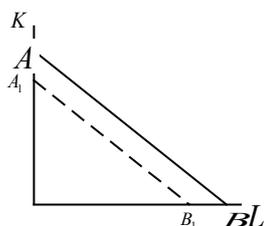


Рис. 2. Сдвиг изокванты

изокванты

при нейтральном НТП по
сберегающем

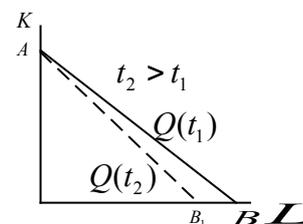


Рис. 3. Сдвиг изокванты

при трудосберегающем

Рис. 3. Сдвиг

при фондо-

Хиксу

НТП

НТП

При построении моделей производства с учетом НТП в основном используются следующие подходы:

а) представление об экзогенном (или автономном) техническом прогрессе, который существует также в том случае, когда основные производственные факторы не изменяются. Частным случаем такого НТП является нейтральный прогресс по Хиксу, который обычно учитывается с помощью экспоненциального множителя, например: $y = ae^{\lambda t} f(K, L)$. Здесь $\lambda > 0$, характеризует темп НТП. Нетрудно видеть, что время здесь выступает как независимый фактор роста производства, однако при этом создается впечатление, что НТП происходит сам по себе, не требуя дополнительных затрат труда и капиталовложений;

б) представление о техническом прогрессе, о вещественном в капитале, связывает рост влияний НТП с ростом капитальных вложений. Для формализации этого подхода за основу берется модель прогресса, нейтрального по Соллоу:

$y = f(k(t)K, L)$, которая записывается в виде:

$y = f(K_0 + k(t)\Delta K, L)$, где K_0 - основные фонды на начало периода, ΔK накопление капитала в течении периода, равного сумме инвестиций.

Очевидно, что если инвестирование не производится, то $\Delta K = 0$, и увеличение выпуска продукции за счет НТП не происходит;

в) рассмотренные выше подходы к моделированию НТП обладают общей чертой: прогресс выступает как заданная экзогенная величина, которая влияет на производительность труда или фондоотдачу и посредством этого сказывается на экономическом росте.

Однако в долгосрочном плане НТП является и результатом развития, и, в значительной мере, его причиной. Поскольку именно экономическое развитие позволяет богатым обществам фиксировать создание новых образцов техники, а затем уже пожинать плоды научно-технической революции. Поэтому вполне

правомерен подход к НТП как эндогенному явлению, вызванному (индуцированному) экономическим ростом.

Здесь выделяется два основных направления моделирования НТП:

1) модель индуцированного прогресса основана на формуле $y = f(k(t)K, l(t)L)$, причем предполагается, что общество может распределять предназначенные на НТП инвестиции между его различными направлениями. Например, между ростом фондоотдачи ($k(t)$) (улучшение качества машин) и ростом производительности труда ($l(t)$) (повышение квалификации работников) или выбором наилучшего (оптимального) направления технического развития при данном объеме выделенных капитальных вложений;

2) модель процесса обучения в ходе производства, предложенная К. Эрроу, основана на наблюдаемом факте взаимного влияния роста производительности труда и количества новых изобретений. В ходе производства работники приобретают опыт и время на изготовление изделия уменьшается, т.е. производительность труда и сам трудовой вклад зависят от объема производства $L = \phi(y)$

В свою очередь, рост трудового фактора, согласно производственной функции $Y = f(K, L)$, приводит к росту производства. В простейшем варианте модели используются формулы:

$$L = y^h L_0 \quad 1 > h > 0$$

$$y = aK^\alpha L^\beta \quad \alpha > 0, \beta > 0$$

(производственная функция Кобба-Дугласа)

Отсюда имеем соотношение: $y^{1-\beta h} = aK^\alpha L^\beta_0$, которое при заданных функциях $K(t)$ и $L_0(t)$ показывает более быстрый рост y , обусловленный отмеченным выше взаимным влиянием НТП и экономического развития.

Пусть, например: $\alpha = \frac{1}{3}; \beta = \frac{2}{3}; h = \frac{1}{2}$

Тогда рост без учета взаимного влияния описывается уравнением $y = aK^{\frac{1}{3}}L^{\frac{2}{3}}_0$, а рост с учетом взаимного влияния уравнением $y^{\frac{2}{3}} = aK^{\frac{1}{3}}L^{\frac{2}{3}}_0$, или $y = aK^{\frac{3}{2}}L^{\frac{1}{2}}_0$, т.е. оказывается существенно более быстрым.

Для линейной модели:

$$y = bK + cL$$

$$L = \alpha Y$$

$Y(1 - \alpha c) = bK$, т.е. фондоотдача увеличивается.

$$y = \frac{b}{1 - \alpha c} K$$

Эндогенные НТП.

При учете эндогенного НТП главная задача – связать рост эффективности производства с причинами его вызывающими. Среди многих подходов, встречающихся в литературе, наиболее разработаны 2.

1 подход: исходят из предположения, что рост эффективности производства тесно связан с затратами на развитие науки и техники, на разработку новых технологий и повышение квалификации работающих. В соответствии с этим ПФ в качестве независимых параметров вводят затраты на повышение квалификации и образования - $Q(t)$ и затраты на научно-исследовательские работы и опытно- конструкторские работы $P(t)$ (НИОКР) тогда в простейшем случае ПФ можно было бы записать следующим образом: $F(K, L, t) = F_0(K(t) \cdot P(t)^{\omega_1}, L(t) \cdot Q(t)^{\omega_2})$. В реальных условиях учесть влияние $P(t)$ и $Q(t)$ довольно сложно на эффективность производства.

2 подход: его иногда называют материализованным НТП. При этом подходе предполагается, что основные фонды, выпущенные в данном году, эффективнее тех, которые были выпущены ранее. Кроме того учитывается выбытие старых фондов. Допустим, что $K(t, \tau)$ - это часть фондов, введенных в эксплуатационном году τ и продолжающих функционировать в году t , $t \geq \tau$. $K(t, \tau) \leq K(\tau, \tau)$. Аналогично, $L(t, \tau)$ - это часть общей рабочей силы $L(t)$, об-

служивающей указанные фонды. Тогда, $Y(t, \tau)$ - это часть выпуска $Y(t)$ произведенного в году t на фондах выпуска года τ .

$Y(t, \tau) = \bar{F}(K(t, \tau), L(t, \tau), \tau)$, тогда $Y(t) = F(K(t), L(t))$ получается в результате решения следующей задачи вариационного исчисления:

Динамическая модель Канторовича. Динамические оптимальные оценки модели.

Обобщение основной модели производственного планирования Канторовича - динамическая модель Канторовича – может рассматриваться как теоретическая структурная модель. Структурная, потому что производственно-технологическое множество есть множество производственных способов, включающих выпуск и затраты по нескольким ингредиентам. Эта задача – универсальная, которую можно применять для моделирования объектов различного уровня, начиная с уровня предприятия и заканчивая экономикой в целом. Последнее является также ее недостатком, так как мешает практическому применению этой модели. Поэтому она и относится к классу теоретических. Модель является оптимизационной. Это модель с дискретным временем. В качестве такта модели могут быть взяты различные промежутки времени.

Модель Канторовича объединяет сферу производства и сферу потребления. Сфера производства - это различные виды деятельности по производству продуктов. Сфера потребления - использование производственных продуктов. Производственно- технологическое множество – множество сквозных динамических производственных способов. Число их конечно.

Пусть существует T временных тактов. Тогда *сквозной динамический производственный способ* является композицией

$$A_{\psi} = \begin{pmatrix} A_{\psi_1} \\ \dots \\ A_{\psi_t} \\ \dots \\ A_{\psi_T} \end{pmatrix}, \text{ где } A_{\psi_t} = \begin{pmatrix} a_{1\psi_t} \\ \dots \\ a_{s\psi_t} \\ \dots \\ a_{n\psi_t} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Здесь s – номер градиента.

$a_{s\psi t}$ показывает количество затрат s-го ингредиента в t-ом временном такте при единичной интенсивности использования способа ψ затраты при этом имеют знак «-», а выпуск – знак «+».

Матрица этой модели составлена из столбцов, каждый из которых является сквозным динамическим производственным способом. Предполагается, что сквозные способы удовлетворяют условиям аддитивности и автономности.

Аддитивность – возможно совместное использование различных производственных способов с различной интенсивностью.

Автономность – ингредиенты каждого сквозного способа не зависят от функционирования других способов.

В этой задаче могут быть использованы взаимоисключающие способы. Им соответствуют булевы переменные. Через X_ψ обозначим интенсивность использования производственного способа ($X_\psi = 1$, если входит в оптимальный план, и $X_\psi = 0$ в противном случае).

Множество ингредиентов динамической модели Канторовича делится на 2 подмножества: S и R. S - это подмножество воспроизводимых продуктов. R - это подмножество невозпроизводимых ресурсов. Коэффициенты производственных способов, относящиеся к воспроизводимым продуктам, обозначаются $a_{s\psi t}$, к невозпроизводимым - $a_{r\psi t}$. Множества можно задавать как зависящие от времени: S^t, R^t . Модель содержит две группы балансов: по воспроизводимым продуктам

$$\sum_t \sum_\psi a_{s\psi t} x_\psi - y_s \geq 0 \quad s \in S, t \in [1, T] \quad (2)$$

и невозпроизводимым ресурсам

$$\sum_\psi a_{r\psi t} x_\psi \leq Q_{rt} \quad r \in R, t \in [1, T] \quad (3)$$

Где y_{st} - это объем непроизводственного потребления s-го продукта в t-ом периоде.

y_s - суммарное потребление за весь период.

Q_{rt} - наличие r-го ресурса в t-ом периоде.

Объем непроизводственного потребления в t-ом периоде:

$$y_{st} = \bar{y}_{st} + q_{st} \quad (4.1)$$

$$y_{st} = \alpha_{st} z_t \quad (4.2)$$

Здесь q_{st} - фиксированная заданная экзогенно величина.

\bar{y}_{st} - оптимизируемая часть.

α_{st} - структурные коэффициенты.

z_t - число комплектов потребительских благ в t-ом периоде.

В качестве целевой функции здесь выступает:

$$\phi(z_1, \dots, z_T) \rightarrow \max$$

В качестве ϕ могут быть:

$$z_T \rightarrow \max$$

$$\sum_t z_t \rightarrow \max$$

$$\sum_t \lambda_t z_t \rightarrow \max$$

Данная модель имеет решение при определенных условиях:

Матрица производственных способов, составлена из столбцов A_ψ укороченных и содержащих ингредиенты только из множества S, является продуктивной, то есть существует такой вектор \tilde{X}_ψ , который позволяет получить положительное значение воспроизводимой продукции, т.е. $_{st} z_t + q_{st} > 0, s \in S, t = 1..T$.

Вектор, состоящий из элементов q_{st} должен быть таким, что при $z_t = 0$ обеспечивал бы выполнение неравенства по ресурсам: $\sum_\psi \alpha_{r\psi} x_\psi \leq Q_{rt}$.

При построении динамической модели Канторовича важное значение имеет соотношение числа ингредиентов, производственных способов и временных тактов. Оптимальный план может содержать столько дополнительных переменных, сколько ограничений в модели. Число ограничений определяется: пусть s_t - число ингредиентов, относящихся к t-му периоду; тогда число ограничений $\sum_t s_t$. Число положительных основных переменных равно числу ограни-

чений, которые на оптимальном решении обращаются в равенство. Число переменных нашей модели $n + T$, n - число производственных способов, T - число z . Нас интересуют те решения, в которых $z_i > 0$. Тогда максимальное число производственных способов, вошедших в оптимальный план, будет $\sum_i s_i - T$

Вывод: 1. Если в модели содержится малое количество ингредиентов и рассматривается небольшая длина расчетного периода (количество временных тактов), при этом сформировано большое количество производственных способов, то при таком соотношении параметров, определяющих размерность модели, лишь небольшая часть информации о производственных способах может быть полезной.

2. Если число производственных способов, образующих технологическое множество модели, будет мало по сравнению с числом ингредиентов модели, то в оптимальном плане лишь небольшая часть ограничений превратится в равенство. Следовательно, многие виды продуктов будут производиться в избытке, а многие ресурсы будут недоиспользоваться.

Если рассматривать один и тот же ингредиент, относящийся к разным периодам, как различные ингредиенты, то динамическую постановку можно свести к статистической.

Динамические оптимальные оценки.

Для нашей задачи можно построить двойственную и переменные этой задачи назвать оптимальными динамическими оценками. Введем обозначения: V - вектор оптимальных динамических оценок по воспроизводимым продуктам (v_{st}), W - по ресурсам (w_{rt}). С помощью оптимальных динамических оценок анализируются возможности эквивалентной замены ресурсов в разные периоды времени, а также эквивалентные замены равномерных выпусков продукции и затрат ресурсов. Условие эквивалентной замены:

$$\sum_t \sum_s v_{st} \Delta q_{st} = \sum_t \sum_r w_{rt} \Delta Q_{rt}$$

ПРИКЛАДНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Элементарная база

Теоретической базой прикладных межотраслевых динамических моделей является динамическая модель Леонтьева, модель Неймана и модель Канторовича. В отличие от теоретических, прикладные модели предназначены для разрешения конкретных практических задач. Для каждой задачи строится своя специфическая модель, учитывающая особенности этой задачи. Следовательно, происходит привязка теоретической модели к нашей конкретной задаче. При моделировании в рамках конкретной задачи вначале выбирается теоретическая (концептуальная) модель или основа, а затем на ее основе строится прикладная модель. Роль модели у нас не стала нормативной, а описательной. Прикладные динамические модели всегда должны быть хорошо увязаны с действующей системой статистических показателей. Многие особенности прикладного моделирования обусловлены той системой показателей, в рамках которой они конструировались.

Обычно прикладные динамические модели конструируются из ограниченного числа элементов, описывающих различные блоки экономики, а также связи между этими блоками. Это является элементной базой прикладной динамической модели. Развитие прикладных динамических отраслевых моделей или связей между ними. Это направление развивало элементную базу.

Совершенствование синтезов типовых моделей. Это направление совершенствовало методы для построения моделей.

Большинство моделей – модели с дискретным временем. Длина такта различна в зависимости от длины расчетного периода. На каждом такте прикладная модель более или менее полно описывает воспроизводственный процесс и включает блоки, отражающие различные стороны этого процесса. В самом укрупненном виде это 3 основных блока:

Процесс производства и распределения продукции с учетом его развития и обеспеченности ресурсами.

Воспроизводство основных фондов или основного капитала и взаимосвязь его с процессом производства.

Процесс потребления и его влияние на процесс производства.

Кроме этих блоков обязательно учитывается производство трудовых ресурсов, а также невозпроизводимые природные ресурсы. Однако часто демографические и природопользовательские модели выносятся за рамки прикладной межотраслевой модели и увязываются в систему моделей так, чтобы демографические и природопользовательские показатели, определяющиеся на выходах соответствующих моделей, являлись экзогенными в межотраслевой модели. В зависимости от цели все переменные делятся на экзогенные и эндогенные. Причем одна и та же модель может быть использована для решения разных задач путем реализации ее в различных режимах, изменяющих состав экзогенных и эндогенных переменных.

Рассмотрим основные (типовые) элементы прикладных межотраслевых моделей.

1. Моделирование межотраслевых производственных связей (блок

производства и распределения продукции 1).

В этом блоке моделируются зависимости между затратами и выпуском (обязательные элементы). Основные способы задания зависимостей:

- с помощью производственных функций;
- с помощью функций производственных затрат;
- множеством производственных способов.

Наиболее распространенные линейные зависимости между затратами и выпуском. В случае, когда теоретической основой прикладной модели является модель Леонтьева, последняя отличается от базовой по двум моментам:

Матрица производственных затрат A не считается постоянной во времени. Для такта рассчитывается своя матрица.

Производственные затраты обычно группируются по функциональному признаку, т.е. коэффициенты фондоемкости, материалоемкости, трудоемкости – группы коэффициентов матрицы A , и для каждой группы используется своя методика расчета.

В прикладных моделях используются 2 представления производственных способов:

Для каждого такта вводится свой производственный способ.

Вводится сквозной производственный способ, как в модели Канторовича.

Более распространенная 1-ая форма. Таким образом, технологическое множество прикладной динамической модели – это динамический ряд матриц затраты-выпуск. В прикладных моделях отрасль представляется как одним, так и несколькими производственными способами:

- производство на старых мощностях;
- производство на новых мощностях (то есть созданных в течении производственного периода);

Исходная информация о параметрах модели обычно представляется для каждого такта в виде трех матриц:

- матрица материалоемкости продукции A' ;
- матрица фондоемкости продукции D' (включает в качестве строк не все отрасли, а только фондообразующие);
- матрица трудоемкости продукции L' может вырождаться в строку, если рассматривается один вид трудовых ресурсов. В этой матрице столько строк, сколько трудовых ресурсов включается в модель.

Для описания сферы производства используются производственные функции. Теоретически возможно построение многофакторных функций с взаимозаменяемыми ресурсами, однако практические трудности статистической оценки параметров модели обусловили применение двухфакторных произ-

водственных функций (фонды, труд). Производственные функции достаточно активно используются при моделировании отдельных отраслей.

Моделирование воспроизводства основных фондов.

Прикладные межотраслевые модели как правило содержат как отдельный блок балансы основных производственных фондов или мощностей. Взятые совместно с балансами производства и распределения продукции, они описывают взаимосвязи между капиталовложениями, основными фондами и производством. Динамика капиталовложений связана в будущей динамикой производства.

Опосредуют эту связь основные фонды (ОФ) или основной капитал.

При моделировании в этом блоке учитывается воспроизводственная направленность капиталовложений или инвестиций. Капвложения могут быть для простого воспроизводства и для разрешенного воспроизводства ОФ. Для простого они выделяются на основе доли затрат на возмещение выбытия ОФ в общем объеме фондов.

$$u^0_i(t) = \sum_j y_{ij}^t \Phi_{ij}(t) \quad (1)$$

где u^0_i - капвложения i -го вида в t -ом году, направленные на простое воспроизводство ОФ.

j – отрасли.

y_{ij}^t - доля затрат на возмещение выбытия ОФ в величине ОФ.

$\Phi_{ij}(t)$ - объем фондов i -го вида, действующих в j -й отрасли на начало i -го периода.

Для разрешенного воспроизводства капвложения определяются на основе удельных капвложений, приростов ОФ и величин инвестиционных лагов.

$$u_i^\Delta(t) = \sum_j b_{ij}^t \Delta\Phi_j(t + \tau_j) \quad (2)$$

где u_i^Δ - капвложения на расширение фондов i -го вида в t -ом году.

j – отрасли.

b_{ij} - коэффициент приростной фондоемкости, т.е. затраты капвложений i -го вида для прироста единицы ОФ в j -й отрасли.

$\Delta\Phi_j$ - прирост ОФ в j -й отрасли в году $(t + \tau_j)$

Конкретизация осуществляется при помощи задания другого лага. (1) и (2)

описывают спрос на капвложения соответствующего вида. Они включаются в балансы производства и распределения продукции. Приросты ОФ, используемые при определении спроса на капвложения, задаются в виде балансовых фондов или мощностей. В (1) и (2) вместо фондов могут быть использованы показатели производственной мощности. Баланс ОФ представляет собой соотношение, сопоставляющее в каждом такте ресурсы ОФ и потребности. Ресурсы ОФ складываются:

$$\bar{\Phi}(t) = \Phi(t) + \bar{\beta}' \Delta\Phi(t) - \bar{W}(t) \quad (3)$$

где $\Phi(t)$ - ОФ на начало года.

$\bar{\beta}' \Delta\Phi(t)$ - ввод фондов в течении такта.

$\bar{W}(t)$ - выбытие фондов в течении такта.

Величина выбытия также определяется на основании фондов на начало года и доли выбытия. Абсолютное выбытие $W(t)$ определяется по формуле:

$$W(t) = \gamma_w' \Phi(t)$$

где γ_w' - доля выбытия ОФ в такте времени по отношению к их величине на начало года.

Потребности в фондах i -го вида задаются:

$$d_{ij}(t)x_j(t) \leq \bar{\Phi}_{ij}(t)$$

где d_{ij} - коэффициент матрицы фондоемкости D'

x_j - объем выпуска в j -й отрасли.

$\bar{\Phi}_{ij}(t)$ - наличие ОФ i -го вида в j -й отрасли.

Основные типы межотраслевых прикладных моделей.

Межотраслевые прикладные модели могут быть классифицированы следующими признаками:

По длительности периода, охватываемого моделью.

Краткосрочные.

Среднесрочные.

Долгосрочные.

По способу связи между интервалами времени.

Модели с прямой рекурсией.

Модели с обратной рекурсией. Квазидинамические модели.

Модели с двусторонней связью интервалов времени (полностью динамические модели).

В пункте 1 обычно используется в каждом типе модель с одной и той же логической структурой, т.е. методологическая модель, а адаптация ее к горизонту планирования выражается в подготовке исходной информации, в степени детализации показателей и соотношении модели. Проблемы, возникающие при адаптации модели к определенным горизонтам планирования, связаны с проблемами их определения тех или иных показателей и увязки статистической отчетности с тактами модели. При выборе горизонта планирования меняются и цели моделирования, что может найти отражение в структуре модели.

В моделях пункта 2.1 расчеты ведутся последовательно для каждого такта, начиная с первого. В результате решения модели на каждом такте оказывает влияние на последующие такты. Обратной связи нет, что является недостатком этой модели. В таких моделях слабо учитываются конечные цели и перспективы развития.

Модели с обратной рекурсией предполагают обратный порядок расчетов. Сначала решается модель до последнего периода и затем последовательно для промежуточных тактов. Недостаток в том, что в этих моделях не учитывается влияние предыдущего временного отрезка на последующий. Модели ориентированы на достижение конечных целей. В них часто появляются неприемлемые решения на промежуточных интервалах, например: скачкообразная структура

производства по годам, темп роста капвложений внутри периода может быть очень напряженный. Обычно используются для среднесрочного планирования.

Структура моделей с обратной рекурсией состоит из 2 блоков:

Блок для последнего года.

Блок развертки решения по годам.

Условием развертки решения по годам может выступать условие, связывающее капвложения и прирост фондов для разных интервалов, при этом задается закон динамики капвложений. Кроме того, могут строиться оптимизационные задачи, в рамках которых оптимизируются и параметры роста капвложений.

Особая разновидность - казидинамические модели. В них строятся соотношения только для последнего такта и определяются показатели для последнего интервала. При этом связь между интервалами осуществляется с помощью балансов капвложений или основных фондов за весь расчетный период.

Основная особенность моделей пп. 2.1.-2.2 в том, что они распадаются на ряд статистических задач, решаемых последовательно либо в прямом, либо в обратном

порядке, связанных условиями перехода между тактами. При этом наблюдается односторонняя связь временных отрезков.

Полностью динамические модели имеют двустороннюю связь отрезков времени, и они не распадаются на ряд статистических задач.

Рассмотрим модель укрупненного МОБ - модели с прямой рекурсией. Нам потребуется схема из 3-х групп балансов:

Балансы производства и распределения продукции.

Балансы фондов по отраслям потребления.

Балансы по труду.

1. Балансы производства и распределения продукции.

$$x_i(t) = \sum_j a_{ij}^t x_j(t) + \sum_j b_{ij}^t u_j(t) + y_i(t) + q_i(t) \quad (1)$$

где $x_i(t)$ - объем производства i -ой отрасли.

$\sum_j a_{ij}^t x_j(t)$ - производственное потребление этой продукции всеми отраслями.

$\sum_j b_{ij}^t u_j(t)$ - капвложения этого вида во все отрасли.

u_j - объем капвложений в j -ой отрасли.

b_{ij} - коэффициенты материально-вещественной структуры капвложений. Разворачивает структуру по видам капвложений.

y_i - непроизводственное накопление.

q_i - конечный продукт.

Индексы t в первом и втором слагаемых означают, что для каждого периода существует своя параметрическая база.

Балансы основных фондов по отраслям потребления.

$$d_j^t x_j(t) = \Phi_j(t-1) + \Delta\Phi_j(t) - W_j(t) \quad (5)$$

где Φ_j - общий объем фондов в j -ой отрасли.

$\Delta\Phi_j$ - необходимый ввод фондов в эту отрасли.

$W_j = y_w^t \Phi_j(t-1)$ - выбытие фондов.

d_j - коэффициенты фондоемкости продукции.

Объем основных фондов балансируется по отраслям-потребления.

Фонды не приводятся к среднегодовым, а рассчитываются на конец такта.

Балансы по труду.

$$L(t) = \sum_j l_j^t x_j(t)$$

где l_j^t - коэффициенты трудоемкости.

Кроме того, вводятся ограничения на долю, которую может составлять производственное накопление в общей величине КП.

Теперь непосредственно приступим к рассмотрению прикладной модели. Это **модель Шатилова**. Она является моделью с прямой рекурсией и ориентирована на среднесрочное планирование. В модели использованы следующие подходы:

Балансы производства и распределения продукции строятся по подразделениям.

Балансы ОФ разворачиваются в структуру и по отраслевым признакам, и по составу.

Выбор объема и структуры потребления осуществляется с помощью шкалы потребления, которая представляет собой таблицу упорядоченных вариантов потребления.

Условия модели:

Балансы производства и распределения продукции.

$$x_i(t) = \sum_{j=1}^m a_{ij} x_j(t) + \sum_{j=1}^n y_{ij}(t) + s_i(t) \quad i = 1, 2, \dots, m$$

где y_{ij} - объем средств производства i -го вида, накапливаемых в j -ой отрасли.

s_i - сальдо ввоза-вывоза.

Остальные обозначения соответствуют введенным выше.

Первые m отраслей представляют фондообразующее подразделение (или первое), оставшееся - второе подразделение.

$$x_j(t) = x_j(t-1)g_j(t) \quad j = m+1, m+2, \dots, n$$

Баланс по труду.

$$L(t) = \sum_{j=1}^n l_j(t)x_j(t)$$

Условие корректировки объема ОФ i -го вида в j -ой отрасли.

$$\Phi_{ij}(t) = \Phi_{ij}(t-1) + y_{ij}(t-1)k_{ij}(t-1)$$

где k_{ij} - отношение введенных в действие накопленных в j -ой отрасли ОФ i -го вида к общему объему накопленных в j -ой отрасли ОФ.

Ограничение на накопление ОФ:

$$y_{ij}(t) = \max \left\{ \frac{b_{ij}(t)x_j(t) - \Phi_{ij}(t)}{k_{ij}(t)\beta_{ij}(t)}, a_{ij}^t x_j(t) r_{ij}(t) \right\},$$

где y_{ij} - возможное накопление.

β - коэффициент среднегодового ввода фондов

r_{ij} - коэффициент для нижней границы накопления фондов

Условие выбора уровня шкалы 2-го подразделения.

$$g_j(t) = g_{u,j}(t) + \lambda(g_{u+1,j}(t) - g_{u,j}(t)) \quad j = m+1, m+2, \dots, n$$

где $g_{u,j}$ - уровни шкалы темпов роста 2-го подразделения

$$g_{u,j} \geq g_{u-1,j}$$

В показателях, которые лежат в матрице, отражают прогнозируемые различия в уровне удовлетворения различных потребностей. В процессе решения выбирается такой уровень шкалы, т.е. темп роста 2-го подразделения, или линейная комбинация двух соседних уровней, которые позволят достигнуть сбалансированности в пределах заданной точности между ресурсами и потребностями.

Продукт 2-го подразделения задается с помощью темпов роста, который учитывается при построении шкалы потребления.

Модели экономического цикла.

Теоретические модели экономического цикла возникли в 30-х годах после кризиса, второй импульс к развитию получили в послевоенный период. Модели основываются на конструкциях, описывающих взаимодействие мульти-

пликатора и акселератора. Базой для них служат кейнсианские методы. Эти модели дали

развитие эконометрическому направлению в моделировании динамики экономических систем. Эконометрические модели 60-70 гг. Пытаются моделировать цикл экономического развития и выявлять основные параметры этого цикла (длительность, размах колебаний).

Рассмотрим модель экономического цикла **Дж. Хикаса**. Это теоретическая модель. Основные ее соотношения следующие:

Национальный доход Y – это сумма личного потребления C , индуцированных инвестиций I и автономных инвестиций A . при этом под индуцированными инвестициями понимают частные инвестиции, а под автономными – государственные (задаваемые экзогенно).

$$Y = C + I + A$$

Частные инвестиции зависят от состояния экономики в определенный период t :

$$I_t = v(Y_{t-1} - Y_{t-2})$$

$C_t = C_{t-1}Y_{t-1} + C_{t-2}Y_{t-2}$ - для определения уровня дохода в текущем периоде используются 2 предшествующих.

Сбережения в период t совпадают с инвестициями.

Исходя из сделанных предположений, запишем уравнение для Y .

$$Y_t = (v + C_1)Y_{t-1} - (v - C_2)Y_{t-2} + A_t \quad (1)$$

Предполагаем, что $C_1 > 0$, $C_2 > 0$, $C_1 + C_2 < 1$, $v > 1$. Выписываем характеристическое уравнение для (1):

$$\lambda^2 - (v + C_1)\lambda + (v - C_2) = 0$$

Пусть $\omega = v - C_2$ и $C = C_1 + C_2$. Запишем решение этого квадратного уравнения, применив новые обозначения:

$$\lambda_{1,2} = \frac{v + C_2}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{v + C_1}{2}\right)^2 - (v + C_2)} = \frac{\omega + C}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\omega + c}{2}\right)^2 - \omega}$$

Введем обозначение: $S = 1 - C$. Решение не будет иметь колебательных составляющих при условии, что $\lambda_1 \lambda_2$ - действительные числа. Выясним, при каких ω и s это достигается.

$$\left| \frac{\omega + C}{2} \right|^2 - \omega \geq 0 \quad (\omega + C)^2 \geq 4\omega \quad \omega > 0 \quad (\omega + 1 - s) \geq 2\sqrt{\omega}$$

$$(\sqrt{\omega} - 1)^2 \geq s$$

Изобразим графически область колебаний (на рисунке заштрихована).

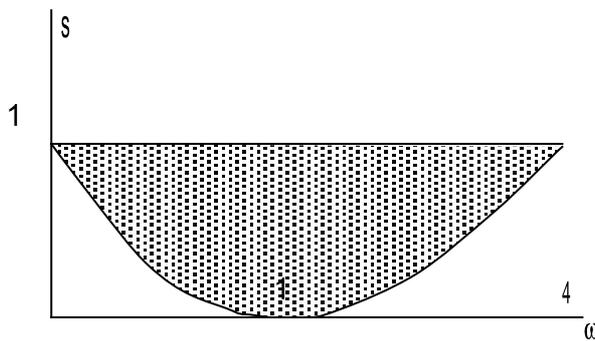


Рисунок – 1

Если присутствует колебательная составляющая, λ представим в виде:

$$\lambda_{1,2} = \alpha + i\beta. \text{ При этом } \alpha = \frac{\omega + C}{2}, \quad \beta = \sqrt{\omega - \left| \frac{\omega + C}{2} \right|^2}$$

Коэффициент затухания колебаний r будем определять формулой:

$$r = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}.$$

Период колебаний θ определяется так: $\theta = \arctg \left| \frac{\beta}{\alpha} \right|$.

Преобразуем выражение для r :

$$r = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} = \sqrt{\left| \frac{\omega + C}{2} \right|^2 + \omega - \left| \frac{\omega + C}{2} \right|^2} = \sqrt{\omega}$$

Теперь можно указать характер колебаний в зависимости от значения:

$\omega > 1, r > 1$ - взрывные колебания.

$\omega = 1, r = 1$ - равномерные колебания.

$\omega < 1, r < 1$ - затухающие колебания.

Следует обратить внимание, что $\omega = v - C_2$ и не зависит от C_1 .

По предположению Хикса в реальной экономике $\omega > 1$, следовательно, ей присущи взрывные процессы. Но они должны натолкнуться на дефицит ресурсов, в первую очередь в рабочей силы, поэтому при построении прикладных конструкций вводится верхнее и нижнее ограничение.

Циклическое движение по Хиксу: экономика получает первоначальный импульс в виде впрыскивания автономных инвестиций. Она вызывает рост производства и доходов, что включает механизм акселератора, включаются индуцированные инвестиции и начинает работать схема циклического развития со взрывными колебаниями. Амплитуда нарастает до тех пор, пока не коснется «потолка» или «пола» - ограничений по ресурсам или производственным мощностям. «Пол» отключает механизм акселератора из-за избытка производственных мощностей.

Дальнейшее развитие данной модели возможно в таких направлениях:

- использование нелинейного акселератора;
- введение более сложных инвестиционных функций;

Экономическая модель представляет собой систему уравнений и тождеств.

Уравнения связывают между собой определенные макроэкономические показатели (эндогенные и экзогенные), содержат случайные величины и лаговые значения эндогенных переменных.

Тождества (дефиниционные условия) выполняют роль законов сохранения в экономике.

Реальное движение макроэкономических показателей, воспроизводимое моделью в ее детерминированном варианте (с включением случайных отклонений путем введения определенных переменных) может быть разложено на три составляющие:

Эндогенная составляющая – часть реального значения показателя для каждого момента времени, которая определяет взаимодействие эндогенных переменных модели.

Экзогенная составляющая – образуется за счет влияния входящих в модель экзогенных переменных.

Случайная компонента отражает влияние неучтенных в модели факторов.

Экзогенными считаются переменные, динамика которых слабо зависит от динамики национальной экономики, либо они могут быть связаны с ней косвенно.

Как правило, это переменные, отражающий государственное регулирование.

Чем больше переменных задействовано как эндогенные, тем глубже модель. Главное в исследованиях динамических свойств эконометрической модели – изучение динамики эндогенной составляющей, так как эта компонента отражает динамику внутренних связей экономической системы.

Анализ динамических свойств линейной эконометрической модели.

Пусть модель описывается следующими уравнениями:

$$\sum_{i=0}^k \alpha_i y_j(t-i) + \sum_q \beta_q x_{qt} + \sum_j \gamma_j u_{jt} = 0 \quad (2)$$

Где y_j - эндогенные переменные модели (уравнений столько, сколько этих переменных)

x_{qt} - экзогенные переменные модели (Q – их число)

u_{jt} - случайные отклонения переменных (всего их N)

k - характеризует лаг.

Редукционное уравнение представляет собой уравнение, в которое входят текущие и лаговые значения лишь одной эндогенной переменной. Если расписать подобную первую сумму (2), а вторую (экзогенные переменные) и третью

(случайные отклонения) суммы (2) обозначить через $f(t)$, то можно выписать форму редукционного уравнения:

$$y_t + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \dots + \alpha_k y_{t-k} = f(t) \quad (3)$$

Положим $f(t) = 0$. Таким образом мы абстрагируемся от влияния экзогенных переменных и помех для исследования внутренних свойств системы. Решение уравнения (3) записывается в следующем виде:

$$y_t = D_1 \lambda_1^t + D_2 \lambda_2^t + \dots + D_k \lambda_k^t$$

Где λ_i - корни характеристического уравнения.

Для существования циклической компоненты необходимо, чтобы характеристическое уравнение было не менее 2-го порядка. Действительные корни определяют тенденцию роста нашей эндогенной переменной ($\lambda > 1$ - возрастает, $\lambda < 1$ - убывает). Характер колебательных движений определяется коэффициентом затухания и периодом колебаний. На бесконечно длинном интервале в решении будут доминировать 2 компоненты, соответствующие действительному максимальному корню характеристического уравнения и корням, дающим максимальный r .

Требования адекватности модели реальной динамики накладывают некоторые условия на корни нашего уравнения:

Доминирующий действительный корень должен быть больше 1. Это значит, что модель воспроизводит эндогенный рост экономики.

Доминирующая гармоника должна не затухающей и не взрывной, т.е. ее r должен быть близок к 1.

Период доминирующих экзогенных колебаний должен быть близок к периоду реального экономического цикла.

Можно выделить пять этапов развития современной теории инноваций:

- 1) классическая;
- 2) теория длинных волн Кондратьева;
- 3) неоклассическая;
- 4) теория ускорения;

5) социально-психологическая.

В 1856 году первая наиболее полное описание инноваций ввел в экономическую науку австрийский ученый Йозеф Шумпетер. С этого исследования начинается классическая теория инноваций. Шумпетер понимал под инновациями изменение с целью внедрения и использования новых видов потребительских товаров, новых производственных и транспортных средств, рынков и новых форм организации в промышленности.

По мнению Шумпетера, инновации - не только нововведения, а фактор производства. Не пользуясь в этот период термином «инновации» Шумпетер, заменяет его на пять новых факторов производства:

- использование новой техники, новых технологических процессов или нового рыночного обеспечения производства;
- изготовление нового продукта или известного продукта с новыми качествами;
- использование новых видов сырья или полуфабрикатов;
- изменение в организации производства и его материально-технического обеспечения;
- проникновение на новый рынок сбыта.

Массовое появление новых комбинаций по Шумпетеру свидетельствует о начале подъема экономики. В дальнейшем Шумпетер совершенствует свою теорию, связывает периоды подъемов с увеличением новых «комбинаций» - нововведений.

Каждая инновация, которая реализует крупные изобретения, создает предпосылки для формирования новых поколений техники и технологий – это базовая инновация. Вслед за ней возникает ряд более мелких инноваций – вторичных. Так были введены понятия базовых вторичных нововведений.

Шумпетер определяется в развитии трех волн, которые объясняют такие инновации:

- использование и распределение паровой машины 1790 – 1842 года;

- использование железной дороги 1843- 1997 года;
- появление автомобиля 1848 – 1949 года.

Шумпетер дает определение – инноваций, как экономической категории – это производственная функция, которая предопределяет количественные изменения продукта, с учетом изменений во всей совокупности действий влияющих на него факторов. Если вместо совокупности факторов мы изменяем форму функций, то получим инновацию. Он доказал, что инновационную деятельность можно рассмотреть лишь при условиях цикличности и динамичности совершенствования старых технологий с новыми, которые приходят им на смену.

Теория длинных волн Кондратьева доказывает, что страны с рыночной экономикой в процессе своего развития регулярно, с интервалом 40...60 лет проходят через стадии экономических подъемов и кризисов. Кондратьев доказал, что такие большие циклы (длинные волны Кондратьева) связываются с весомыми научно-техническими изобретениями, или открытиями ученых, с периодами научно-технической революции или какими-то другими выдающимися событиями в экономике жизни общества.

После Шумпетера и Кондратьева на основе исследования Гаменина , Н. Калецки, Б.Твисса и другие возникли «неоклассические» теории инновации.

Известные представители этого направления оценивают инновации, как главный импульс развития, исходящий от новых потребительских товаров, новых методов производства и транспортировки, новых рынков, новых организационных форм промышленности. При этом они учитывают цикличность развития экономики. По мнению, Калецки, инновации обеспечивают развитие, в долгосрочной перспективе сопровождая экономику спадов и удлиняют периоды подъемов.

В современных условиях развитие инновационного предпринимательства возникла «теория ускорения». Представители данной теории, основываясь на теории длинных волн, рассматривают развитие по данной модели (США). Западное предпринимательство развивается на много быстрее. США чрезвы-

чайно быстро проходит процесс замены старых производств на новые. Высочайшие темпы развития в странах «3-го мира», цифровые технологии и программные обеспечения.

Социальная теория, связана с приоритетом человеческих отношений в управлении инновационной деятельности. Основные методы в ней занимают проблемы, роли и личности, уравнения образования, анализ социально-психологических организационных факторов. Для этой теории главным является выделение определенной группы людей, как особых носителей инноваций. Таким образом, инновация – конечный результат инновационной деятельности, который получил воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынок, нового усовершенствованного технологического процесса, внедрение на рынок, или в практической деятельности, или в новом подходе к социальным услугам.

Инновационный процесс – такой научно-техничко-экономический процесс, который через практическое использование идей и изобретения приводит к созданию лучших по своим свойствам изделий, технологий.

Инновационная деятельность – деятельность, направленная на использование и коммерциализация результатов научных исследований и разработок для рассмотрения решения и восстановления номенклатуры и улучшения качества выпускаемой продукции, совершенствования технологий, их изготовление с последующим внедрением эффективности реализации на внутреннем и внешнем рынках.

Объект инновационной деятельности – разработка техники и технологий предприятия, которые находятся независимо от организационно-правовой формы и формы собственности на территории страны.

Субъекты инновационной деятельности – юридические лица, независимо от организационно-правовой формы, и формы собственности, физического лица, иностранных граждан, а также лица без гражданства, материально принимающего участия в инновационной деятельности.

Таблица 1
Классификация инноваций.

Классификационный признак	Содержание	
	А. Пригожин	И. Фатхутдинов
1	2	3
1) Сфера применения	-материально-технические (техника); -социальные; -экономические; -организационно-управленческие; -правовые; -педагогические;	-инновации введённые в сферу науки; - инновации введённые в сферу управления; - инновации введённые в социальной сфере; -материально-производственная (промышленность, с/х).
2)Инновационный потенциал	-радикальный (базовый); -комбинаторный (используемый разные комбинации); -совершенный.	-радикальный(открытие, изобретения, патенты); -ординарный (ноу-хау, рационализация предложения и т.д.).
3)Преимственность	-замещающие; -отмирающие, -поворотные, -открывающие, -ретро-ведение	
4)Масштабы инноваций	-локальные; -системные; -стратегические	-инновации новые в мировом масштабе (открытия, изобретения, патентов) а) страны; б) области; в) мира.
5) частота (распространенность)	-единичные (динамичный объект); -диффузные(на множество объектов)	-разовые; -повторные (диффузные).
6)радиус действий	-внутриорганизационные; -межорганизационные	-инновация для внутрифирменного применения; -нововведения для накопления на фирме; -нововведения для

		продажи.
7)источник нововведения	-прямой социальный заказ; -в результате изобретения	
8)Этап		-инновации внедрения на стадии стратегического маркетинга; -инновации внедрения на стадии НИОКР; -организационно-технологическая подготовка производства; -производство(включая тактический маркетинг); -сервис, осуществляемый изготовителем.
9)Эффективность.		-научно-техническая; -социальная; -экономическая; -интегральная
10)формы нововведения - основы инновации		-открытия и изобретение патента; -рационализованное предложение; -ноу-хау; -товарные знаки, торговые знаки, марки, эмблемы; -новые документы, которые описывают технологические, производственные, управленческие процессы, конструкции структуры, методы и т.д.
11)Место в производственном цикле	-сырьевые; -согласительные; продуктивные.	

Таким образом, особенностями инновационного процесса, является его цикличность, поэтапная реализация нововведений и исключительно высокая

степень риска, связанная с низкой вероятностью успешного воплощения новой идеи в новом виде продукта. Эта вероятность составляет, как правило, 9-10%.

Инновационно-образующие факторы:

- 1) мировой порог знаний. Он служит границей между достижениями и пробелами в общих и специальных знаниях. Порог знаний дает научному сообществу ориентироваться для дальнейших поисковых фундаментальных и прикладных исследований, а инженерному и управленческому корпусу – базу для целевых разработок;
- 2) инновационные финансовые ресурсы. Возможность финансирования инновационных проектов определяется физическим наличием и доступностью капитала, вкладывается сегодня во имя будущей высокой отдачи в силу не совсем очевидного успеха;
- 3) инновационные предприниматели. Это специфический тип бизнеса, выступающий связывающим звеном между инноваторами, авторами оригинального научно-прикладного продукта и общества, в частности сферами производства и управления. Инновационный замысел и стратегия маркетинга служат ключевыми аргументами в пользу конкретного проекта. Принятия решений о начале финансирования инноваций должно базироваться на качественном прогнозе и эффективного планирования инновационной деятельности;
- 4) поле инновационной активности. Оно очерчивается границами концентрации потенциальных объектов приложения знаний и навыков, на соответствующих иерархических уровнях, территориях в определенных видах деятельности;
- 5) инновационный климат. Это своеобразная, питательная среда, которая обеспечивает благоприятный фон для взаимодействия всех инновационных образующих факторов. Подобная среда включает в систему необходимую социальную, юридическую, экономическую и других институтов, поддерживающих как нововведенческую деятельность, так и самих новаторов. Типичным примером организационных построений, способствующих формировать инновационный климат

та, можно отнести виртуальные корпорации, технополисы, бизнес инкубаторы, кибернетические информационные пространства.

2. Диагностика инновационного развития СЭС – это всесторонний анализ, оценка, мониторинг и прогнозирование развития предприятия на инновационной основе в комплексе социальной эффективности такого развития по всем его функциональным управлениям.

Направления диагностики инновационного развития СЭС:

- оценка нематериальных активов предприятия;
- мониторинг устойчивости развития предприятия;
- диагностика развития предприятия в соответствии со стадиями их жизненного цикла;
- анализ эффективности инновационной инвестиционной деятельности и /или оценка эффективности инновационных проектов;
- разработка показателей и рейтинговое (интегральное) оценивание СЭС различными уровнями иерархии, а также оценка инвестиционной привлекательности, инвестиционных активов предприятия;
- анализ стратегических перспектив и направлений развития и/или диагностика достижений предприятия;
- диагностика инновационного потенциала СЭС на макро и микро уровне;
- мониторинг комплексного развития предприятия;
- разработка качественно новых подходов и измерение инновационной активности организаций.

Таблица 2.

Характеристика подходов к оцениванию и методов диагностики инновационного развития СЭС.

Подходы к оцениванию развития предприятия.	Вид представления оценки		Степень обобщения результатов		Формирование отображения результатов	
	Количественные	Качественные	детальные	агрегированные	графические	аналитические
1	2	3	4	5	6	7

1) Показатели динамики	+		+			+
2) Структурные показатели	+		+			+
3) Сбалансированная система показателей	+		+	+		+
4) Факторные линейные и нелинейные методы		+		+		+
5) Система диффузных уравнений.	+			+		+
6) Экспертная оценка по сформулированной шкале развития в целом.			+	+	+	+
7) Экспертная оценка по сформулированным шкалам развития функциональных сфер предприятия		+	+		+	+
8) Экспертная оценка определенных признаков развития		+	+		+	+
9) Анализ перспективного развития предприятия		+	+			
10) Модель развития предприятия основой, которой является концепция	+	+				+

Диагностический анализ, применяемый в практике управления позволяет достичь следующие преимущества:

1) система показателей задает формализованную базу (объективные числовые данные), для принятия управленческих решений, что особенно важно, если учесть, что большинство инновационных проектов имеют долгосрочную перспективу и реализуются в условиях повышения рисков;

- 2) показатели инновационной активности выражают стратегический интерес предприятия, позволяют строить инновации в БП и оптимизируют взаимодействие всех подсистем, участвующих в инновационном процессе;
- 3) измерения инновационной активности полагает обоснованно-распределительные ресурсы между подсистемами предприятия. Плановые метрики устанавливают ожидания в отношении инновационного потенциала в организации. Сравнение же плановых показателей с их значениями, в отчетном периоде, позволяют выявить узкие места – процессы финансирования, которые не соответствуют поставленным целям;
- 4) показатели инновационной активности мотивируют персонал к инициативной работе. Четко сформулированные цели делают сотрудников более предприимчивыми, побуждая их стремиться к выполнению поставленной задачи.

Моделирование инновационных процессов.

Методы прогнозирования инновационного развития.

Появление инновации имеют две отправные точки:

- 1) потребность рынка, т.е. имеющийся спрос на определенный продукт (товар, услуги). Иначе говоря – это ответ на потребности рынка или маркетинговый вариант, его можно также назвать эволюционным и революционным, также относят естественные имеющие изменения на рынке товаров и услуг;
- 2) Изобретательство, т.е. интеллектуальная деятельность человека по созданию нового продукта, направленного на удовлетворение спроса, который отсутствует на рынке, поможет появиться с появлением этого нового продукта, т.е. фактически – это создание нового рынка – революционный радикальный путь.

Эволюция позволяет в максимальной степени реализовать заложенные в идее существующего продукта потенциал и подготовить условия для перехода к новым изделиям, поэтому обществу для устойчивого и динамического развития необходимо сочетание маркетингового эволюционного и революционного направления. Таким образом, механизм развития системы инновационного раз-

вития распределяется на два класса, что обусловлено бинарными характеристиками потока инновации: механизмов рыночной самоорганизации и целевых механизмов в соответствии с этапами жизненного цикла инноваций оба класса механизмов в общем случае имеют следующие компоненты:

- 1) маркетинг - исследования рынка, выбор схем продвижения товаров;
- 2) генерирование идей: эвристический направленный синтез.
- 3) научные исследования: моделирование, анализ, синтез;
- 4) проектирование: определение структуры и параметров их конкретизации;
- 5) подготовка производства: техническая подготовка производства, координирование;
- 6) инвестирование: формирование бизнес – планов, финансирование;
- 7) производство: изготовление продукта, предоставление услуг;
- 8) реализация: заключение контрактов, поставка продукта;
- 9) сервис: обследование, детектирование, ремонт, обслуживание.

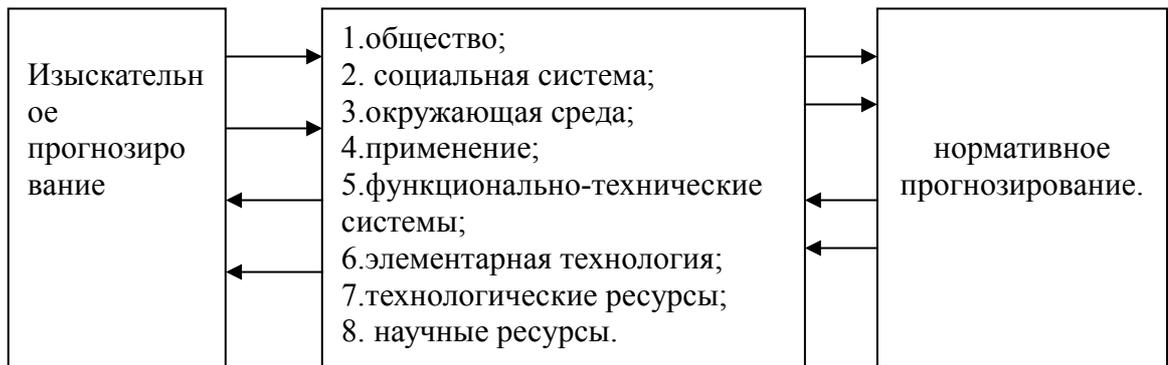
Указанные механизмы имеют обслуживающие механизмы следующих групп: - стимулирования и поддержки
- защиты.

Из указанных элементарных механизмов получают комплексные механизмы.

Методы реализации указанных механизмов распределения на правовые, административные, информационные, финансовые, технические и прочие.

Рассмотрим два основных метода прогнозирования инновационного развития изыскательная и нормативная.

Выделяют восемь уровней перемещения технологий. При этом изыскательские методы, исходящие из возможностей концентрируются на нижних (технологических уровнях), а нормативные (исходящие из потребительской), на верхних (воздействие на общество), но протекают и на технологические.



Среди механизмов развития инновационной системы одним из важнейших является ускорение разработки и внедрение инноваций.

Методами усиления темпов развития при применении этих механизмов является, механизмов является переход к непрерывным процессам; интенсификация критических звеньев; совмещения звеньев; уменьшения количества вспомогательных звеньев.

Продолжительность процессов (T) состоит из продолжительности основных (Q_i), вспомогательных (φ_i) и других процессов O_k .

$$T = f(Q_i, \varphi_i, \dot{I}_k),$$

$$\text{где, } i = 1 \dots \dot{I};$$

$$i = 1 \dots \tau$$

$i = 1 \dots k$, номера основных, вспомогательных и под процессов.

Взаимосвязь уравнений перемещения технологий методов прогнозирования или развития.

Сокращение продолжительности процесса, возможно за счет исключения (B), сокращения (C_K) и совмещения (C_i) отдельных процессов, причем возможны, во всем комбинаций {исключения вспомогательных процессов, исключения других под процессов, сокращение основных под процессов, сокращение вспомогательных под процессов, сокращение других под процессов, совмещение основных под процессов, совмещение вспомогательных под процессов, совмещение других под процессов}

$$\{B\vec{A}_j, BC_k, \vec{N}_k Q_i, C_k \Phi_i, C_K I_k, \vec{N}_i Q_l, C_i \vec{A}_j, C_i \dot{I}_k\}$$

Эволюция подходов к моделированию инновационного развития прошла следующие этапы:

первое поколение: 1955 – середина 1960гг.- модель, которая подталкивается технологией (technology push model)- простой линейный последовательный процесс, с упором на роль НИОКР и отношения к рынку лишь как к потребителю результатов технологической активности производства.

Первое поколение можно проиллюстрировать следующей схемой:





Второе поколение: конец 1960- начало – 1970 гг. Та же линейно последовательная модель, но с упором на важность рынка, на потребности которого реагирует НИОКР (need pull model). Инновационный процесс второго поколения подталкивается необходимостью:

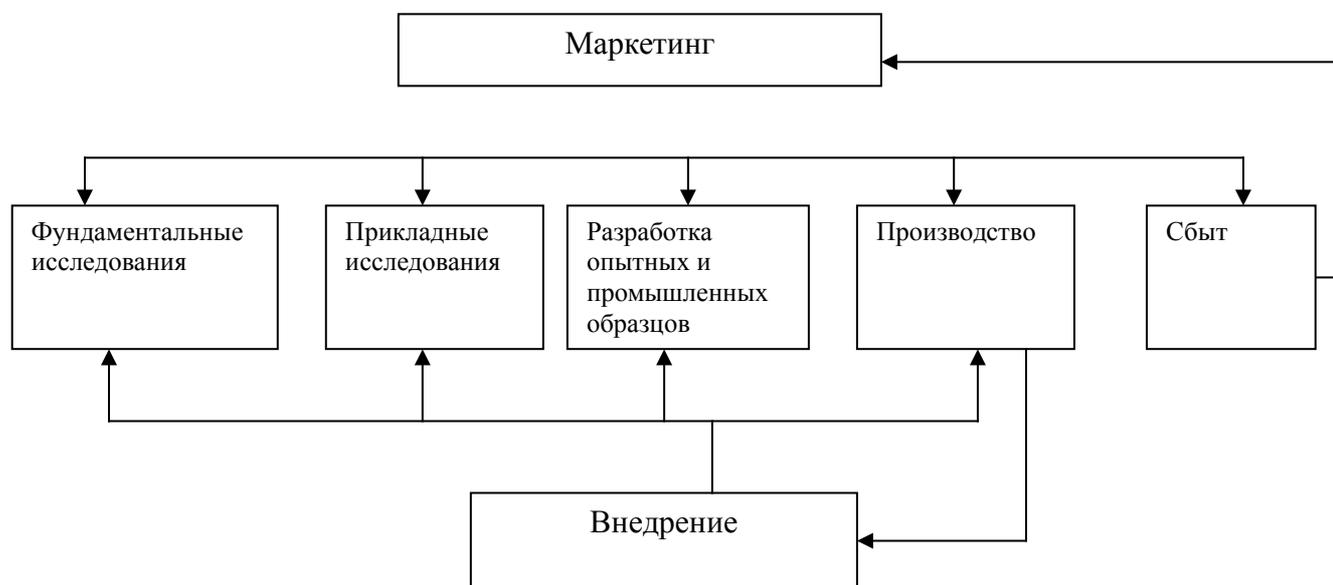


Для need push model длительность инновационного цикла можно записать таким образом:

$$t_2 = \max \{t_i, (t_a + t_n + t_{oo} + t_{no} + t_a + t_{io} + t_c)\}$$

t_2 - длительность инновационного цикла для need push model.

Третье поколение: начало 1970 середина 1980 годов. Сопряженная модель (Coupling model). В значительной степени комбинация первого и второго поколений с акцентом на связи технологических способностей и возможностей с потребностями рынка. Можно проиллюстрировать схемой:



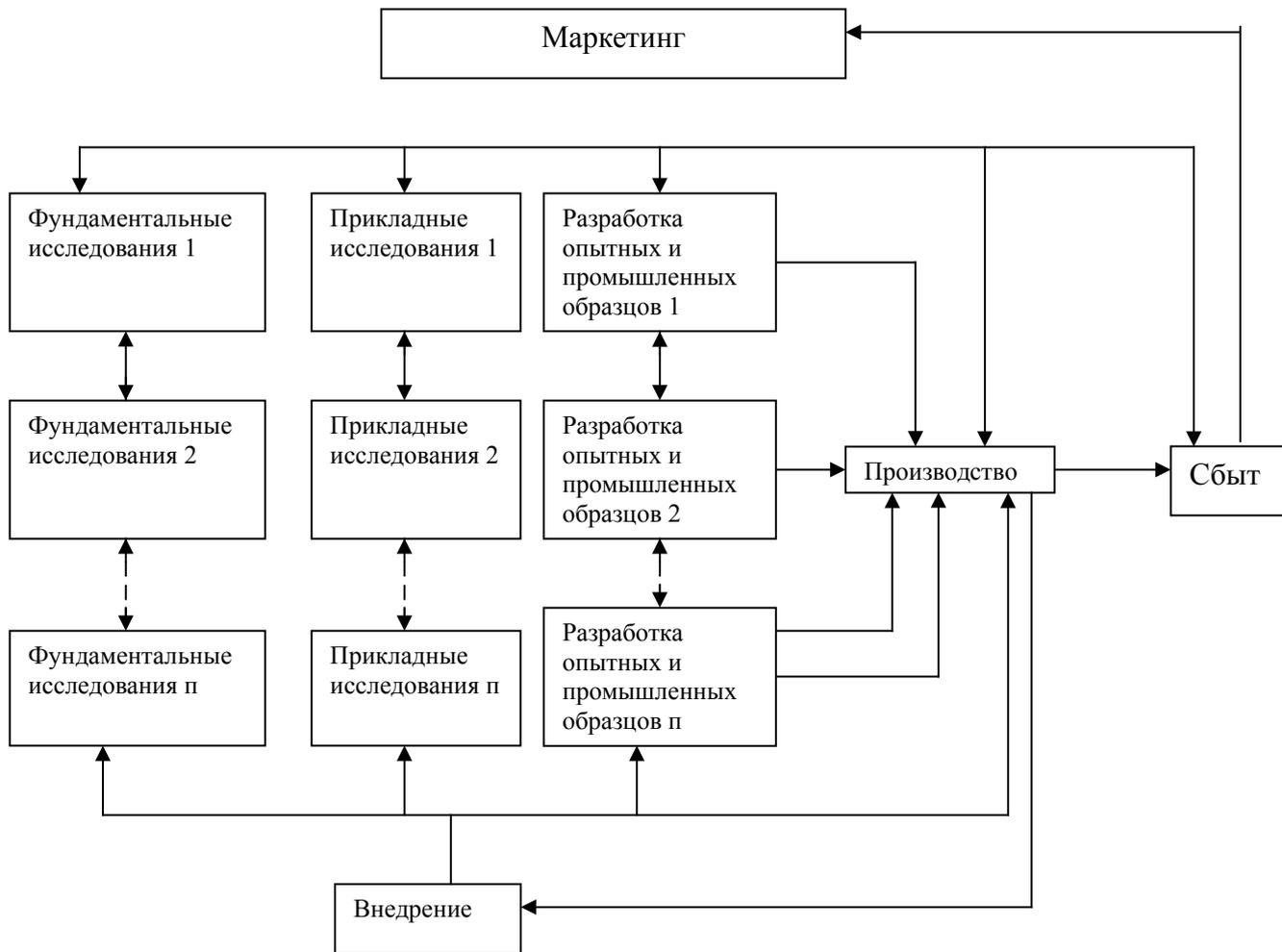
Для coupling model длительность инновационного цикла запишется в виде:

$$t_3 = \max \{t_i, (t_a + t_c), (t_o + t_n + t_{oo} + t_{no} + t_a + t_{io} + t_c)\}$$

t_3 - длительность инновационного цикла для coupling model.

Четвертое поколение: середина 1980 настоящее время – японская модель передового опыта. Отличается тем, что акцентируется внимание на параллельную деятельность интегрированных групп и внешние горизонтальные и вертикальные связи.

Главное здесь параллельная деятельность. Одновременная работа над идеей нескольких групп специалистов действующих в нескольких направлениях. Это убыстряет решение задачи ибо скорость реализации технической идеи и превращение ее в горизонтальную продукцию в современном мире является залогом успешного функционирования предприятия на рынке. Это поколение инновационного процесса можно изобразить:



Для японской модели первого опыта длительность инновационного цикла:

$$t_4 = \max \{t_n, (t_a + t_c), (\min \{t_o^1 + t_n^1 + t_{no}^1\} \dots \{t_o^n + t_n^n + t_{oo}^n\}) (t_{io} + t_c)\}$$

t_4 - длительность инновационного цикла для японской модели передового опыта.

Японские совместные научно-технические программы обычно являются долгосрочными, они рассчитаны на 6-10 лет и реализация параллельными путями, чтобы, с одной стороны создать конкуренцию между коллективами работников, а с другой - объединить их усилия.

Японская политика в области НИР является результатом жесткой конкуренции между многими правительственными учреждениями за финансовые ресурсы и господствующие положения в перспективных направлениях исследований.

Большинство инновационных программ разбиты на три стадии:

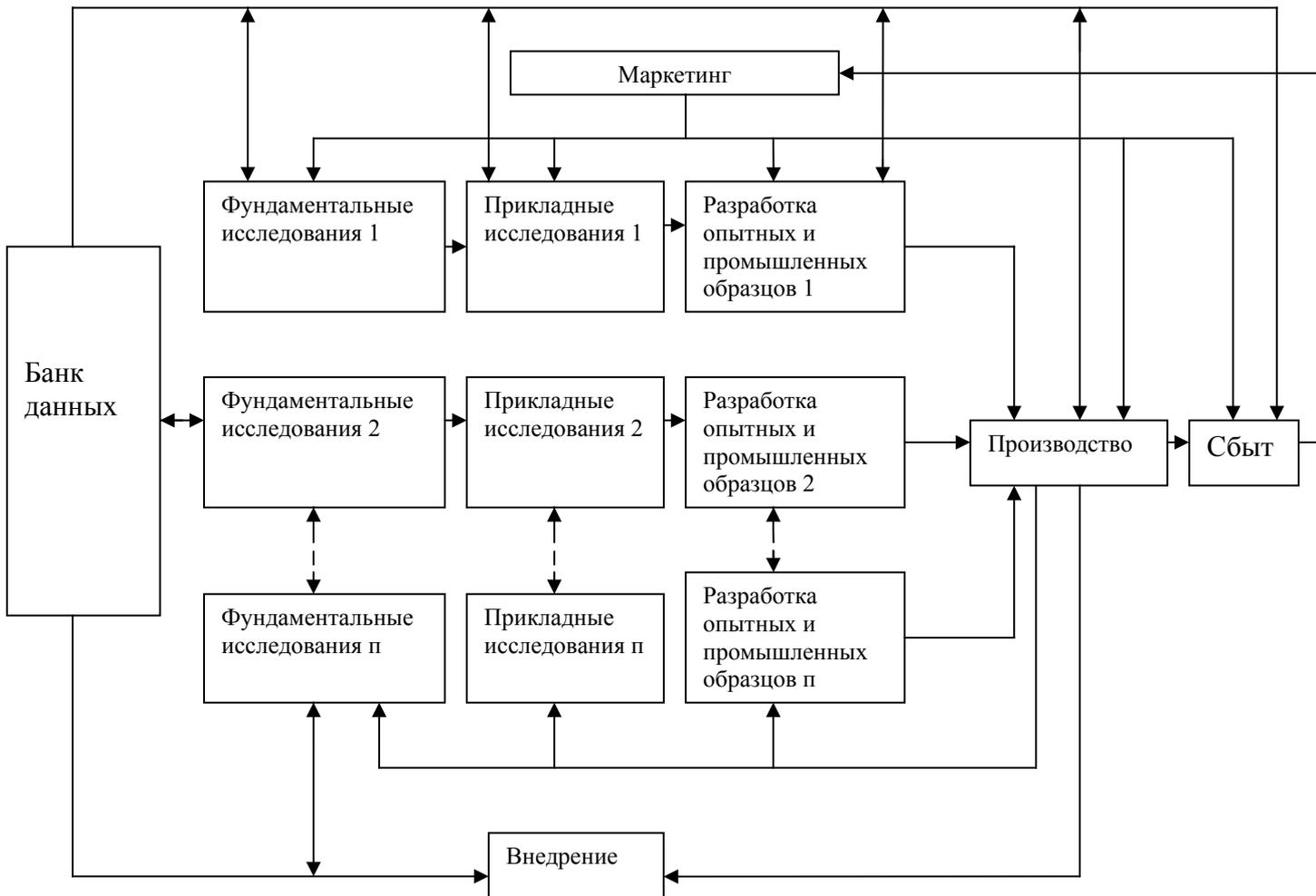
- 1) организация программы и установка отдельных основных исследованных задач;
- 2) государственные лаборатории и частные исследователи согласовывают основные технологии характеристики изделий чтобы создать каждой компании одинаковые стартовые условия. Компании тесно сотрудничают по определенным задачам, однако от них не требуется раскрывать меру, на которую они имеют право собственности;
- 3) после того, как базовая технология разработана, собираются патенты и перед сложившимся рецензии на них компаниям - участникам. Затем эти компании жестко конкурируют друг с другом за место на рынке – процесс, который продолжается 12 -24 месяца.

Пятое поколение: настоящее время – будущее модель Статистических сетей (Strategic net working model).

Стратегическая интеграция и установление связей отличается тем, что к параллельному процессу добавляются новые функции. Это процесс ведения НИ-ОКР с использованием систем вычислительной техники и информатики, с помощью которых устанавливаются стратегические связи.

Новаторы обмениваются электронными данными с поставщиками, партнерами и даже потребителями. Однако, маркетингом дело не заканчивается, а

начинается. Он продолжается на всем пути от фундаментальных исследований до послепродажного обслуживания готовой продукции.



Для SNM длительность инновационного цикла определяется следующим

$$\text{образом: } t_s = \max\{t_n, t_b, \{\min\{t_\phi^1 \dots t_\phi^n\}, \min\{t_n^1 \dots t_n^n\}, \min\{t_{00}^1 \dots t_{00}^n\}, \min\{t_{n0}^1 \dots t_{n0}^n\}, t_{np}, t_c\}\}$$

t_s - длительность инновационного цикла для SNM.

Очевидно, что эволюция подходов к моделированию инновационного развития, ведет к все большему распространению процессов разработки новой техники и технологий, что в свою очередь ,ведет к сокращению, как общей длительности, так и к продолжительности отдельных стадий инновационного про-

цесса (в том числе и за счет внедрения японской стратегии параллельной реализации научно-технического программирования).

Стратегическая интеграция и установление связей с использованием вычислительной техники и информатики на современной стадии эволюции подходов стратегий инновационного развития способствует обмену информацией и новейших научных разработках с одной стороны, и требования предъявляемых рынком – с другой.

Опыт исследований в сфере транспорта, машиностроения и НИОКР свидетельствует, что это практически возможно, если будет иметь место инновационный рынок.

Таковым является специальный экономический механизм, построенный на системном взаимодействии охарактеризуемых выше инновационных образующих факторов и преобразующий относительно небольшие затраты в инновационной сфере ВВП для государства или прибыль для фирмы.

При этом наибольшую скорость подобного преобразования может обеспечить рынок вышедший в виде мультипликатора, социально-экономическая модель, которая представлена на рисунке.

Эффективность мультипликации достигается за счет аккумуляции потоков нововведений исходящих от их создателей, причем аккумуляция начинается от менее зрелых фаз развития нововведений (с точки зрения приспособления и массовому тиражированию, приносящему наибольшее увеличение ВВП или прибыли) и приближается к более зрелому.

Рассмотрим построение предложенного мультипликатора на примере управления инновационным процессом в промышленности:

1) на первом этапе устанавливаются масштабы эффекта мультипликации выражаемые интенсивностью потоков освоенных или готовых к освоению научно-прикладных продуктов для наличных объемов промышленного развития. Целесообразный масштаб эффекта мультипликации, расположен в диапазоне минимально допустимого его значения обеспечивая существенные темпы

его развития до максимально возможного обуславливаемого желаемыми темпами функционирования промышленности. Для определения его количественного значения удобно использовать специальный интегральный показатель – индекс инновационной активности A . Он включает в себя комбинацию следующих коэффициентов:

- темпы промышленного развития K_T ;
- количество придложенных научно-прикладных продуктов:
 - а) заявок на приобретение;
 - б) публичных демонстраций ноу-хау, логических алгоритмов;
 в шт. на 100 тыс. чисел K_k ;
- количество исследователей (генератор идей) и разработчиков(трансформаторов идей в замыслы) в ед. на 100 тыс. чисел (K_i);
- количество организаций (самостоятельных подразделений НИОКР предприятий) создающих общее и специальные знания в штуках на тыс. промышленных фирм (K_o);
- затраты на исследования и разработки в % от их ВВП (K_p);
- затраты на одного исследователя и разработка грн. /чел (K_z);
- количество развиваемых научных направлений в сферах фундаментальных и прикладных исследований в штуках (K_n).

Аналитический вид индекса A нетрудно представить выражение:

$$A = V_T * K_T + V_n * K_n + V_{iK_n} * V_o + K_o + V_p * K_p + V_z * K_z + V_n * K_n$$

V - удельные веса входящих в индекс коэффициентов (K), которые для промышленности могут быть выбраны соответственно равными: 0,23; 0,08; 0,26; 0,1; 0,13; 0,05; 0,15.

Индекс A рассчитывается либо по годам этого периода или же на конкретный момент времени. В начале определяется его нормативное значение, характеризующее желаемый масштаб промышленной мощности.

Численный коэффициент (K_i) входящих в индекс прогнозируются в соответствии имеющимися ресурсами и принятых в развитых странах нормами. За-

тем подсчитывают величину индекса, A отражающую существующие положения в промышленности. Разница между нормативными и существующими индексами и дает требуемый масштаб эффекта мультипликации.

Второй этап предполагает структуризацию периодов жизнедеятельности мультипликатора по фазам:

- а) работы в резерв на пополнение научно-прикладного раздела;
- б) развести до достижения необходимых масштабов мультипликации;
- в) поддержание крейсерских темпов промышленного прогресса.

Последние два выполняются по отношению к первому последовательно, параллельно, последовательно - параллельно в зависимости от конкретных усилий. На завершающем этапе в первую очередь составляется программа выполнения фазы (а) с учетом необходимых опережений. В ней и должны быть предусмотрены активные упреждающие меры по предупреждению возможных циклических и структурных подразделений. Затем моделируется график запуска и остановка фаз (а) и (б) работы мультипликатора со сторонами и темпами, обеспечивающими нейтрализацию текущих проблем и динамическое развитие в промышленности. При этом не следует выпускать из вида факт, что для гибкого воздействия на ситуацию при реализации фаз (а) и (б) важно быстро организовать производство определенного количества товаров, работ, услуг. Решение этой задачи благоприятствует созданию в этой фазе A специального фонда быстрореализуемых наукоемких нововведений. Целесообразно также построить адекватную систему у диверсификации инноваций.

Так, несмотря на существующие трудности по реорганизации экономики в Украине предпочтительно ориентироваться с учетом его геополитического положения, ресурсного и научно-производственного потенциалов на всеобщее научно-техническое развитие не только по отдельным направлениям, приоритетным на текущий момент.

Инновационный хозяйственный механизм, основанный на принципах мультипликатора, обеспечивает циклическое регулирование циклического развития экономики.

Диагностика инновационной активности предприятий

Эффективное управление инновационными процессами в Украине предопределяет необходимость совершенствования метода диагностики инновационной активности предприятий. Достоверная и надежная аналитическая информация, позволяющая всесторонне оценить уровень инновационного развития предприятий и проанализировать эффективность реализуемых новшеств, служит основой принятия обоснованных управленческих решений, способствует определению наиболее приоритетных направлений инновационного развития хозяйствующих субъектов.

Диагностику инновационной активности предприятий формируют современные концепции инновационного и организационно-экономического развития. В научной литературе в настоящее время не существует единого подхода к оценке инновационной активности предприятий. Большинство из перечисленных методов либо дублируют друг друга в том или ином контексте, либо не могут обеспечить необходимой объективности в силу использования показателей, которые обычно оцениваются на основе экспертных методов, поскольку не отражены в действующей отчетности по статистике инноваций.

Диагностика инновационной активности предприятий – это вид управленческой работы, которая заключается в мониторинге и интегральной оценке инновационной активности предприятий в комплексе с оценкой эффективности реализуемых изменений по всем функциональным направлениям. Своевременное и качественное оценивание инновационного развития компаний определяет текущую меру готовности к освоению инноваций.

Важность задач инновационного развития, отраслевая специфика конкретного предприятия обуславливают поиск новых методов и подходов к диа-

гностике инновационной деятельности и готовности предприятий к изменениям. Для этого, прежде всего, требуется усовершенствование системы показателей инновационной активности.

В настоящее время наиболее эффективным инструментом обобщения оценочных показателей является сбалансированная система показателей (ССП). Ее авторами являются американские ученые Р.С. Каплан и Д.П. Нортон, труды которых являются основополагающими в области оценивания эффективности современных бизнес-систем. Как отмечают сами создатели СПП, **сбалансированная система показателей** – это новый инструмент управления, обеспечивающий менеджмент универсальным механизмом, который интерпретирует миссию и стратегию компании в виде системы взаимозависимых показателей, позволяющих оценить работу компании по четырем основным аспектам: клиенты, финансы, внутренние бизнес-процессы, рост и развитие. Эти составляющие СПП позволяют достичь баланса между долговременными и краткосрочными целями, желаемыми результатами и факторами.

ССП дает возможность оценить вклад каждого проводимого мероприятия и выявить перспективные направления деятельности предприятия, потенциал которых используется недостаточно. Механизм обратной связи позволяет оперативно реагировать на изменения в окружающей бизнес-среде и принимать соответствующие корректирующие решения. Внедрение СПП означает перестройку всего процесса осуществления организационной стратегии предприятия, поэтому оно может быть отождествлено с процессом комплексной реорганизации всей системы стратегического управления предприятием. Авторы сбалансированной системы показателей подчеркивают, что процесс разработки и внедрения СПП на предприятиях – это проект, ориентированный на системные изменения в них.

В связи с этим СПП может быть применима к диагностике инновационной активности предприятий, выделяя следующие аспекты:

1. Финансы. Отражает финансовые результаты инновационной деятельности (рост доходов или снижение издержек за счет инновационной активности предприятий).

2. Клиенты. Данный аспект содержит показатели, отображающие ценность продукции (услуг) для потребителя и ассоциируется с результатами деятельности на рынке (например, доля рынка, уровень обслуживания клиентов, качество продукции).

3. Внутренние бизнес-процессы. Показатели этой группы включают три ключевых направления: проектирование, разработка и внедрение продуктовых инноваций, технологическое и организационно-экономическое развитие (процессные инновации), а также новые материальные ресурсы, сырье, полуфабрикаты, комплектующие (предметные инновации). Именно эти направления определяют стратегическую важность инновационной деятельности.

4. Рост и развитие. Данная группа показателей определяет вклад каждого сотрудника в эффект от внедрения инноваций и связана с факторами, способствующими успеху инноваций со стороны персонала.

Для построения ССП инновационной активности использованы результаты анкетирования двух групп экспертов – специалистов предприятий и ученых. Для устранения субъективизма в процессе диагностики осуществлено два уровня фильтрации показателей: учет различий во мнениях экспертов с помощью модели Такера и факторный анализ методом главных компонент. Это позволило сформировать ССП инновационной активности предприятий (табл. 1).

Таблица 1

Сбалансированная система показателей инновационной активности предприятий

№	Наименование показателя
Показатели ССП по аспекту «финансы»	
1	Валовой доход от внедрения новых продуктов за отчетный период, млн. грн.
2	Валовой доход от привлечения новых клиентов за отчетный период, млн. грн.
3	Затраты на инновации, млн. грн.

Показатели ССП по аспекту «клиенты»	
4	Доля внутреннего рынка, %
5	Количество новых клиентов за отчетный период, ед.
6	Уровень обслуживания клиентов (потребителей), %
Показатели ССП по аспекту «внутренние бизнес-процессы»	
7	Коэффициент обновления ассортимента продукции, %
8	Эффективность управления предприятием, %
9	Количество завершенных и внедренных продуктовых инноваций за отчетный период, ед.
10	Количество внедренных предметных инноваций за отчетный период, ед.
11	Количество внедренных процессных инноваций за отчетный период, ед.
12	Количество внедренных технологических инноваций за отчетный период, ед.
13	Количество продуктовых инноваций, находящихся на стадии проектирования и разработки, ед.
14	Количество технологических инноваций, находящихся на стадии проектирования и разработки, ед.
15	Количество предметных инноваций, находящихся на стадии проектирования и разработки, ед.
16	Количество процессных инноваций, находящихся на стадии реализации, ед.
17	Количество внедренных информационных систем и компьютерных технологий за отчетный период, ед.
Показатели ССП по аспекту «рост и развитие»	
18	Затраты на обучение персонала, млн. грн.
19	Количество проведенных тренингов и образовательных курсов за отчетный период, ед.
20	Удельный вес руководителей и инженерных специалистов, занятых в проектировании и внедрении инноваций в общей численности ППП, %

Уровень инновационной активности предприятий определен как относительный показатель, характеризующий степень участия предприятий в осуществлении инновационной деятельности. Разработка интегрального показателя была осуществлена в несколько этапов:

1. Формирование перечня показателей инновационной активности по каждому из аспектов ССП.

2. Выполнение нормирования разнородных частных показателей, т.е. преобразование абсолютных значений отобранных показателей в относительные. Расчет показателей-стимуляторов, увеличение которых характеризует успешную инновационную деятельность, выполнен по формуле:

$$d_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{\max}}$$

где d_{ij} – нормированное значение i -го показателя инновационной активности по аспекту J ;

x_{ij} – фактический показатель инновационной активности;

x_{\max} – максимальное значение показателей инновационной активности.

3. Расчет обобщающих показателей (D_j), т.е. средних из частных по каждому аспекту сбалансированной системы.

4. Определение интегрального коэффициента инновационной активности (I_A) на основе обобщающих показателей по аспектам ССП по формуле средней геометрической:

$$I_A = \sqrt[4]{D_{\text{финансы}} \cdot D_{\text{клиенты}} \cdot D_{\text{внутренние бизнес-процессы}} \cdot D_{\text{рост и развитие}}}$$

При таком способе нормирования значение интегрального показателя находится в пределах от нуля до единицы. Чем ближе показатель к единице, тем выше уровень инновационной активности.

5. В соответствии со значением интегрального коэффициента предложена классификация инновационно-активных предприятий. Действующая классификация предусматривает выделение трех групп предприятий: лидеры (новаторы), последователи и аутсайдеры. Однако, для украинских металлургических предприятий целесообразно ее расширить, что позволит учесть специфику их деятельности. С этой целью выделено 5 групп предприятий в зависимости от их инновационной активности (табл. 2).

Таблица 2

Классификация инновационно-активных предприятий

№ п/п	Значение интегрального коэффициента	Группы предприятий по интегральному коэффициенту инновационной активности	Качественная характеристика инновационной активности предприятий
1	0-0,20	Абсолютные неинноваторы	Предприятия, не занимающиеся инновационной деятельностью либо те, которые находятся на грани выживания, в глубоком кризисе
2	0,20 – 0,40	Потенциальные новаторы	Предприятия, использующие новшества в качестве антикризисных мероприятий либо планируют инновации в будущем
3	0,40 – 0,60	Техноинноваторы	Предприятия, для которых главными направлениями инновационной деятельности являются обновление технико-технологической базы, приобретение новых технологий или реализация

			собственных проектов по созданию новых продуктов (услуг), оборудования, технологий. Однако, не достаточно внимания уделяется организационно-управленческим инновациям
4	0,60 – 0,80	Инноваторы	Предприятия, активно занимающиеся инновационной деятельностью и внедряющие все виды инноваций
5	0,80 – 1,00	Супер-новаторы	Предприятия, которые не только активно занимаются инновационной деятельностью, но и имеют лидирующие позиции на мировом рынке

Следовательно, диагностика инновационной активности предприятий на основе системы сбалансированных показателей позволяет всесторонне оценить степень достижения поставленных целей в процессе реализации нововведений.

***Управление развитием предприятий на основе процессных инноваций:
модели, методы, инструменты***

Бизнес- процесс – устойчивая целенаправленная совокупность взаимосвязанных видов действия последовательных работ, которые при определении технологии преобразования входы и выходы, представляют ценность для потребителя. Совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих БП образуют их сеть, которая включает все основные функции, выполнения в подразделениях предприятия.

Исходя из этого, сущность процессного подхода заключается в необходимости формировать сети БП как совокупность видов деятельности предприятия, предполагает последовательное управление этими процессами по методике РДСА: (Plan – планирование процессов; Do – выполнение процессов; Check – анализ показателей эффективности процессов; act – корректировка процессов).

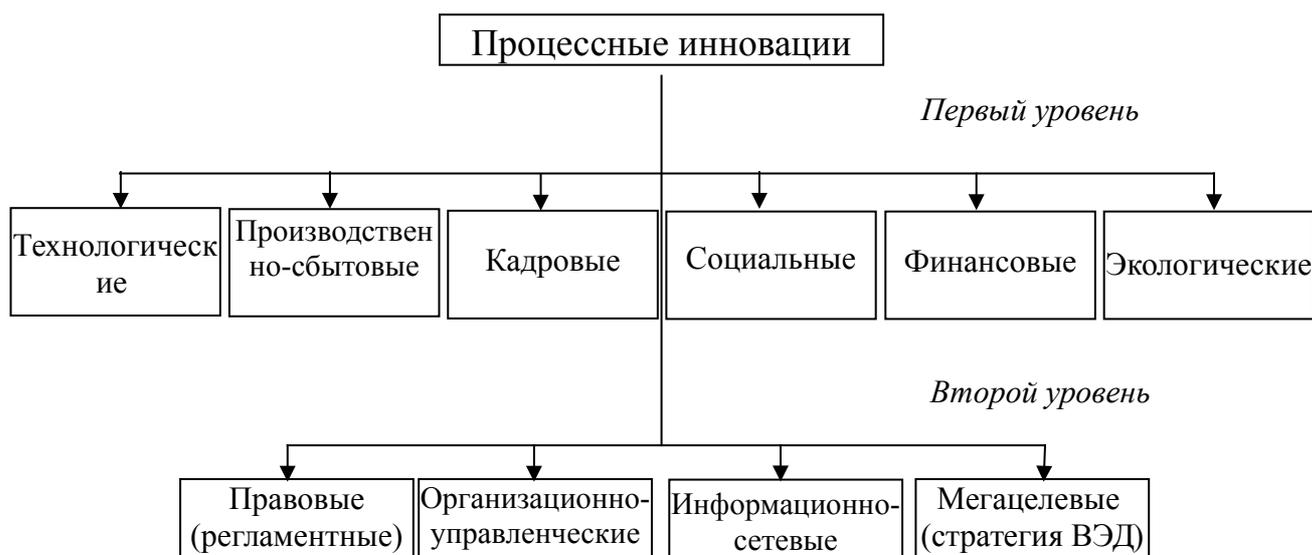
«Plan - Do - Check - Act » включая мониторинг удовлетворенности клиентов и внутренний аудит процессов.

Процессные инновации – это нововведения в сети бизнес-процессов, направленные на постепенное совершенствование, кардинальное изменение или создание новых бизнес-процессов путем внедрения современных методов

управления, что способствует осуществлению клиенто-ориентированной и социально-ответственной политики предприятий.

Постепенные совершенствования – это те изменения в бизнес-процессе, которые требуют небольших капиталовложений или вообще их не требуют. *Кардинальные изменения* – это, как правило, капиталоемкие инновации, характеризующиеся существенными изменениями процесса и сопровождающиеся переходом на новую технологию, фундаментальными переменами в организационной структуре.

К организационным характеристикам предприятий, от которых зависит результативность процессных инноваций, следует отнести: обеспеченность экономическими ресурсами, технологию производства, систему управления, степень финансовой устойчивости, структуру и стоимость активов, качество продукции (работ, услуг), уровень корпоративной культуры, кадровый и интеллектуальный потенциал, деловую репутацию, приоритеты социальной ответственности предприятий перед сотрудниками и обществом, экологичность и безопасность производства, возможность завоевания внешних рынков и др. В связи с этим, можно предложить следующую классификацию процессных инноваций, подразделив их на инновации первого и второго уровней.



Классификация процессных инноваций

Процессные инновации первого уровня определяют возможности инно-

вационного развития путем внедрения новых методов управления бизнес-процессами, освоения новых технологий производства и сбыта продукции, методов управления трудовыми, финансовыми, материальными ресурсами, повышение качества производства и менеджмента, укрепление корпоративного духа, морально-го климата в коллективе. Сюда же нами включены экологические инновации, поскольку экологический менеджмент является одним из направлений концепции тотального управления качеством.

Процессные инновации второго уровня интерпретируются как результат изменений на первом уровне, они позволяют осуществить революционный скачок в организационно-экономическом развитии предприятий и выйти на качественно новый их уровень, добиться конкурентных преимуществ на внешних рынках, повысить экспортный потенциал предприятия. Особо следует подчеркнуть на этом уровне правовой аспект вносимых новшеств, в рамках которого осуществляется описание всех бизнес-процессов и закрепление их в регламенте (уставе) предприятия. Автоматизация и интеграция данных функций производится за счет информационно-сетевых новшеств.

Следовательно, **управление развитием предприятия на основе процессных инноваций** – это итеративный целенаправленный процесс, в задачи которого входит координация изменений в сети бизнес-процессов, вследствие чего достигается синергетический эффект процессных инноваций, обуславливающий тенденции долгосрочного устойчивого развития предприятий.

Выбор конкретного метода управления бизнес-процессами должен осуществляться в зависимости от уровня их зрелости, определяемого на основе модели, разработанной в стандартах качества серии ISO/IEC TR 15504-CMM. В основе модели зрелости лежит шкала, в соответствии с которой БП классифицируются на 6 уровней, каждый из которых показывает, насколько БП определены, управляемы, предсказуемы, измеримы, контролируемы и результативны. «Нулевой» уровень зрелости характерен для предприятий с неэффективной и устаревшей системой управления. На шестом, «оптимизированном», уровне си-

система управления предприятием не имеет аналогов в мире и соответствует лучшей практике. Модификация модели зрелости за счет обобщения критериев, в соответствии с которыми определяется уровень зрелости каждого процесса на основе балльной оценки по шкале от 0 до 5 в зависимости от степени соответствия критерия БП предприятия. Максимальное количество баллов, которое может быть набрано, – 200. Делением фактической оценки на максимум определяется зрелость БП. На основании этого выводится общий рейтинг и по средней арифметической уровней зрелости основных, обеспечивающих и административных БП рассчитывается уровень зрелости их системы. Управление развитием на основе процессных инноваций должно базироваться на определении способности предприятия совершенствовать и улучшать свои БП.

Система бизнес-процессов предприятия может быть представлена в виде:

$$S_{\text{БП}} = \{ W_{\text{БП}_{\text{осн}}} ; W_{\text{БП}_{\text{об}}} ; W_{\text{БП}_{\text{упр}}} \},$$

где $W_{\text{БП}_{\text{осн}}}$, $W_{\text{БП}_{\text{об}}}$, $W_{\text{БП}_{\text{упр}}}$ – сеть основных, обеспечивающих и административных бизнес-процессов предприятия соответственно.

Модель зрелости позволяет всесторонне оценить способность предприятия к внедрению процессных инноваций и определять стадию развития, на которой находятся БП в процессе перехода от функциональной к процессной организации бизнеса. Это позволяет судить об эффективности управления на предприятии, определить приоритеты для совершенствования БП за счет внедрения процессных инноваций. Модель управления процессными нововведениями примет вид:

$$\begin{aligned} & \left[\begin{array}{l} D_{S_{\text{БП}}} (D_{W_{\text{БП}_{\text{осн}}}} ; D_{W_{\text{БП}_{\text{об}}}} ; D_{W_{\text{БП}_{\text{адм}}}}) \rightarrow \max \\ \exists_{S_{\text{упр}}} \rightarrow \max \\ I_A \rightarrow \max \\ R_{W_{\text{БП}}} \rightarrow \min \end{array} \right. \end{aligned} \quad , \quad)$$

где $D_{S_{\text{БП}}}$ – уровень зрелости системы бизнес-процессов предприятия;

$D_{W_{\text{БП}_{\text{осн}}}}$, $D_{W_{\text{БП}_{\text{об}}}}$, $D_{W_{\text{БП}_{\text{адм}}}}$ – уровни зрелости основных, обеспечивающих и

административных бизнес-процессов предприятия соответственно;

$\mathcal{E}_{\text{супр}}$ – эффективность системы управления предприятием;

I_{Δ} – уровень инновационной активности предприятия;

$R_{\text{вп}}$ – уровень разрыва в сети бизнес-процессов.

Отклонение фактического уровня от максимального (100%) характеризует степень риска (или в терминах процессного подхода – разрыв) при выполнении БП и определяет область управленческих решений для их совершенствования. Следовательно, управление развитием предприятия должно осуществляться на основе непрерывного мониторинга уровня зрелости бизнес-процессов и дальнейшей ликвидации разрыва между фактическим его уровнем и максимальным.

Инновация – это всегда результат интеллектуального труда. Даже в случае реализации в виде осязаемо-овеществленной формы (продуктовые инновации), в ней всегда присутствует нематериальная составляющая – оригинальное научное решение, новый организационный подход или конкретный нематериальный актив, например, изобретение, селекционное достижение, промышленный образец и т. д. В современных условиях ценность компаний определяют бренды, деловая репутация, компетентность, знания и навыки персонала, корпоративная культура, технологии, инновации и умелое руководство, что опосредованно может быть отнесено к нематериальным активам, которые обеспечивают конкурентное преимущество предприятиям. Нематериальные активы позволяют усовершенствовать БП и обеспечить подготовку предприятия к изменениям. Затраты на них носят инновационный характер и классифицируются в зависимости от вида инноваций, на которые они направляются.



Взаимосвязь процессных инноваций с затратами на инновации

Выбор приоритетных направлений для изменений БП и определение резервов роста финансового результата предлагается осуществлять на основе многофакторной детерминированной модели валовой прибыли, в которую включены показатели, отражающие затраты на инновационную деятельность:

$$ВП = И \cdot \frac{ЗИ}{И} \cdot \frac{НМА}{ЗИ} \cdot \frac{ВР}{НМА} \cdot \frac{ВП}{ВР}$$

где ВП – валовая прибыль;

И – инвестиции в основной капитал;

ЗИ – затраты на инновации;

НМА – стоимость введенных нематериальных активов;

ВР – выручка от реализации;

ЗИ/И – доля затрат на инновации в общем объеме инвестиций предприятия;

НМА/ЗИ – соотношение затрат на процессные и технологические инновации;

ВР/НМА – отдача нематериальных активов;

ВП/ВР– рентабельность продаж.

Разложение валовой прибыли на суб-факторы позволяет определить ее изменение под влиянием динамики нематериальных активов наряду с другими факторами. Соотношение стоимости приобретенных нематериальных активов и затрат на инновации, или соотношение затрат на процессные и технологические инновации – предлагаемый показатель, с помощью которого можно косвенным образом оценить влияние результатов инновационной деятельности на финансовый результат предприятий.

ЛЕКЦИЯ 6

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ. МОДЕЛИ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ СЭС

- I. Концепция устойчивого развития СЭС:
 1. жизнеспособные системы и закон необходимого разнообразия в системах управления;
 2. функциональная схема жизнеспособной системы;
 3. моделирование взаимодействия системы с внешней средой;
 4. взаимодействие природы и общества в макроэкономических моделях;
 5. открытые и диссипативные системы;
 6. обзор основных понятий синергетической экономики: порядок, хаос, аттракторы, точки дефлукации.
- II. Моделирование поведения СЭС, которые эволюционируют (развивающихся):
 1. самоорганизация и этапы эволюции СС;
 2. модели экономической динамики на основе отображения (обобщенного/логистического);
 3. методы нелинейной динамики в оптимизационных моделях экономических систем;
 4. метод системной динамики Джо Форрестера.

Как известно системы управления и объект управления должны находиться в состоянии равновесия. Для этого должен соблюдаться следующий принцип: система должна быть в состоянии обработать (дать соответствующее управляющее воздействие на все возможные состояния объекта управления) все поступающие сигналы от объекта управления. Для обеспечения такого взаимодействия разнообразие управляющей системы должно быть либо равно разнообразию объекта управления либо превосходить его. Рассматриваемая причина одна из основных, по которой многие менеджеры отказываются от принятия решений на основе современных методов управления и интегрированных информационно-аналитических систем.

Проблема выбора разнообразия системы управления является базовой для ее проектирования и соответственно не может быть решена быстро и по одному

четкому алгоритму. Требуется индивидуальный подход к решению каждой задачи подобного рода. На подобный вопрос Стаффорд Бир нашел новый вариант ответа - интересный и требующий определенной базы знаний по этой теме. Так для решения надо выяснить какой уровень разнообразия присутствует в объекте управления. Для этого проводится анализ всех возможных состояний объекта, в процессе которого все его возможные состояния отображаются на бумаге или с помощью инструмента базы данных. Это позволяет получить ответ на вопрос о разнообразии объектов управления и о возможности тем самым скоординировать действия по координированию системы управления. Сбалансирование модулей фирмы одним из важных моментов, является обеспечение экологического равновесия с окружающей средой.

Для этого нужно ответить на вопросы:

- имеют ли операционные элементы возможность адекватно отвечать на изменения во внешней и внутренней среде;
- имеет ли система управления возможность выполнять функции по изменению внешней модели;
- может ли она адаптироваться к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды.

Разнообразие представляет собой меру сложности системы – количество возможных состояний системы.

Закон Росса-Эрби, также названный законом необходимого разнообразия является основой моделей жизнеспособных систем. В общих чертах он утверждает, что управляющая система имеет необходимое разнообразие, т.е. возможность поддерживать состояния управляемой системы в пределах заданной границы тогда и только тогда, когда она в состоянии выработать отклики на все возмущения, которые могут вывести состояния управляемой системы за пределы заданных границ. Иными словами разнообразие возможных состояний управляемой системы должно быть равно разнообразию откликов вырабатываемых управляющей системой.

Под разнообразием при этом понимается число состояний, которые может принимать система. Смысл данного следствия заключается в том, что для поддержания жизнедеятельности системы должен быть обеспечен как внешний, так и внутренний гомеостазис, т.е. поддержание критических параметров в заданных пределах границ.

С понятием гомеостазиса тесно связано такое свойство системы как устойчивость. В устойчивой системе все последствия возмущений быстро восстанавливаются путем погашения колебаний, причем устойчивая система имеет способность возвращаться в состояние равновесия даже после таких возмущений, на которые она не была рассчитана и причины возникновения которых не были предусмотрены. Внешний гомеостазис предполагает, что при любом изменении внешних условий функционирующая система переходит в состояние, которое наилучшим образом отвечает сложившимся условиям и сохраняет стабильность системы относительно окружающей среды.

Внутренний гомеостазис предполагает, что на каждое непредвиденное изменение внутреннего состояния системы вырабатывается управляющее воздействие, которое ликвидирует последствия данного изменения и сохраняет внутреннюю стабильность системы.

Количество состояний достаточно сложной системы велико и с трудом поддается точному количественному подсчету, поэтому в качестве количественной меры используется не само число ее состояний, а логарифм этого числа по основанию два.

Таким образом, если число состояний равно n , то сложная система определяется формулой:

$$H_m = \log_2 n \quad (1)$$

Величина H_m является одним из важнейших показателей. Она характеризует способность системы к адаптации к окружающей среде.

Рассмотрим ситуации, которые могут возникнуть при установлении адекватности по сложности между ПЭС и окружающей средой.

ПЭС имеет определенное число состояний. Функция числа состояний системы, умноженная на некоторый коэффициент K_n сравнивается со сложностью окружающей среды. Ошибка рассогласования по сложности определяет соответствие организации системы закону Эшби о необходимом разнообразии:

$E_n = H_m^0 - k_n * H_m^s = \log_2 n_e - k_n * \log_2 n_s$	(2)
---	-----

При $E_n > 0$ разнообразие окружающей среды превышает разнообразие системы, что ведет к несоблюдению закона Эшби.

При $E_n \leq 0$ условия закона необходимого разнообразия выполняются, причем при $E_n < 0$ система имеет потенциал для реагирования на неожиданные, незнакомые события, что обеспечивает адаптацию системы к постоянно изменяющимся условиям внешней среды. Рассмотрим три случая взаимодействия среды и системы в зависимости от величины коэффициента K_n :

1. $K_n = 1$ – каждому состоянию окружающей среды соответствует одно состояние системы

2. $K_n < 1$ – каждому состоянию окружающей среды может соответствовать некоторое множество состояний системы. Этот случай возможен, например, при детальном структурном или количественном анализе состояний среды

3. $K_n > 1$ – определенному набору состояний среды соответствует некоторый меньший набор состояний системы. Этот случай может соответствовать процессу обобщения показателей среды по тем или иным критериям, либо игнорирование некоторых показателей

Функция сложности системы на коэффициент K_n имеет вполне определенный смысл:

$K_n \log_2 n_s = \log_2 (n_s^{k_n})$	(3)
---------------------------------------	-----

$K_n > 1$ – одному состоянию среды соответствует отклик системы, состоящей из более чем ее одного состояния, таким образом разница между разнообразием среды и системы компенсируется тем, что система может реагировать на каждое состояние среды некоторой комбинацией своих состояний. Соответ-

ственно число откликов, которыми система реагирует на изменение условий внешней среды $n_s^{k_n}$, т.е. числу возможных сочетаний из числа состояний nH по $1, 2, \dots, K_n$ (!). Как уже было отмечено, способность системы к адаптации в среде определяется ошибкой рассогласования по сложности E_n , которая в свою очередь зависит как от функции сложности системы, так и от коэффициента K_n . Адаптация системы к окружающей среде может проходить в условиях, когда структура управления не может обеспечить необходимого увеличения числа состояний. В этом случае для обеспечения адаптации и поддержания жизнеспособности системы необходимо изменения коэффициента пропорциональности K_n .

Оценка сложности относительно числа состояний среды не показывает в каком из возможных состояний среда находится в данное время и в какое состояние среда перейдет в следующий момент времени. Чтобы это установить необходимо длительное наблюдение за средой, для того, чтобы по частоте появления и функционирования состояний судить о вероятностях пребывания среды в этих состояниях. Для общей оценки системы по вероятности используется понятие "неопределенности" или энтропии.

$H = - \sum_{i=1}^n p_i * \log_2 p_i$	(4)
---------------------------------------	-----

Где p_i – вероятность принятия средой i -го состояния.

Если система все чаще находится в одном состоянии, то вероятность p_i стремиться к единице, а энтропия соответственно к нулю.

Если система безразлична к своим состояниям, то вероятности равны друг другу, а неопределенность высчитывается по формуле (4) и приобретает максимальное значение H_n , в связи с этим следующая формула расчета предполагает тот случай, когда полностью отсутствует информация о поведении окружающей среды и все состояния системы считаются равновероятными.

Если же производится анализ поведения отдельных подсистем внешнего окружения, то на основе моделей прогнозирования рассчитывается предполагаемые значения показателей внешнего мира, то энтропия среды уменьшается и увеличивается степень адаптации системы к окружающей среде.

Рассмотрим элементы внешнего окружения функциональной системы, значения которых представляют собой множества состояний среды, т.е. ее разнообразие. Имеет смысл выделить три подмножества элементов, взаимодействие которых с ПЭС представлено на рисунке:

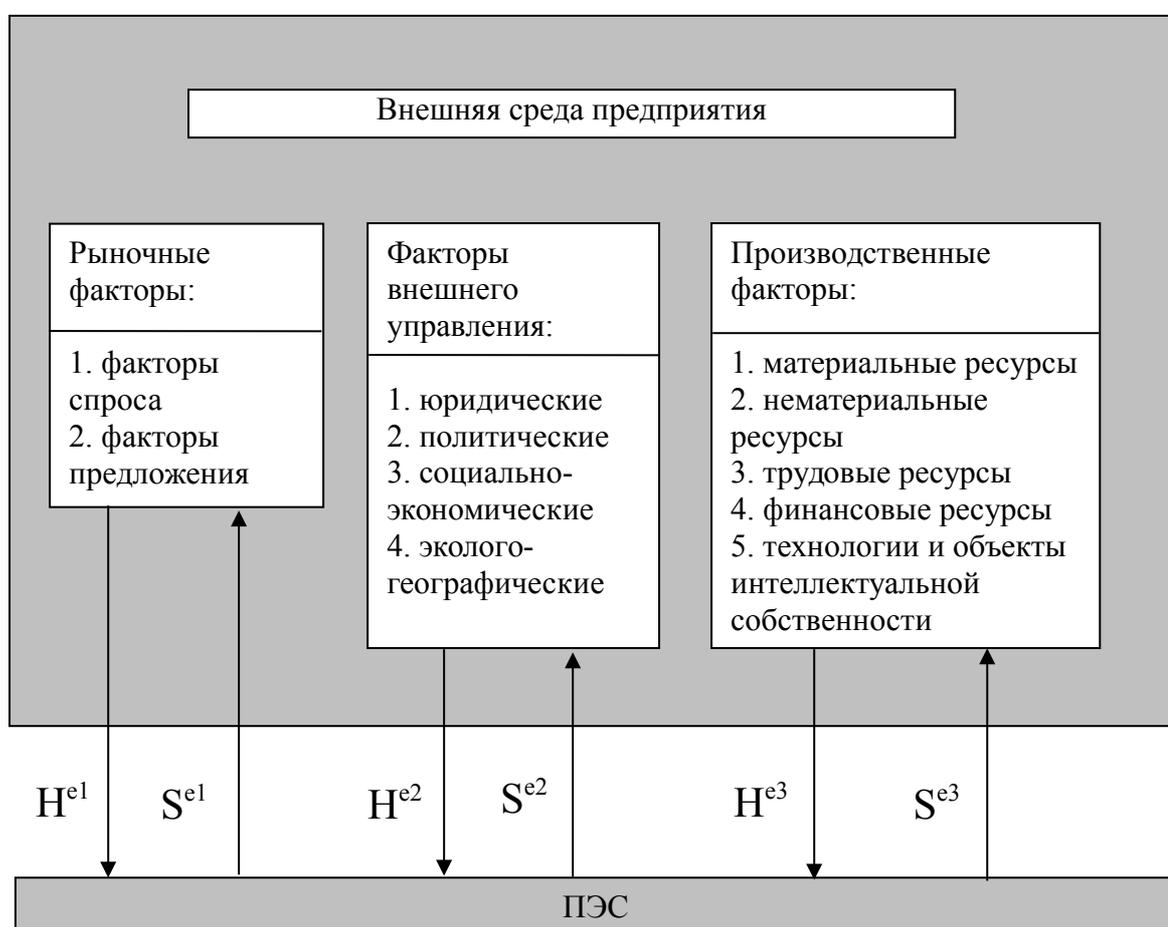


Рисунок 1 – Взаимодействие внешней среды с ПЭС

Как видно из рисунка подмножество рыночных факторов внешнего управления и производственных факторов имеет разнообразия H_{e1} , H_{e2} , H_{e3} соответственно, в связи с этим ошибку рассогласования по сложности H_n необходимо рассчитать отдельно для каждого подмножества возмущающих факторов.

Оргструктура ПЭС может обеспечивать высокий уровень адаптации к факторам одного из подмножеств и напротив уровень адаптации к факторам другого подмножества может быть неоправданно низким.

Таким образом анализ величины E_n для каждого подмножества факторов позволит определить и выявить узкие места в организации ПЭС.

Разнообразие $He1$ определяется значениями таких элементов подмножества рыночных фокторов как:

- спрос на продукцию ПЭС;
- поведение потребителей;
- цены на продукцию конкурентов;
- качество продукции конкурентов.

Для реакции на указанные факторы система использует разнообразие $HS1$, представляемое возможностями значения/изменения следующих показателей:

- цена на продукцию;
- качество продукции;
- схемы сбыта;
- затраты на рекламу;
- затраты на исследование рынка
- затраты на разработку новой продукции.

К факторам внешнего управления, образующим разнообразие $He2$ относятся действия гос-ва, имеющие отношения к деятельности ПЭС:

политическая обстановка в стране в целом и в регионе основных операций ПЭС;

система юридического регулирования бизнеса, включая налоговое, таможенное законодательство, контрактное и частное право, антимонопольное регулирование;

экономическая политика гос-ва, политика налоговая, ставок, валютного курса и т.п.

механизм формирования и размещения гос-ных заказов и их аналогов.

Задача ПЭС при выработке откликов на возмущающие сигналы со стороны внешнего управления сводиться к поддержанию производственно-хозяйственной деятельности в рамках законодательственных ограничений, установленных гос-вом.

Взаимодействие ПЭС с третьим подмножеством элементов внешнего окружения обеспечивает процесс производства необходимыми ресурсами процесс производства. Разнообразие НЗ образуют значения факторов, характеризующих деятельность поставщиков, предоставляющих материалы, услуги и ресурсы и услуги по обеспечению движения денежных средств и т.д. К основным внешним факторам, оказывающим существенное влияние на процесс производства можно отнести:

- стоимость материальных ресурсов, полученных от поставщиков;
- условия поставки и оплаты ресурсов;
- кредитная ставка и условия кредитования
- организация рынка труда, существующей системы и традиции оплаты труда, воздействие профсоюзов и т.п.

Реакция ПЭС – применение соответствующих планов производства, образующих разнообразие НЗ.

Следует также отметить, что разнообразие окружающей среды постоянно увеличиваются. В случае большого адаптационного потенциала системы адекватность по сложности может установиться достаточно быстро, иначе для достижения адекватности со средой необходима перестройка оргструктуры или введение новых элементов в структуру. На рисунке представлена жизнеспособная система, которая управляется своим директором и взаимодействует с окружающей средой.

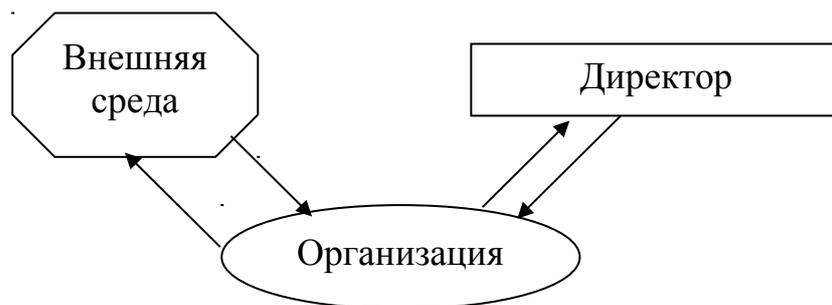


Рисунок 2 – Взаимосвязь жизнестойкой системы с директоратом и внешней средой