

*ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*Набережночелнинский институт (филиал)*

*Лекционный материал, вопросы и контрольные задания,*

*22 часа (заочная форма обучения)*

## **Анализ деятельности производственных систем**

*Разработал: Пуряев А.С., д-р.экон.наук.,  
профессор кафедры производственного  
менеджмента*

## **План материала**

### **1. Сущность и понятийный аппарат системного анализа**

Системность в природе и обществе. Значение системности для науки и практики управления. Исторические этапы становления и эволюции системного подхода в науке и технике.

Значение терминов в жизни и деятельности людей. Понятийный аппарат, его смысл и значение. Система. Классификация систем, их виды и свойства. Связи в системах. Их виды, характеристики, значение, количественные и качественные характеристики. Структура. Понятия и виды структур. Значение структурного анализа систем. Роль целостности в познавательной и созидательной деятельности. Элемент. Элемент как минимальная часть целого. Функциональность элементов системы. Системный подход. Признаки системного подхода. Общее и особенное в системном и комплексном подходах. Системный подход в анализе и моделировании производственно-технических систем.

### **2. Методология системного анализа**

Теоретические основы системного познания. Методология познания: понятие о методе и методологии; виды методологий; методы системного анализа в науке; методы системного анализа в экономике (экономико-статистические, экономико-математические, экономической кибернетики и теории принятия решений); проблема оценки эффективности производственных систем. Принципы системного анализа: принцип оптимальности, принцип эмерджентности, принцип системности, принцип иерархии, принцип интеграции, принцип формализации.

### **3. Организация системного анализа производственных систем на практике**

Этапы проведения системного анализа производственных систем. Постановка цели. Декомпозиция систем. Прогнозирование. Метод сценариев. Диагностирование производственных систем. Построение и анализ дерева целей. Моделирование развития производственных систем с учетом теории циклов.

### **4. Анализ эффективности производственных систем**

Критерии и показатели эффективности производственных систем. Методы факторного анализа эффективности производственных систем.

## Глоссарий-минимум

- 1. EBITDA** (аббр. англ. *Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization*) — аналитический показатель, равный объёму прибыли до вычета расходов по выплате процентов, налогов, износа и начисленной амортизации. Также известна как «доналоговая прибыль». Вычисляется: Чистая прибыль + Расходы по налогу на прибыль - Возмещённый налог на прибыль + Чрезвычайные расходы; - Чрезвычайные доходы + Проценты уплаченные - Проценты полученные = EBIT; + Амортизационные отчисления по материальным и нематериальным активам - Переоценка активов = EBITDA.
- 2. Абстрактные системы** — это умозрительное представление образов или моделей материальных систем, которые подразделяются на описательные (логические) и символические (математические).
- 3. Большие системы (БС)** — это системы, не наблюдаемые одновременно с позиции одного наблюдателя либо во времени, либо в пространстве.
- 4. Динамические системы (ДС)** — это постоянно изменяющиеся системы. Всякое изменение, происходящее в ДС, называется процессом. Его иногда определяют как преобразование входа в выход системы.
- 5. Интранаучные проблемы** – проблемы, причины которых коренятся в самом познании, в его достижениях и трудностях. К ним относятся: «уже не проблемы», «еще не проблемы», «никогда не проблемы».
- 6. Категория** — предельно широкое по объёму понятие, которое не подлежит дальнейшему обобщению.
- 7. Кибернетические, или управляющие, системы (УС)** — системы, с помощью которых исследуются процессы управления в технических, биологических и социальных системах.
- 8. Классы проблем:** 1) хорошо структурированные, или количественно сформулированные; 2) слабо структурированные, или смешанные, содержащие количественные и качественные оценки; 3) неструктурированные, или качественные проблемы.
- 9. Комплекс** – это конгломерат (механическое соединение разнородного, беспорядочная смесь), который мы пытаемся как-то организовать извне, от человека, от субъекта, самоорганизуемые в лучшем случае.
- 10. Комплексный подход** – случай системного подхода, так как при его использовании могут учитываться всего лишь *несколько факторов или свойств* из множества возможных.
- 11. Логика** (греч. *logos* — речь, мысль, разум) есть наука о законах, формах и приемах правильного построения мысли, т.е. мышления, направленного на познание объективного мира. Основные задачи логики — выявление условий достижения истинных знаний, изучение внутренней структуры мыслительного процесса, выработка логического аппарата и правильного метода познания.
- 12. Методология системного исследования** – это совокупность *системных методов и средств*, направленных на решение сложных и комплексных проблем.

13. **Мнимые проблемы** – это проблемоподобные структуры, которые не являются проблемами, но либо ошибочно принимаются за них, либо выдаются за такие.
14. **Неорганизованная совокупность** – это совокупность, которая лишена каких-либо существенных черт внутренней организации (примерами ее могут служить куча камней, случайное скопление людей на улице).
15. **Объем понятия** — знания о круге предметов, существенные признаки которых отображены в понятии.
16. **Организация на предприятии** – это совокупность взаимосвязанных видов деятельности и регламентирующих решений, направленных на создание новой системы (подсистемы) или на совершенствование уже функционирующей в рамках предприятия системы, путем воздействия на факторы, представляющие собой кадровые и материальные предпосылки развития (наладка или перестройка производства, инструкции трудовой деятельности работников, структура аппарата управления и т. д.).
17. **Понятие** — это мысль, которая отображает общие и существенные признаки предметов.
18. **Предприятие как производственная система** – это организация (социальный институт), относящийся к классу открытых систем. Это означает, что предприятие (организация) на входе получает ресурсы из внешней среды, а на выходе отдает внешней среде созданный предприятием (организацией) продукт.
19. **Принцип** – это обобщенные опытные данные, это закон явлений, найденный из наблюдений. Поэтому их истинность связана только с фактом, а не с какими-либо домыслами. Принцип – это постоянно и последовательно применяемый метод.
20. **Производственная система** – это совокупность производственных, управленческих и вспомогательных бизнес-процессов, направленных на безопасное производство работ и удовлетворение потребителя.
21. **Рекурсивная связь** — необходимая связь между экономическими явлениями и объектами, при которой ясно, где причина и где следствие.
22. **Связь** – состояние двух или нескольких различных предметов, когда по наличию или отсутствию некоторых свойств у одних из них мы можем судить о наличии или отсутствии тех или иных свойств у других из них.
23. **Синергетическая связь** – это связь, которая при *совместных действиях* независимых элементов системы обеспечивает увеличение их общего эффекта до значения, большего, чем сумма эффектов этих элементов, действующих независимо. Отсюда вытекают *интегральные (эмерджентные)* свойства, т.е. свойства целостной системы, которые не присущи составляющим ее элементам, рассматриваемым вне системы.
24. **Система** (греч. — «составленное из частей», «соединение», от «соединяю, составляю») — объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе. Система – совокупность элементов строго упорядоченных в пространстве и во времени.
25. **Системное средство** – это совокупность принципов и понятий.

26. **Системный анализ (СА)** — это взаимосвязанное логико-математическое и комплексное рассмотрение всех вопросов, относящихся не только к замыслу, разработке, производству, эксплуатации и последующей ликвидации современных технических систем (ТС), но и к методам руководства всеми этими этапами с учетом социальных, политических, стратегических, психологических, правовых, географических, демографических, военных и других аспектов.
27. **Системный метод** – это общий подход к решению какой-либо сложной проблемы объекта с учетом его целостности, способ достижения цели, определенным образом упорядоченную деятельность.
28. **Системный подход** – это подход, который сводится к охвату всей сферы познания, находящейся в ведении профессионала, а не к сосредоточению внимания на некотором частном участке, входящем в эту сферу.
29. **Сложные системы (СС)** — это системы, которые нельзя скомпоновать из некоторых подсистем. Это равноценно тому, что: а) наблюдатель последовательно меняет свою позицию по отношению к объекту и наблюдает его с разных сторон; б) разные наблюдатели исследуют объект с разных сторон.
30. **Структура** — это устойчивая картина взаимных отношений элементов целостного объекта. Структура немыслима вне системы, равно как и система в своей основе всегда структурна. Структура – неизменная сторона системы. Выявляя структуру объекта, объект рассматривается как система, т.е. усматривается в нем некоторый комплекс частей.
31. **Термин** — точно выраженное содержание научного понятия.
32. **Целенаправленные системы (ЦС)** — системы, обладающие целенаправленностью (т.е. управлением системы и приведением к определенному поведению или состоянию, компенсируя внешние возмущения).
33. **Целостность** – требование описания системы в целом, отличного от описания ее элементов (неаддитивность системы), а также подчеркивание особой противопоставленности системы ее окружению (среде), противопоставленности, в основе которой лежит внутренняя активность системы.
34. **Экономическая эффективность производственной системы** – это характеристика функционирования системы, которая оценивается соотношением результата (эффекта) с затратами или использованными ресурсами ( $Эфф = P/Z$  или  $Эфф = Z/P$ ).
35. **Экстранаучные мнимые проблемы** – проблемы, причины которых находятся вне науки. В основе их возникновения — мировоззренческие, методологические, идеологические и прочие заблуждения.
36. **Элемент** – минимальный компонент системы, совокупность которых складывается прямо или опосредованно в систему.

## 1 Сущность и понятийный аппарат системного анализа

### 1.1. История развития системного подхода

Составляющим понятий «системный анализ», «системная проблема», «системное исследование» является слово «система», которое появилось в Древней Элладе 2000—2500 лет назад и первоначально означало: *сочетание, организм, устройство, организация, строй, союз*. Оно также выражало определенные *акты деятельности* и их результаты (нечто, поставленное вместе; нечто, приведенное в порядок).

Метафоризация слова «система» была начата **Демокритом** (460—360 до н. э.), древнегреческим философом, одним из основоположников материалистического атомизма. Образование сложных тел из атомов он уподобляет образованию слов из слогов и слогов из букв.

В античной (древней) философии термин «система» характеризовал упорядоченность и целостность естественных объектов, а термин «синтагма» — упорядоченность и целостность искусственных объектов, прежде всего продуктов познавательной деятельности.

С возникновением науки и философии Возрождения (XV в.) связано радикальное преобразование в истолковании бытия. Трактовка бытия как космоса сменяется рассмотрением его как системы мира. При этом *система мира понимается как независимое от человека, обладающее своим типом организации, иерархией, имманентными (свойственными, внутренне присущими какому-либо предмету, явлению, протекающими из их природы) законами и суверенной структурой*. Большую роль в становлении новой трактовки системности бытия сыграло открытие **Н. Коперника** (1473—1543). Он создал Гелиоцентрическую систему мира, объяснив, что Земля, как и другие планеты, обращается вокруг Солнца и, кроме того, вращается вокруг своей оси.

Немецкий математик и философ **И.Г. Ламберт** (1728—1777) подчеркивал, что «всякая наука, как и ее часть, предстает как система, поскольку система есть совокупность идей и принципов, которая может трактоваться как целое. В системе должны быть субординация и координация».

Новый этап в интерпретации системности научного знания связан с именем **И. Канта** (1724—1804). Его заслуга состоит не только в четко осознанном системном характере научно-теоретического знания, но и в превращении этой проблемы в методологическую, в выявлении определенных процедур и средств системного конструирования знания.

**Г. Гегель** (1770—1831), объективный идеалист, исходит из единства содержания и формы знания, из тождества мысли и действительности и предлагает историческую трактовку становления системы в соответствии с принципом восхождения от а

**Марксистская** гносеология выдвинула определенные принципы анализа системности научного знания. К ним относятся историзм, единство содержательной и формальной сторон научного знания, трактовка системности не как замкнутой системы, а как развивающейся последовательности понятий и теорий. бстрактного к конкретному.

Попытки разработать общие принципы системного подхода были предприняты врачом, философом и экономистом **А.А. Богдановым** (1873— 1928) в работе «Всеобщая организационная наука (тектология)» (3-е изд. М.; Л., 1925—1929. Ч. 1—3). Исследования, проведенные уже в наши дни, показали, что важные идеи и принципы кибернетики, сформулированные Н. Винером и особенно У. Росс Эшби, значительно раньше, хотя и в несколько иной форме, были выражены Богдановым. В еще большей мере это относится к общей теории систем (ОТС) Л. фон Берталанфи, идейная часть которой во многом предвосхищена автором тектологии.

*Тектология* (греч. – строитель) — весьма оригинальная общенаучная концепция, исторически первый развернутый вариант ОТС. Ее созданием автор хотел бросить вызов марксизму, выдвинув в противовес ему концепцию, которая претендует на *универсальность*. Для построения тектологии используется материал самых различных наук, в первую очередь естественных. Анализ этого материала приводит к выводу о существовании единых структурных связей и закономерностей, общих для самых разнородных явлений.

Основная идея тектологии — признание необходимости подхода к любому явлению со стороны его организованности (у других авторов — системности). Под организованностью понимается *свойство целого быть больше суммы своих частей*. Чем больше целое разнится от суммы своих частей, тем больше оно организовано. Тектология рассматривает все явления как непрерывные процессы организации и дезорганизации. Принципы организованности и динамичности тесно связаны с принципом целостного рассмотрения отдельных явлений и всего мира вообще.

Австрийский биолог и философ Л. Фон Берталанфи (1901—1972) первым из западных ученых разработал концепцию организма как открытой системы и сформулировал программу построения ОТС. В своей теории он обобщил принципы целостности, организации, эквифинальности (достижения системой одного и того же конечного состояния при различных начальных условиях) и изоморфизма.

Начиная со своих первых работ, Л. Берталанфи проводит мысль о неразрывности естественно-научного (биологического) и философского (методологического) исследований.

В 1940—50 гг. Л. Берталанфи обобщил идеи, содержащиеся в теории открытых систем, и выдвинул программу построения ОТС, являющейся *всеобщей теорией организации*. Проблемы организации, целостности, направленности, телеологии, саморегуляции, динамического взаимодействия весьма актуальны и для современной физики, химии, физической химии и технологии, а не только для биологии, где подобные проблемы встречаются повсюду. Пока что такие понятия были чужды классической физике. Если до сих пор унификацию наук видели обычно в сведении всех наук к физике, то, с точки зрения Л. Берталанфи, единая концепция мира может быть, скорее, основана на изоморфизме законов в различных областях. В результате он приходит к концепции синтеза наук, которую и противоположность *редукционизму* (т. е. сведению всех наук к физике) называет *перспективизмом*.

В сжатом виде история развития системных идей представлена в табл. 1.1. [«Спицнадель»].

Таблица 1.1

**История развития системных идей**

<b>Основные вехи эволюции Системных идей</b>	<b>Основные положения</b>
Рождение понятия «система» (2500 —2000 гг. до н. э.)	Слово «система» появилось в Древней Элладe и означало сочетание, организм, организация, союз. Выражало и некоторые акты деятельности (нечто, поставленное вместе, приведенное в порядок). Связано с формами социально-исторического бытия
Тезисы Демокрита (460 —370гг. до н. э.), Аристотеля (384 —322 гг. до н. э)	Перенос значения слова с одного объекта на другой совершается поэтапно. Метафоризация (перенос скрытое уподобление, метафораобразное сближение слов на базе их переносного значения, например: «свинцовая туча») была начата греческим философом Демокритом. Он уподобил образование сложных тел из атомов с образованием слов из слогов. Аристотель трансформировал метафору в философской системе. Важно, что именно в античной философии был сформулирован тезис — целое больше суммы его частей (Философский словарь М.: Политиздат, 1980. С. 329)
Концепции эпохи Возрождения	Трактовка бытия как космоса сменяется на систему мира как независимое от человека, обладающее определенной организацией, иерархией, структурой Бытие становится не только предметом философского размышления (для постижения целостности), но и специально-научного анализа (каждая дисциплина вычленяет определенную область)
Идеи Н. Коперника (1473 —1543)	Новая трактовка системности — в создании гелиоцентрической картины мира. Земля, как и другие планеты, обращается вокруг Солнца
Идеи Г. Галилея (1564 —1642), И. Ньютона (1642 —1727)	Галилей и Ньютон преодолели телеологизм (учение о конечных причинах) Николая Коперника в его астрономии, выработали определенную концептуальную систему с категориями — вещь и свойства, целое и часть... Вещь трактовалась как сумма отдельных свойств (забыли тезис античности??). Отношение выражало воздействие некоего предмета на другой, первый из которых являлся причиной, а второй — следствием. Очень важно: на первый план выдвигался каузальный, а не телеологический способ объяснения
Немецкая классическая философия	Глубокая и основательная разработка идеи системной организации научного знания. Структура научного знания стала предметом специального философского анализа
Идеи И. Ламберта (1728 —1777)	Всякая наука, как и ее часть, предстает как система, трактуемая как целое!
Идеи И. Канта (1724 —1804)	Кант не только осознал системный характер научного знания, но и превратил эту проблему в методологическую, выявив процедуры системного конструирования знания. Однако он считал, что принципы образования систем являются характеристиками лишь формы, а не содержания знания
Идеи И. Фихте (1762 —1814)	Фихте поправил И. Канта, считая, что научное знание есть системное целое. Однако он ограничил системность знания систематичностью его формы. Это привело к отождествлению системности научного знания и его систематического изложения, т. е. внимание обращалось не на научное исследование, а на изложение знания
Идеи Г. Гегеля (1770 —1831)	Гегель исходил из единства содержания и формы знания, тождества мысли и действительности. Трактовал становление системы в



	соответствии с принципом восхождения от абстрактного к конкретному. Но отождествляя метод и систему, телеологически истолковывая историю знания, он не смог предложить методологические средства для формирования системных образований
Теоретическое естествознание XIX —XX вв.	Различение объекта и предмера познания, повышение роли моделей в познании, фиксация наличия особых интегративных характеристик, исследование системообразующих принципов (порождение свойств целого из элементов и свойств элементов из целого), возможность предсказания!!!
Марксизм	Человек в процессе производства может действовать лишь так, как действует сама природа. Теоретики марксизма выдвинули принципы анализа системности научного знания: историзм, единство содержания и формы, трактовка системности как открытой системы
Идеи А.А. Богданова (1873 —1928)	Богданов выразил многие важные идеи кибернетики, сформулированные Н. Виннером и У. Эшби, значительно раньше, хотя и в иной форме. Предвосхитил ОТС Л. Бергаланфи в работе по тектологии (от гр. «строитель»). Основная идея — признание необходимости подхода к любому явлению со стороны его организованности (системности — других авторов). Под организованностью он понимает свойство целого быть больше суммы своих частей. Чем больше целое разнится от суммы, тем более оно организовано!!!
Идеи Л. Бергаланфи (1901 —1972)	Бергаланфи первым из западных ученых разработал концепцию организма как открытой системы и сформулировал программу построения ОТС. Проводил мысль о неразрывности естественнонаучного [биологического) и философского (методологического) Сначала создал теорию открытых систем, граничащую с современной физикой, химией и биологией. Классическая термодинамика исследовала лишь закрытые системы. Организм представляет собой открытую систему, остающуюся постоянной при непрерывном изменении входящих в него веществ и энергии (так называемое состояние подвижного равновесия). Позже он обобщил идеи ТОС и выдвинул программу построения ОТС, являющейся всеобщей теорией организации. Проблемы организации, целостности, динамического взаимодействия были чужды классической физике. Он пришел к концепции синтеза наук, которую в противоположность «редукционизму», т.е. сведению всех наук к физике, он называет «перспективизмом». ОТС освобождает ученых от массового дублирования работ, экономя астрономические суммы денег и времени. Его недостатки: неполное определение «системы», отсутствие особенностей саморазвивающихся систем, теоретические исследования не всех видов «связи» и пр. Но главный недостаток: утверждение автора, что ОТС выполняет роль философии современной науки. Но это не так, ибо для философского учения с методами исследования необходимы совершенно иные (новые) исходные понятия и иная направленность анализа: абстрактное и конкретное, специфически мысленное знание, связь знаний ОТС.
Концепции современности	Идеи СП нашли свое отражение в работах следующих авторов: Р. Акоффа, В. Афанасьева, С. Вира, И. Блауберга, Д. Бурчфилда, Д. Гвишиани, Г. Гуда, Д. Диксона, А. Зиновьева, Э. Квейда, В. Кинга, Д. Клиланда, В. Кузьмина, О. Ланге, В. Лекторского, В. Лефевра, Е. Липатова, Р. Макола, А. Малиновского, М. Месаровича, Б. Мильнера, Н. Овчинникова, С. Оптнера, Г. Поварова, Б. Радвига, А. Рапопорта, В. Розина, В. Садовского, М. Сетрова, В. Топорова, А. Умова, Б. Флейшмана, Ч. Хитча, А. Холла, Б. Юдина, Ю. Черняка, Г. Щедровицкого, У. Эшби, Э. Юдина

## Вопросы к экзамену (зачету)

1. Когда впервые упоминалось слово «система»?
2. Что понимается под понятием «тектология»?
3. Кто такой Богданов А.А. Какой его вклад в развитие системного подхода?
4. Кто такой Бергаланфи Л. Какой его вклад в развитие системного подхода?
5. Назовите основные вехи эволюции системных идей. Охарактеризуйте любые три вехи.

### 1.2. Категориальный аппарат науки и системного анализа [«Спицнадель»]

*«Ничто так не враждебно точности суждения, как недостаточное различение»*  
(Эдмунд Берк, автор книги «Размышления о Французской революции»).

Здесь уместна такая аллегория: шахматист волен делать ходы по своему усмотрению, предпринимать любые комбинации при помощи имеющихся в его распоряжении фигур; но шахматная игра становится невозможной, если один партнер будет называть коня ферзем, в другой станет ходить конем, как слоном.

Итак, познакомимся с видами понятий, с которых должна начинаться каждая истинная наука (научная дисциплина)

*Понятие* — это мысль, которая отображает общие и существенные признаки предметов.

*Термин* — точно выраженное содержание научного понятия.

*Категория* — предельно широкое по объему понятие, которое не подлежит дальнейшему обобщению.

*Объем понятия* — знания о круге предметов, существенные признаки которых отображены в понятии.

На сегодня категориальный аппарат системного анализа еще не исследован. Лишь в последнее время начаты попытки выявить смысл некоторых понятий системного подхода в их специфическом употреблении.

Эта задача принадлежит к числу первоочередных:

- во-первых, действительное конституирование системного подхода возможно лишь на основе разработки адекватной категориальной базы;
- во-вторых, из-за того что системные исследования вынуждены пользоваться понятиями, в подавляющем большинстве почерпнутыми из науки прошлого, а существенно новое употребление этих понятий обычно специально не фиксируется, возникает опасность «размывания» самой системной проблематики;

Представим основные определения, связанные с использованием системного подхода, полученные на основе обобщения научно-технической и философской литературы.

#### 1. Система.

Система (греч. — «составленное из частей», «соединение», от «соединяю, составляю») — объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе (БСЭ. Т. 39. С. 158).

Четыре свойства системы:

- Система есть прежде всего совокупность элементов. При определенных условиях элементы могут рассматриваться как системы.
- Наличие существенных связей между элементами и (или) их свойствами, превосходящих по мощности (силе) связи этих элементов с элементами, не входящими в данную систему. Под существенными связями понимаются такие, которые закономерно, с необходимостью определяют интегративные свойства системы. Указанное свойство отличает систему от простого конгломерата и выделяет ее из окружающей среды в виде целостного объекта.
- Наличие определенной организации, что проявляется в снижении термодинамической энтропии (степени неопределенности) системы по сравнению с энтропией системоформирующих факторов, определяющих возможность создания системы. К этим факторам относят число элементов системы, число существенных связей, которыми может обладать элемент, число квантов пространства и времени.
- Существование интегративных свойств, т. е. присущих системе в целом, но не свойственных ни одному из ее элементов в отдельности. Их наличие показывает, что свойства системы хотя и зависят от свойств элементов, но не определяются ими полностью. **Вывод:** система не сводится к простой совокупности элементов, и, расчлняя систему на отдельные части, нельзя познать все свойства системы в целом.

2. **Техническая система** — множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство (Л.И. Лопатников. Краткий экономико-математический словарь. М.: Наука, 1979).

Это определение не является ни единственным, ни общепризнанным. Есть сотни определений, которые с некоторой условностью можно разделить на три группы.

1. ТС как комплекс процессов и явлений, а также связей между ними, существующий объективно, независимо от наблюдателя — субъекта управления. Он выделяет элементы изучаемой системы, т.е. определяет, какие из ее характеристик являются существенными; он выделяет систему из окружающей среды, т.е. как минимум определяет входы и выходы (тогда они рассматриваются как черный ящик), а как максимум подвергает анализу ее структуру, выявляет механизм функционирования и исходя из этого воздействует на нее в широком направлении. *Здесь ТС — объект исследования и объект управления.*

2. ТС как институт, способ исследования. Наблюдатель конструирует ТС как некоторое абстрактное отображение реальных объектов. В этой трактовке понятие ТС смыкается с понятием модели.

3. ТС — некий компромисс между двумя первыми. ТС здесь — искусственно создаваемый комплекс элементов (например, коллективов, технических средств, научный теорий), предназначенный для решения сложной социально-экономической

задачи. Следовательно, здесь наблюдатель не только выделяет из среды систему, но и создает, синтезирует ее. ТС является реальным объектом и одновременно абстрактным отображением связей действительности. Именно в этом смысле понимает ТС системотехника (Энциклопедический экономический словарь. М.: Наука, 1979. С. 250).

*Наиболее характерные черты ТС:*

- наличие определенной целостности, функционального единства (общей цели, назначения и пр.), что приводит к сложному иерархическому строению системы;
- большие масштабы по типу частей, объему выполняемых функций, абсолютной стоимости (ИЛ-96 м/т = 75 млн. дол.);
- сложность (полифункциональность) поведения;
- высокая степень автоматизации;
- нерегулярное, статистически распределяемое во времени поступление внешних воздействий;
- наличие в целом ряде случаев состязательного момента, т.е. такого функционирования ТС, при котором надо учитывать конкуренцию отдельных частей (в американской ракете «Редай», что надо увеличивать: массу боевой части или системы управления и наведения?);
- наличие связей (положительных, отрицательных, одноплановых, многоплановых);
- многоаспектность (техническая, экономическая, социальная, психологическая пр.);
- контринтуитивность (причина и следствие тесно не связаны ни во времени, ни в пространстве);
- нелинейность.

В технике мы имеем дело с *комплексами*. Это навязываемое субъектом понятие. Это конгломерат (механическое соединение разнородного, беспорядочная смесь), который мы пытаемся как-то организовать извне, от человека, от субъекта, самоорганизуемые в лучшем случае.

Итак, в природе — самоорганизующиеся системы; в технике — самоорганизуемые комплексы.

3. **Классификация системы.** Классификацией называется распределение некоторой совокупности объектов на классы по наиболее существенным признакам. Признак или их совокупность, по которым объекты объединяются в классы, являются основанием классификации. Класс — это совокупность объектов, обладающих некоторыми признаками общности.

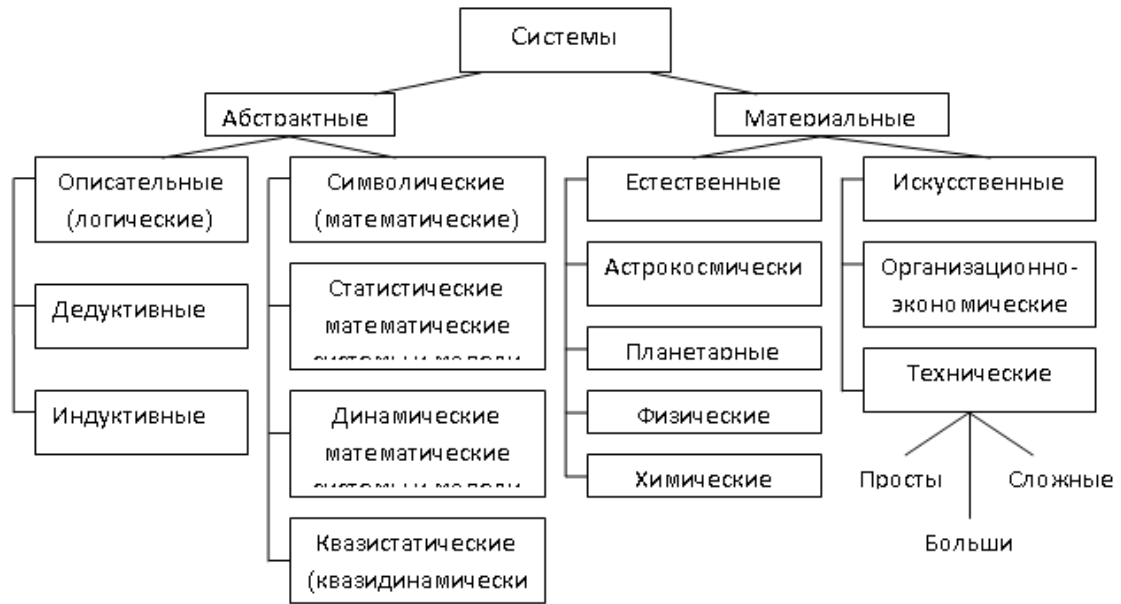


Рисунок 1 – Классификация систем

Материальные системы являются объектами реального времени. Среди всего многообразия материальных систем существуют естественные и искусственные системы.

Естественные системы представляют собой совокупность объектов природы, а искусственные системы — совокупность социально-экономических или технических объектов.

Естественные системы, в свою очередь, подразделяются на *астрокосмические и планетарные, физические и химические*.

Искусственные системы могут быть классифицированы по нескольким признакам, главным из которых является роль человека в системе. По этому признаку можно выделить два класса систем: *технические и организационно-экономические системы*.

В основе функционирования технических систем лежат процессы, совершаемые машинами, а в основе функционирования организационно-экономических систем — процессы, совершаемые человеко-машинными комплексами.

Абстрактные системы — это умозрительное представление образов или моделей материальных систем, которые подразделяются на описательные (логические) и символические (математические).

*Логические системы* есть результат дедуктивного или индуктивного представления материальных систем. Их можно рассматривать как системы понятий и определений (совокупность представлений) о структуре, об основных закономерностях состояний и о динамике материальных систем.

*Символические системы* представляют собой формализацию логических систем, они подразделяются на три класса:

*статические математические системы* или модели, которые можно рассматривать как описание средствами математического аппарата *состояния* материальных систем (уравнения состояния);

динамические *математические системы* или модели, которые можно рассматривать как математическую формализацию *процессов* материальных (или абстрактных) систем;

*квазистатические (квазидинамические) системы*, находящиеся в неустойчивом положении между статикой и динамикой, которые при одних воздействиях ведут себя как статические, а при других воздействиях — как динамические.

Также выделяют и другую классификацию:

1. *Большие системы (БС)* — это системы, не наблюдаемые одновременно с позиции одного наблюдателя либо во времени, либо в пространстве. В таких случаях система рассматривается последовательно по частям (подсистемам), постепенно перемещаясь на более высокую ступень.

2. *Сложные системы (СС)* — это системы, которые нельзя сконструировать из некоторых подсистем. Это равноценно тому, что: а) наблюдатель последовательно меняет свою позицию по отношению к объекту и наблюдает его с разных сторон; б) разные наблюдатели исследуют объект с разных сторон.

Пример: выбор материала ветрового стекла автомобиля. Задачу нельзя решить без того, чтобы не рассмотреть этот объект в самых разных аспектах и разных языках: прозрачность и коэффициент преломления — язык оптики; прочность и упругость — язык физики; наличие станков и инструментов для изготовления — язык технологии; стоимость и рентабельность — язык экономики и т.д.

3. *Динамические системы (ДС)* — это постоянно изменяющиеся системы. Всякое изменение, происходящее в ДС, называется процессом. Его иногда определяют как преобразование входа в выход системы.

Если у системы может быть только одно поведение, то ее называют *детерминированной системой*.

*Вероятностная система* — система, поведение которой может быть предсказано с определенной степенью вероятности на основе изучения ее прошлого поведения (протокола).

*Свойство равновесия* — способность возвращаться в первоначальное состояние (к первоначальному поведению), компенсируя возмущающие действия среды.

*Самоорганизация ДС* — способность восстанавливать свою структуру или поведения для компенсации возмущающих воздействий или изменять их, приспособляясь к условиям окружающей среды.

*Инвариант поведения ДС* — то, что остается неизменным в ее поведении в любой отрезок времени.

4. *Кибернетические, или управляющие, системы (УС)* — системы, с помощью которых исследуются процессы управления в технических, биологических и социальных системах. Центральным понятием здесь является информация — средство воздействия на поведение системы. УС позволяет предельно упростить трудно понимаемые процесс управления в целях решения задач исследования проектирования.

Важным понятием УС является понятие обратной связи (ОС). ОС — информационное воздействие выхода на вход системы.

4. Целенаправленные системы (ЦС) — системы, обладающие целенаправленностью (т.е. управлением системы и приведением к определенному поведению или состоянию, компенсируя внешние возмущения). Достижение цели в большинстве случаев имеет вероятностный характер.
5. Неорганизованная совокупность (примерами ее могут служить куча камней, случайное скопление людей на улице) лишена каких-либо существенных черт внутренней организации. Связи между ее составляющими носят внешний, случайный, несущественный характер.

#### 4. Связь

Предварительно связь предметов можно определить таким образом: два или более различных предмета связаны, если по наличию или отсутствию некоторых свойств у одних из них мы можем судить о наличии или отсутствии тех или иных свойств у других из них.

Например, температура и давление данной массы газа связаны так, что с увеличением температуры (при всех прочих постоянных условиях) увеличивается давление. Зная о том, что температура увеличилась, мы можем делать вывод об увеличении давления (если выяснены точные количественные соотношения, то они учтутся и в выводах). Это свойство связей и обусловило особую познавательную ценность их обнаружения. Выявление связей позволяет познавать предметы не непосредственно, а косвенно, через другие предметы, находящиеся с ними в той или иной связи. Не приходится доказывать, насколько это важно для исследования предметов, не поддающихся непосредственному наблюдению, для разработки стандартных методов расчета, избавляющих от необходимости каждый раз ставить эксперимент, и т.п.

Эмпирическая классификация связи (Блауберг И.В., Садовский В.Н., Юдин Э.Г. Системный подход в современной науке // Проблемы методологии системного исследования. М.: Мысль, 1970):

1. Связи взаимодействия (координации), среди которых можно различить связи свойства (такие связи фиксируются, например, в формулах физики типа  $pV = \text{const}$ ) и связи объектов; Особый вид связей взаимодействия составляют связи между отдельными людьми, а также между человеческими коллективами или социальными системами.

2. Связи порождения (генетические), когда один объект выступает как основание, вызывающие к жизни другой (например, связь типа «А отец В»).

3. Связи преобразования, среди которых можно различить: связи преобразования, реализуемые через определенный объект, обеспечивающий это преобразование (такова функция химических катализаторов), и связи преобразования, реализуемые путем непосредственного взаимодействия двух или более объектов.

4. Связи строения (их нередко называют структурными).

5. Связи функционирования, обеспечивающие реальную жизнедеятельность объекта или его работу, если речь идет о технической системе.

6. Связи развития, которые можно рассматривать как модификацию функциональных связей состояний, с той, однако, разницей, что развитие существенно отличается от простой смены состояний.

7. Связи управления, которые в зависимости от их конкретного вида могут образовывать разновидность либо функциональных связей, либо связей развития.

Особое внимание необходимо обратить на следующие три вида связей:

1. Рекурсивная связь — необходимая связь между экономическими явлениями и объектами, при которой ясно, где причина и где следствие. Например, затраты в экономике всегда выступают в качестве причины, а их результаты — в качестве следствия. Между затратами и результатами существует рекурсивная связь.
2. Синергетическая связь в ОТС определяется как связь, которая при совместных действиях независимых элементов системы обеспечивает увеличение их общего эффекта до значения, большего, чем сумма эффектов этих элементов, действующих независимо. Следовательно, это усиливающая связь элементов системы. Из синергетических связей вытекают интегральные (эмерджентные) свойства, т.е. свойства целостной системы, которые не присущи составляющим ее элементам, рассматриваемым вне системы.
3. Циклическая связь — сложная обратная связь, при котором развитие науки двигает производство, а последнее создает основу для расширения научных исследований.

Приведем примеры:

Мозг человека развивается и состоит из 14 млрд. нервных клеток. Каждая из них имеет 5000 связей с другими.

Любой закон природы и общества — это есть внутренняя, устойчивая, существенная связь и взаимная обусловленность явлений. Нет закона вне связи!

В химии существуют два вещества: карбонилд  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  — первое искусственно полученное органическое вещество; неорганический цианат аммония  $\text{NH}_4\text{CNO}$ . При одинаковом составе разницу в их свойствах логично объяснить только различием в способе связи элементов между собой, т.е. различием структуры.

## 5. Структура

Часто структура понимается как рисунок, как некоторая внешняя картина явления или объекта исследования. Ясно, что картина объекта позволяет лишь так или иначе описать его, но сама по себе не дает еще его объяснения. И тем не менее в картине явления или объекта исследования, составленной по определенному принципу, с самого начала может усматриваться некоторая целостность. Структура — это устойчивая картина взаимных отношений элементов целостного объекта (Овчинников Н.Ф. Структура и симметрия // Ежегодник «Системные исследования». 1969).



Структура немыслима вне системы, равно как и система в своей основе всегда структурна. Собственно структурный анализ системы начинается с выявления определенного состава системы, с детального исследования частей.

Структурный анализ идет от понятия части к понятию элемента. Выявляя первоначально части системы, исследуя ее состав, мы затем уточняем это знание состава и переходим к поискам элементов системы. Тем самым от системного рассмотрения мы начинаем переходить к структурному. Понятие части системы можно рассматривать как первоначальную ступень в процессе формирования понятия элемента структуры.

Таким образом, структура как понятие, работающее в научном познании, может рассматриваться, как мы уже отмечали, в качестве неизменной стороны системы. Выявляя структуру объекта, мы, прежде всего, рассматриваем объект как систему, т.е. усматриваем в нем некоторый комплекс частей. Затем выявляем элементность этих частей, и уже эта элементность частей дает первую структурную характеристику системы.

Понятия «система» и «структура» отождествлять нельзя. Если под структурой следует понимать сеть взаимосвязанных элементов, качественная природа которых не учитывается, и главное внимание направлено на их связи, то под системой понимается объект в целом со всеми присущими ему внутренними и внешними связями и свойствами.

## **6. Целостность**

Понятие целостности (целого) так же мало ясно по своему содержанию. Целостность выражает требование особого описания — системы в целом, отличного от описания ее элементов (неаддитивность системы), а также подчеркивание особой противопоставленности системы ее окружению (среде), противопоставленности, в основе которой лежит внутренняя активность системы.

Положения целостной картины мира:

1. При исследовании объекта как системы описание элементов не носит самодовлеющего характера, поскольку элемент описывается не как таковой, а с учетом его места в целом.
2. Исследование системы оказывается, как правило, неотделимым от исследования условий ее существования.
3. Специфической для системного подхода является проблема порождения свойств целого из свойств элементов и, наоборот, порождения свойств элементов из характеристик целого.

Известный профессор Великобритании по бизнесу Э. Фергюссона (Путь к себе. 1993. № 8, 9).говорил:

«Целостность подразумевает системно эффективное действие, а не долгие часы, проведенные за работой. В умении выбирать одно маленькое действие, которое

приведет к максимальным результатам, и заключается один из важнейших секретов успеха в любом виде деятельности!»

## 7. Элемент

Для каждой данной системы это понятие не является абсолютным, однозначно определенным, поскольку исследуемая система может расчлениваться существенно различными способами, и говорить об элементе можно лишь применительно к определенному из этих способов: другое расчленение может быть связано с выделением другого образования в качестве исходного элемента.

При заданном способе расчленения под элементом понимается такой минимальный компонент системы, совокупность которых складывается прямо или опосредованно в систему. Поскольку элемент выступает как своеобразный предел возможного членения объекта, собственное его строение (или состав) обычно не принимается и во внимание в характеристике системы: составляющие элементы уже не рассматриваются как компоненты данной системы.

## 8. Системный подход

Системный подход толкуется столь широко и неопределенно, что его специфика в смысл процесса, как правило, четко не выявляется.

Системный подход прямо противоположен расчленению сложной задачи на части. Напротив, сознательно расширяется и усложняется задача, пока все существенные взаимосвязи не вводятся в рассмотрение (Ю. Черняк).

Иными словами, системный подход сводится к охвату всей сферы познания, находящейся в ведении профессионала, а не к сосредоточению внимания на некотором частном участке, входящем в эту сферу. Поэтому в нем нет ничего таинственного, сложного или совсем нового.

В теории и научной практике наряду с понятием «системный подход» широко используется и другое — «комплексный подход».

Понятия «системность» и «комплексность» употребляются как синонимы, хотя между ними есть различия.

Комплексный подход является частным случаем системного, так как при его использовании могут учитываться всего лишь несколько факторов или свойств из множества возможных.

Например, наука должна изучаться с разных сторон многими дисциплинами с различными экономическими, социальными, экологическими и другими факторами (комплексный подход). Но задача состоит не в том, чтобы остановиться на этих факторах в познании развития науки как цельного явления. Для этого необходимо учесть и степень влияния каждого фактора в конкретных условиях, и взаимосвязь их как друг с другом, так и с собственным развитием и применения научного знания. Но это уже новый уровень взаимодействия между дисциплинами, ее изучающими. Это системный подход!

Комплексный подход включает ряд методов эмпирического порядка, не имеющих своих принципов, то он отражает организационно-методический подход в исследовании. Подход системный чисто методологический, всесторонний, характеризует более высокий теоретический уровень, частью которого является

комплексный подход. Поэтому системный подход более полный, правильный, ближе к природе технических систем, объективный, в отличие от комплексного подхода как субъективного, приближенного.

Когда нет системы, говорят о комплексном подходе – объединении опытных данных, которое происходит в лучшем случае через суммирование. Системный подход – это то, на чем создается объект, это почва, где вырастает объект (собственно разработка). Объект всегда многогранен, всесторонен, требует всестороннего подхода.

Так как всесторонность тоже входит в системный подход, то их надо различать. В комплексный подход она входит как *частное требование*, в системный подход — как *методологический принцип*. Если комплексный подход вырабатывает *стратегию и тактику*, то системный подход — *методологию и методы*. Системный подход не приносит хаоса, волюнтаризма, административности. Для него характерна *строгость*, которой нет у комплексного подхода. Системный подход имеет дело с объектами как системами, состоящими из закономерно структурированных функционально организованных элементов. Если системный подход применяется только для системных объектов, то комплексный подход — не обязательно для таковых. Объект может быть целостным, но не системным, ибо не обладает структурой.

## 9. Системный анализ

*Системный анализ (СА)* — это взаимосвязанное логико-математическое и комплексное рассмотрение всех вопросов, относящихся не только к замыслу, разработке, производству, эксплуатации и последующей ликвидации современных технических систем (ТС), но и к методам руководства всеми этими этапами с учетом социальных, политических, стратегических, психологических, правовых, географических, демографических, военных и других аспектов.

Самым существенным является то, что систематически на всех этапах жизненного цикла любой ТС осуществляется сопоставление альтернатив, по возможности в количественной форме, на основе логической последовательности шагов, которые могут быть воспроизведены и проверены другими.

Чем же отличается системный анализ от других методов?

Основные отличия его от других более или менее формализованных подходов при обосновании управленческих решений сводятся к следующему:

- рассматриваются все теоретические возможные альтернативные методы и средства достижения целей по жизненному циклу ТС (исследовательские, конструктивные, технологические, эксплуатационные и пр.), правильная комбинация и сочетание этих различных методов и средств;
- альтернативы ТС оцениваются обязательно с позиции длительной перспективы (особенно для систем, имеющих стратегическое назначение);
- отсутствуют стандартные решения;
- четко излагаются различные взгляды при решении одной и той же проблемы;
- применяются к проблемам, для которых не полностью определены требования стоимости или времени;

- признается принципиальное значение организационных и субъективных факторов в процессе принятия решений, и в соответствии с этим разрабатываются процедуры широкого использования качественных суждений в анализе и согласовании различных точек зрения;
- особое внимание уделяется факторам риска и неопределенности, их учету и оценке при выборе наиболее оптимальных решений среди возможных вариантов.

Где можно и нужно применять системный анализ?

СА применяют для решения слабо структурированных или смешанных проблемы, которые содержат как качественные, так и количественные элементы, причем качественные малоизвестные и неопределенные стороны проблемы имеют тенденцию доминировать.

Для решения *хорошо структурированных проблем* используется методология *исследования операций* (ИО). Она состоит в применении математических моделей и методов {линейного, нелинейного, динамического программирования, теории массового обслуживания, теории игр и т.д.) для отыскания оптимальной стратегии управления целенаправленными действиями.

В *неструктурированных проблемах* традиционным является *эвристический метод*, который состоит в том, что опытный специалист собирает максимум различных сведений о решаемой проблеме, вживается в нее и на основе интуиции и суждений вносит предложения о целесообразных мероприятиях. Неструктурированные или качественно выраженные проблемы, содержащие лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны.

Итоги по сути системного анализа.

1. Системный анализ связан с принятием оптимального решения из многих возможных альтернатив.
2. Каждая альтернатива оценивается с позиции длительной перспективы.
3. СА рассматривается как методология углубленного уяснения (понимания) и упорядочения (структуризации) проблемы.
4. В СА упор направлен на разработку новых принципов научного мышления, учитывающих взаимосвязь целого и противоречивые тенденции. Более конкретно — систематически на всех этапах жизненного цикла любой ТС осуществляется сопоставление альтернатив, по возможности в количественной форме, на основе логической последовательности шагов.
5. Обостряется интуиция специалистов.
6. Применяется в первую очередь для решения стратегических проблем.

Итак, СА — это совокупность методов и средств выработки, принятия и обоснования решений (при исследовании, создании и управлении ТС, в частности).

### Вопросы к экзамену (зачету)

1. Дайте определение понятиям «понятие», «термин», «категория», «объем понятия».
2. Что такое система? Назовите четыре свойства системы.
3. Дайте раскрытое содержание понятия «техническая система».
4. Представьте наиболее характерные черты технической системы.
5. Что такое «комплекс» и чем отличается от «системы»?
6. Что такое классификация и класс как понятия?
7. Назовите установленные на данный момент времени классы системы.
8. Раскройте сущность больших, сложных, динамических систем.
9. Раскройте сущность кибернетических, целенаправленных систем, неорганизованной совокупности.
10. Раскройте сущность понятия «связь».
11. Дайте эмпирическую классификацию связи.
12. Что такое рекурсивная, синергетическая и циклическая связь.
13. Охарактеризуйте сущность понятия «структура».
14. Раскройте понятие «целостность» и положения целостной картины мира.
15. Дайте определение понятию «элемент» системы.
16. Что такое системный подход и чем отличается от комплексного подхода?
17. Что такое системный анализ (СА)? Чем отличается он от других видов анализа?
18. Где нужно и можно применять системный анализ?

### 1.3. Производственные системы и их виды. Эффективность производственных систем. Предприятие как производственная система

Производственная система – это совокупность производственных, управленческих и вспомогательных бизнес-процессов, направленных на безопасное производство работ и удовлетворение потребителя.

Производственная система – целенаправленный процесс, благодаря которому происходит превращение отдельных элементов системы в полезную продукцию. Производственная система представляет собой обособившуюся в результате общественного разделения труда упорядоченную часть производственного процесса, способную самостоятельно или во взаимодействии с другими аналогичными системами удовлетворять те или иные нужды, потребности и запросы потенциальных потребителей с помощью производимых этой системой товаров и услуг.

Эффективность современной производственной системы определяется способностями преобразования ресурсов в ценности с наименьшими потерями, выявления и устранения потерь, развития и самообучения.

С позиции системного подхода, производство – важнейшая сфера человеческой деятельности – представляет собой сложную систему. Системами, состоящими из комплекса взаимосвязанных объектов, являются народное хозяйство, отрасль промышленности, предприятие, цех, участок. Вместе с тем сложными системами являются и комплексы функций, виды деятельности, осуществляемые на предприятиях. Всю деятельность предприятия можно рассматривать как единую сложную систему, которая состоит из сети подчиненных, менее сложных систем.

Производственные системы – это особый класс систем, состоящих из трудящихся, орудий и предметов труда и других элементов, необходимых для функционирования системы, в процессе которого создаются продукция или услуги. Полная система производственной деятельности организации называется операционной системой.

Производственная система (ПС) на первичном уровне может рассматриваться как группа механизмов (оборудование, аппараты и т. п.), обслуживаемых работником (оператор, машинист и т. п.). Каждый механизм и обслуживающий его работник представляют собой систему «человек-машина», состоящую из двух взаимодействующих и взаимосвязанных элементов.

Если пойти по пути интеграции систем «человек-машина», то мы можем прийти к производственному участку – сложной системе, состоящей из основных и вспомогательных рабочих, основного и вспомогательного оборудования, т. е. к системе со сложным комплексом взаимосвязей, взаимоотношений и интересов, обладающей сложной структурой и организацией.

Системами более высокого уровня и порядка будут цехи, отрасли и т. п. При этом каждое звено системы, подсистемы любого уровня отражает наиболее существенные черты системы более высокого уровня (порядка), частью которой эти звенья являются.

Выделяют следующие виды (подсистемы) производственных систем:

- социальная — комплекс отношений между людьми как организационное проявление системы;
- производственно-техническая — материальные средства: комплекс машин и оборудования, материалов, инструментов, энергии;
- подсистема информации — информационные элементы и их взаимосвязи.

Каждая из перечисленных подсистем имеет признаки системы, но не обладает обособленностью, присущей самостоятельным системам. Нельзя назвать системой группу работающих на предприятии людей без материальных средств, и наоборот.

В производственной системе осуществляются производственные процессы. Их основой и определяющей частью являются технологические процессы, при осуществлении которых рабочий с помощью орудий труда воздействует на предметы труда и превращает их в продукт труда – готовую продукцию. Элементами

производственной системы являются люди и материальные объекты: труд, орудия труда, предметы труда, продукты труда, а также технология, организация производства.

Производственная система определяется поведением, эволюцией и набором структур. Структура производственной системы – это совокупность элементов и их устойчивых связей, обеспечивающих целостность системы и тождественность ее самой себе, т. е. сохранение основных свойств системы при различных внешних и внутренних изменениях. Структура производственной системы определяется составом и взаимосвязями ее элементов и подсистем, а также связями с внешней средой. Различают пространственную (связанную с расположением элементов системы в пространстве) и временную (основанную на последовательности изменения состояния элементов и системы в целом во времени) структуры производственных систем. Они тесно взаимосвязаны и взаимозависимы.

Целостность производственной структуры является одним из основных свойств системы. Все элементы ПС функционируют с единой общей целью – разработкой, проектированием и изготовлением необходимой продукции. ПС имеет вход, выход и обратную связь.

Возвращаясь к системному понятию термина «организация», отметим, что организация – это установление и обеспечение связей между элементами системы. Важно подчеркнуть, что, в отличие от биологических или технических систем, в организации социально-экономических систем связи носят менее устойчивый характер. Поэтому их необходимо не только устанавливать, но и постоянно поддерживать, т. е. обеспечивать их бесперебойное функционирование. В этом и состоит сущность организационной деятельности [«Производ.система»].

Развитие науки и техники привели к усложнению свойств системности современного производства и его составляющих, усилению процессов интеграции и специализации в науке и технике, росту масштабов технических систем, усложнению обучения и образования, существенному усложнению проблемы моделирования технических и производственных систем. Теория технологических укладов возникла в результате трансформации концепции научно-технических революций. Технологический уклад в отличие от технической (научно-технической) революции означает преобразование производства на основе не единичных изобретений, а на постепенном, одновременном и параллельном внедрении новых технологий во многие отрасли и виды деятельности.

Основные элементы производственной системы: персонал, материально-сырьевые ресурсы, производственное оборудование и другие основные средства, технологии и информация, финансовые средства, организация управления. Взаимодействие элементов производственной системы в процессе ее функционирования обеспечивает достижение целей системы.

Материально-вещественный принцип взаимодействия элементов производственной системы, схема которого представлена на рис. 1, можно выразить простой формулой:

труд человека, средства труда, предметы труда взаимообуславливают производственный процесс, в результате которого производится продукция.

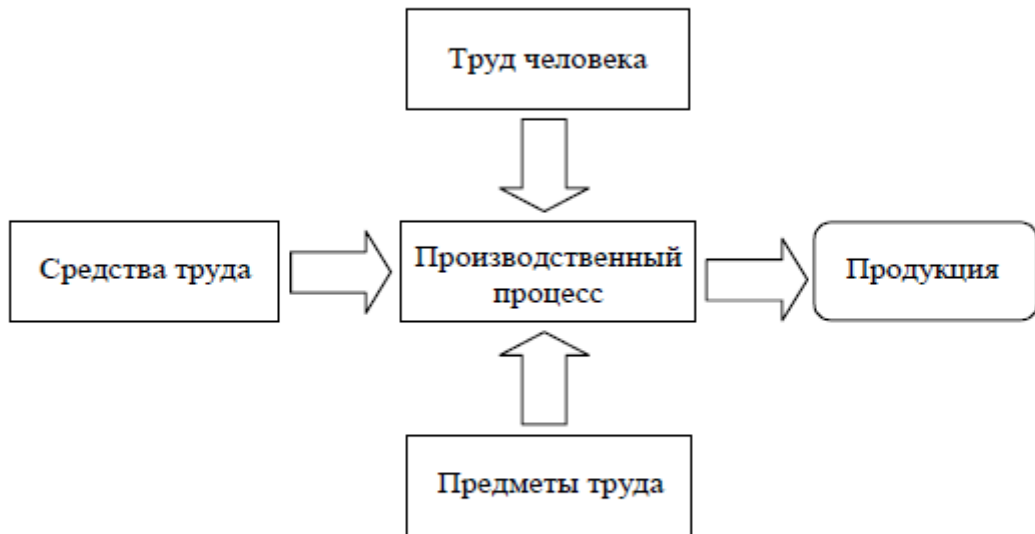


Рис. 1. Схема связи основных материальных элементов производственной системы

Для осуществления производственного процесса, помимо названных материальных элементов, необходимы денежные средства, заменяющие их документы (ценные бумаги), технологии и информация. Взаимодействие всех элементов обеспечивается еще одним элементом – организацией управления системой.

**Эффективность производственных систем.** Производственные системы, как и все искусственные объекты, создаются в целях эффективного функционирования, т. е. производства продукции или оказания услуг. Эффективность производства означает достижение определенных целей. Экономическая эффективность функционирования системы оценивается при определении соотношений результата (эффекта) с затратами или использованными ресурсами:

$$\text{Эффективность} = \text{Результат (эффект)} / \text{Затраты (ресурсы)}$$

В качестве **результата** деятельности могут выступать:

- объемы производства и продажи продукции (услуг) в натуральном, условно-натуральном или стоимостном выражении;
- прибыль и ее разновидности;
- новые освоенные рынки сбыта;
- увеличение капитала (собственного или заемного), рост стоимости системы и другие.



**Затраты** предприятия представляют собой себестоимость продукции и ее отдельно взятые элементы (материальные затраты, затраты на оплату труда, амортизацию и т.д.); эти же затраты, выраженные натуральными величинами (количество сырья, материалов, энергии, число отработанных человеко-дней или человеко-часов). Применяемые **ресурсы** – стоимость имеющихся основных производственных фондов и оборотных средств вместе и в отдельности; сюда входит другое имущество, а также персонал.

В силу удобства или традиций используется и обратное соотношение: **затраты/результаты** (например, при оценке материалоемкости продукции).

Число показателей эффективности, представляющих собой комбинации перечисленных видов результатов, с одной стороны, и затрат и ресурсов, с другой, исчисляется десятками.

**Предприятие как производственная система.** Предприятие как производственная система является организацией (социальным институтом), относящейся к классу открытых систем. Это означает, что предприятие (организация) на входе получает ресурсы из внешней среды, а на выходе отдает внешней среде созданный предприятием (организацией) продукт. Таким образом, предприятие (организация), взаимодействуя с внешним окружением, участвует в трех основополагающих процессах:

- получение сырья, ресурсов из внешнего окружения;
- преобразование ресурсов в востребуемые внешней средой продукты (услуги);
- передаче продукта во внешнюю среду.

Для поддержания на соответствующем уровне потенциала самосохранения предприятие должно обеспечивать динамичное протекание всех трех процессов. В частности, процесс входа в систему характеризуется не только составом и структурой получаемых из внешнего окружения материальных, финансовых, трудовых, информационных ресурсов, но и положением предприятия во внешней среде, динамикой развития и планируемой стратегией. Параметры выхода системы должны удовлетворять требованиям (предпочтениям) внешней среды, функционирующих в ней конкретных потребителей и на этой основе обеспечивать условия возобновляемости и развития всех процессов.

Организация на предприятии – это совокупность взаимосвязанных видов деятельности и регламентирующих решений, направленных на создание новой системы (подсистемы) или на совершенствование уже функционирующей в рамках предприятия системы, путем воздействия на факторы, представляющие собой кадровые и материальные предпосылки развития (наладка или перестройка производства, инструкции трудовой деятельности работников, структура аппарата управления и т. д.).

Задачи, стоящие перед функционирующей системой (предприятием), постоянно изменяются под влиянием изменений как в самой системе, так и во внешней среде. В этих условиях вновь возникающие задачи могут быть успешно решены только в том случае, если людские и материальные факторы будут соответствовать

изменяющимся условиям и требованиям (уровень квалификации и опытность работников, уровень загрузки оборудования и т. д.). Достижение такого соответствия требует постоянного регламентирования деятельности предприятия, иными словами – организации.

### **Вопросы к экзамену (зачету)**

1. Как классифицируются производственные системы и каковы их основные виды?
2. Почему необходим системный подход при анализе производственных систем?
3. Что такое структура производственной системы?
4. Охарактеризуйте свойство целостности структуры.
5. Раскройте содержание понятия эффективности производственных систем.
6. Каков принцип определения показателей эффективности?
7. Назовите основные показатели эффективности деятельности производственных систем.
8. Охарактеризуйте предприятие как производственную систему.
9. Что такое организация функционирующего предприятия?

## 2 Методология системного анализа

### 2.1 Теоретические основы системного познания [«Спицнадель»]

Важность построения логики и методологии системного анализа представляется исключительной, так как в определенном смысле здесь лежит путь ко всем дальнейшим успехам системной науки и техники. Отсутствие специально построенной методологии системного анализа приводит к тому, что исследователи, решая новые по своему типу задачи, вынуждены пользоваться старыми, для иных задач, построенными логическими средствами.

Еще в начале XX в. внимание ученых было целиком приковано к объекту исследований. Что же касается принципов и структуры самого исследования, то обычно их в явном или неявном виде строил и определял сам исследователь, соединяя в одном лице и теоретика, и методолога, и разработчика.

Проблема методологии научного исследования все более настоятельно требует специального изучения, и на этой основе логика и методология науки обнаруживают растущую тенденцию к выделению в самостоятельную научную дисциплину.

*Логика* (греч. Logos – речь, мысль, разум) есть наука о законах, формах и приемах правильного построения мысли, т.е. мышления, направленного на познание объективного мира. Основные задачи логики — выявление условий достижения истинных знаний, изучение внутренней структуры мыслительного процесса, выработка логического аппарата и правильного метода познания.

Основная задача *логики системного анализа* — открытие путей движения к достижению новых системных результатов, а не экономических или каких-либо других. Важнейшей и первоначальной категорией логики является научная *проблема*. В научных статьях и монографиях, в научных дискуссиях и на конференциях, в личном общении ученых — всюду мы сталкиваемся со словом «проблема» в самых различных его сочетаниях: поставил проблему, решил проблему, разработал проблему, актуальная, важная, поисковая, прикладная проблема и т.д.

Что же это такое? В самом общем случае под *проблемой* понимается несоответствие между необходимым (желаемым) и фактическим положением дел. Использование системного анализа может помочь ликвидировать узкое место, поскольку одним из ценных его назначений является правильная и четкая постановка проблемы. Правильная формулировка проблемы — залог повышения эффективности общественного и частного производства. Проблемы различают по степени их структуризации, т.е.:

- 1) по ясности, осознанности их постановки;
- 2) степени детализации и конкретизации представлений об их составляющих и взаимосвязях;
- 3) соотношению количественных и качественных факторов, отмечаемых в постановке проблемы.

В соответствии с этим выделяют три класса проблем:

- 1) *хорошо структурированные*, или количественно сформулированные;

2) *слабо структурированные*, или смешанные, содержащие количественные и качественные оценки;

3) *неструктурированные*, или качественные проблемы.

Для решения проблем первого класса существует хорошо развитый математический аппарат исследования операций. Для решения проблем второго класса нужны *системные методы*. Для решения проблем третьего класса применяются эвристические методы. Следовательно, системный анализ и применяется для того, чтобы сначала хотя бы слабо структурированную проблему превратить в хорошо структурированную, к решению которой можно приложить аппарат исследования операций и теорию оптимизации.

Под *научной проблемой* ученые понимают такой вопрос, ответ на который не содержится в накопленном обществом знании. Одним вопросом проблема никогда не исчерпывается. Она представляет собой целую систему, состоящую из центрального вопроса (того самого, который составляет существо проблемы и который часто отождествляется со всей проблемой) и некоторого количества других, вспомогательных вопросов, получение ответов на которые необходимо для ответа на основной вопрос.

Научная проблема возникает в условиях проблемной ситуации, когда складывается и осознается противоречие между знанием о потребностях людей в ходе их деятельности и незнанием средств, путей, способов удовлетворения (реализации) этих потребностей, которое в конечном счете упирается в незнание определенных закономерностей объективного мира. Проблемная ситуация возникает также как противоречие между существующими теориями и новыми фактами, нуждающимися в ином теоретическом истолковании, или же как выяснение внутренней логической противоречивости существующих теорий и т.д.

Важным для организации науки является вопрос о так называемых мнимых проблемах. Под последними понимаются проблемоподобные структуры, которые не являются проблемами, но либо ошибочно принимаются за них, либо выдаются за такие. В зависимости от характера возникновения все мнимые проблемы можно разделить на два класса.

1. *Экстранаучные мнимые проблемы*, причины которых находятся вне науки. В основе их возникновения — мировоззренческие, методологические, идеологические и прочие заблуждения.

2. *Интранаучные проблемы*, причины которых коренятся в самом познании, в его достижениях и трудностях. К ним относятся:

- «уже не проблемы», т.е. решенные, но принимаемые ошибочно за нерешенные;
- «еще не проблемы», которые возникают как следствие отрыва нашего мышления от реальных возможностей настолько, что оно не в состоянии ни в настоящем, ни в обозримом будущем указать средства актуализации и решения этих проблем;
- «никогда не проблемы», т.е. такие проблемоподобные структуры, для которых вообще не существует решения (например, создание вечного двигателя), иначе говоря, постановка которых противоречит всем фундаментальным принципам науки.

К появлению ложных проблем (проблемоподобных структур) приводит и отсутствие *системного мышления*.

## 2.2 Методология познания [«Спицнадель»]

Что такое метод и методология?

**Методология системного исследования** – это совокупность *системных методов и средств*, направленных на решение сложных и комплексных проблем.

*Системный метод* – это общий подход к решению какой-либо сложной проблемы объекта с учетом его целостности, способ достижения цели, определенным образом упорядоченную деятельность.

*Системным средством* называется совокупность принципов и понятий.

Методология научного познания изучает **методы** научного исследования. К ним относятся, во-первых, *исходные основы и принципы научного исследования* и, во-вторых, *приемы и способы эмпирического и теоретического исследования в науке*, опирающиеся на эти принципы.

Содержание методологии научного познания шире, чем содержание логики научного исследования. Последняя обычно понимается как учение лишь о логических методах научного исследования. Методология же научного познания *сверх того* изучает *исходные принципы познания, методы подготовки и проведения наблюдения и эксперимента, пути формирования и развития общих научных понятий* и т.д.

Для науки необходимы особые методы познания. Это *эксперимент, использование сложных приборов, математических абстракций и разнообразных методов логического мышления*, подчас с применением вычислительных машин, кибернетических устройств и т.п.

**Виды методологии и их создание.** Существуют три вида методологии:

- методология как наука о *всеобщем методе исследования*;
- методология как наука об *общенаучных методах исследования*;
- методология как наука о *частных, специальных методах познания*.

Если первые две методологии в основном разработаны в философии и имеют более чем двухтысячелетнюю историю, то третий вид методологии только делает заявку на право существования.

Ее разработка и исследование представляют наибольший интерес, так как единичных методов неизмеримо больше, чем общенаучных. Кроме того, они не только не изучены философией и частными науками, но и даже не систематизированы.

**Методы системного анализа.** Арсенал методов системного анализа весьма велик, и каждый из методов имеет свои достоинства и недостатки, а также область применения как по отношению к типу объекта, так и по отношению к этапу его исследования. Но в литературе отсутствует классификация этих методов, которая была бы принята единогласно всеми специалистами.

*Методы системного исследования* делятся на четыре группы: неформальные, графические, количественные и моделирования.

Также предлагают *четыре группы методов, но совсем другого содержания: экономико-статистические, экономико-математические, экономической кибернетики и теории принятия решений.* Их называют методами системного анализа в экономике.

*Анализ научно-технической литературы позволяет утверждать, что сегодня отсутствуют системные методы оценки.(АС:!!!!) Для оценки применяют самые разнообразные, но локальные методы: экономические, технические, социальные, политические. Наиболее распространенной является экономическая оценка по критерию эффективности.*

*Нельзя также признать правильным и утверждение многих специалистов о том, что политические и социальные факторы растворяются в экономической эффективности. Мы считаем, что каждый из этих факторов имеет относительно самостоятельное значение. Самостоятельность выражается в том, что, исходя из какого-либо фактора, наиболее важного в данное время, и конкретных условий, требование достижения максимальной экономической эффективности может быть нарушено. Например, в интересах обороны государства размещение некоторых предприятий и производств осуществляется в таких районах страны, которые по сравнению с другими обеспечивают меньший уровень производительности труда и экономической эффективности капитальных вложений. Системных методов оценки ТС, учитывающих все существенные факторы, сегодня нет!*

Сегодня оценка современных технических устройств и технологических процессов осуществляется по самым различным обобщенным показателям.

Какой же из них является наиболее объективным с точки зрения системной оценки?

Понятие *полезный*, по Ожегову, обозначает «приносящий пользу или пригодный для определенной цели». Это понятие конкретно не раскрывает совокупность всех существенных свойств и не может, по нашему мнению, выступать в качестве системной оценки ТС.

Слово *целесообразный* понимается как соответствующий поставленной цели (Ожегов С.И. Словарь русского языка. М.: Сов. энцикл., 1972). Но, во-первых, целей даже у одной ТС может быть много; во-вторых, не все цели могут быть сформулированы при системном исследовании; в-третьих, даже сформулированная цель в ряде случаев может быть необоснованной и не требует своего достижения на данном отрезке времени или в ближайшем будущем. Поэтому этот термин не является глобальным для системной оценки ТС.

*Производительность труда* — один из обобщающих показателей, характеризующих эффективность общественного производства. Этот показатель может быть в качестве критерия системной оценки (Уровень производительности общественного труда по народному хозяйству в целом определяется отношением объема произведенного национального дохода к среднесписочному количеству работников, занятых в отраслях материального производства).

*Совершенство* — полнота всех достоинств, высшая степень какого-нибудь качества. Это понятие наряду с производительностью труда (эффективностью производства) может быть рекомендовано для глобальной системной оценки современных ТС.

### 2.3 Принципы системного анализа

*Принцип* — это обобщенные опытные данные, это закон явлений, найденный из наблюдений. Поэтому их истинность связана только с фактом, а не с какими-либо домыслами. По своей структуре методы и принципы имеют общие черты и различия.

*Метод* — это не фактическая деятельность, а возможные ее альтернативные способы.

*Принцип* — это постоянно и последовательно применяемый метод.

Какие же основные принципы системного анализа могут лечь в основу теории оценки ТС?

**Принцип оптимальности.** «Задача заключается не в том, чтобы найти решение лучше существующего, а в том, чтобы найти самое лучшее решение из всех возможных» (Черчмен У. и др. Введение в исследование операции. М.: Наука, 1968). С точки зрения системного анализа в такой задаче наиболее интересным становится методологический аспект.

**Принцип эмерджентности.** (Эшби У. Росс. Введение в кибернетику. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1959). Данный принцип является развитием принципа оптимальности.

Этот сравнительно новый и малоизвестный принцип системного анализа выражает следующее важное свойство системы: *чем больше система и чем больше различие в размерах между частью и целым, тем выше вероятность того, что свойства целого могут сильно отличаться от свойств частей.* Данный принцип подчеркивает возможность *несовпадения локальных оптимумов* целей отдельных частей с *глобальным оптимумом цели системы.* Поэтому он указывает на необходимость в целях достижения глобальных результатов принимать решения и вести разработки по совершенствованию систем не только на основе данных анализа, но и их синтеза.

**Принцип системности** выступает как одна из граней диалектической философии, как конкретизация и развитие диалектического метода.

Принцип системности предполагает подход к новой технике как к комплексному объекту, представленному совокупностью взаимосвязанных частных элементов (функций), реализация которых обеспечивает достижение нужного эффекта, в минимальные сроки и при минимальных трудовых, финансовых и материальных затратах, с минимальным ущербом окружающей среды... Он предполагает исследование объекта, с одной стороны, как единого целого, а с другой стороны, как части более крупной системы, в которой анализируемый объект находится с остальными системами в определенных отношениях. Принцип системности охватывает все стороны объекта и предмета в пространстве и во времени!

**Принцип иерархии** [иерархия от гр. священная власть — порядок подчинения составных нижестоящих элементов и свойств вышестоящим по строго определенным ступеням (иерархическая лестница) и переход от низшего уровня к высшему] есть тип структурных отношений в сложных многоуровневых системах, характеризующихся упорядоченностью, организованностью взаимодействий между отдельными уровнями по вертикали. Необходимость иерархического построения сложных систем обусловлена тем, что управление в них связано с переработкой и использованием больших массивов информации, причем на нижележащих уровнях используется более детальная и конкретная информация, охватывающая лишь отдельные аспекты функционирования системы, а на более высокие уровни поступает обобщенная информация,

характеризующая условия функционирования всей системы, и принимаются решения относительно системы в целом.

**Принцип интеграции** (интеграция — от лат. *целостность*, объединение в целое каких-либо частей или свойств, восстановление) направлен на изучение интегративных свойств и закономерностей. А интегративные свойства появляются в результате совмещения элементов до целого, совмещения функций во времени и в пространстве!

**Принцип формализации** (формальный — относящийся к форме, в противоположность сущности, т. е. несущественный) нацелен на получение *количественных и комплексных характеристик*.

Эти классические принципы системного анализа, носящие прежде всего философский характер, постоянно развиваются, причем в разных направлениях.

### **Вопросы к экзамену (зачету)**

1. Сущность логики и ее задача.
2. Охарактеризуйте проблемы по степени их структуризации.
3. Что такое научная проблема и как она возникает?
4. Охарактеризуйте мнимые проблемы.
5. Раскройте содержание методологии системного анализа.
6. Какие Вы знаете виды методологии?
7. Методы системного анализа: виды.
8. Методы системного анализа в экономике.
9. Обобщенные показатели оценки современных технических устройств.
10. Что такое принцип, как он соотносится с понятием «метод»?
11. Охарактеризуйте принципы оптимальности и интеграции системного анализа.
12. Охарактеризуйте принципы эмерджентности и системности.
13. Охарактеризуйте принципы иерархии и формализации.



### 3 Организация системного анализа производственных систем на практике

#### 3.1. Рабочие этапы реализации системного анализа

Первоначально целесообразно установить принципиальную последовательность этапов системного анализа. В таблице 3.1 представлены этапы системного анализа.

Этапы	Научные инструменты
<i>I. Анализ проблемы</i>	
1. Обнаружение проблемы 2. Точное формулирование проблемы. 3. Анализ развития проблемы (в прошлом и в будущем). 4. Определение внешних связей проблемы (с другими проблемами). 5. Выявление принципиальной разрешимости проблемы	Методы: сценариев, диагностический, деревья целей, экономического анализа кибернетические модели
<i>II. Определение системы</i>	
1. Специфика задачи. 2. Определение позиции наблюдателя. 3. Определение объекта. 4. Выделение элементов (определение границ разбиения системы). 5. Определение подсистем. 6. Определение среды	Методы: матричные, кибернетические модели
<i>III. Анализ структуры системы</i>	
1. Определение уровней иерархии. 2. Определение аспектов и языков. 3. Определение процессов функций. 4. Определение и спецификация процессов управления и каналов информации. 5. Спецификация подсистем. 6. Спецификация процессов, функций текущей деятельности (рутинных) и развития (целевых)	Методы: диагностические, матричные, сетевые, морфологические, кибернетические модели
<i>IV. Формулирование общей цели и критерия системы</i>	
1. Определение целей, требований надсистемы. 2. Определение целей и ограничений среды. 3. Формулирование общей цели. 4. Определение критерия. 5. Декомпозиция целей и критериев по подсистемам. 6. Композиция общего критерия из критериев подсистем	Методы: экспертных оценок («Дельфи»), деревья целей, экономического анализа, морфологический, кибернетические модели, нормативные операционные модели (оптимизационные, игровые, имитационные).
<i>V. Декомпозиция цели, выявление потребностей в ресурсах и процессах</i>	
1. Формулирование целей — верхнего ранга. 2. Формулирование целей — текущих процессов. 3. Формулирование целей — эффективности. 4. Формулирование целей — развития. 5. Формулирование внешних целей и ограничений. 6. Выявление потребностей в ресурсах и процессах	Методы: деревья целей, сетевые, описательные модели, моделирования
<i>VI. Выявление ресурсов и процессов, композиция целей</i>	

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка существующих технологии и мощностей.</li> <li>2. Оценка современного состояния ресурсов.</li> <li>3. Оценка реализуемых и запланированных проектов.</li> <li>4. Оценка возможностей взаимодействия с другими системами.</li> <li>5. Оценка социальных факторов.</li> <li>6. Композиция целей</li> </ol>	<p>Методы: экспертных оценок («Дельфи»), деревьев целей, экономического анализа</p>
<i>VII. Прогноз и анализ будущих условий</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ устойчивых тенденций развития системы.</li> <li>2. Прогноз развития и изменения среды.</li> <li>3. Предсказание появления новых факторов, оказывающих сильное влияние на развитие системы.</li> <li>4. Анализ ресурсов будущего.</li> <li>5. Комплексный анализ взаимодействия факторов будущего развития.</li> <li>6. Анализ возможных сдвигов целей и критериев</li> </ol>	<p>Методы: сценариев, экспертных оценок («Дельфи»), деревьев целей, сетевые, экономического анализа, статистический, описательные модели</p>
<i>VIII. Оценка целей и средств</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вычисление оценок по критерию.</li> <li>2. Оценка взаимозависимости целей.</li> <li>3. Оценка относительной важности целей.</li> <li>4. Оценка дефицитности и стоимости ресурсов.</li> <li>5. Оценка влияния внешних факторов,</li> <li>6. Вычисление комплексных расчетных оценок</li> </ol>	<p>Методы: экспертных оценок («Дельфи»), экономического анализа, морфологический метод</p>
<i>IX. Отбор вариантов</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ целей на совместимость и входимость.</li> <li>2. Проверка целей на полноту.</li> <li>3. Отсечение избыточных целей.</li> <li>4. Планирование вариантов достижения отдельных целей.</li> <li>5. Оценка и сравнение вариантов.</li> <li>6. Совмещение комплекса взаимосвязанных вариантов</li> </ol>	<p>Методы: деревьев целей, матричные, экономического анализа, морфологический</p>
<i>X. Диагноз существующей системы</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Моделирование технологического и экономического процессов.</li> <li>2. Расчет потенциальной и фактической мощностей.</li> <li>3. Анализ потерь мощности.</li> <li>4. Выявление недостатков организации производства и управления.</li> <li>5. Выявление и анализ мероприятий по совершенствованию организации</li> </ol>	<p>Методы: диагностические, матричные, экономического анализа, кибернетические модели</p>
<i>XI. Построение комплексной программы развития</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формулирование мероприятий, проектов и программ.</li> <li>2. Определение очередности целей и мероприятий по их достижению.</li> </ol>	<p>Методы: матричные, сетевые, экономического анализа, описательные модели, нормативные операционные модели</p>

<p>3. Распределение сфер деятельности. 4. Распределение сфер компетенции. 5. Разработка комплексного плана мероприятий в рамках ограничений по ресурсам во времени. 6. Распределение по ответственным организациям, руководителям и исполнителям</p>	
<p><i>XII. Проектирование организации для достижения целей</i></p>	
<p>1. Назначение целей организации. 2. Формулирование функций организации. 3. Проектирование организационной структуры. 4. Проектирование информационных механизмов. 5. Проектирование режимов работы. 6. Проектирование механизмов материального и морального стимулирования</p>	<p>Методы: диагностические, деревья целей, матричные, сетевые методы, кибернетические модели</p>
<p><b>Примечание.</b> <i>Неформальные методы:</i> метод сценариев, метод экспертных оценок («Дельфи»), диагностические методы; <i>графические методы:</i> метод деревьев целей, матричные методы, сетевые методы; <i>количественные методы:</i> методы экономического анализа, морфологические методы, статистические методы; <i>методы моделирования:</i> кибернетические модели, описательные модели, нормативные операционные модели (оптимизационные, имитационные, игровые).</p>	

Комментарии ко всем 12 этапам системного анализа.

- I. Вопрос о том, существует ли проблема, имеет первостепенное значение, поскольку приложение огромных усилий к решению несуществующих проблем отнюдь не исключение, а весьма типичный случай. Надуманные проблемы маскируют актуальные проблемы. Правильное и точное формулирование проблемы является первым и необходимым этапом системного исследования и, как известно, может быть равносильно половине решения проблемы.
- II. Чтобы построить систему, проблему надо разложить на комплекс четко сформулированных задач. При этом в случае БС (больших систем) задачи образуют иерархию, в случае СС (сложных систем) — спектр, т.е. над одним объектом будут решаться совершенно различные задачи на разных языках. Позиция наблюдателя определяет критерий решения проблемы. В некоторых случаях определение объекта составляет наибольшую трудность для исследователя (так же как и определение народнохозяйственной системы и среды).
- III. Произвол в выделении подсистем и реализуемых в них процессов неизбежно обрекает СИ (системные исследования) на неудачу. Выявление целей и процессов развития требует не только строгости логического мышления, но и умения найти контакт с работниками управления.
- IV. Формировать общие цели организации и особенно конструировать критерий эффективности системы никоим образом нельзя, основываясь лишь на общественное мнение. Оно представляет собой сложную логическую процедуру в рамках понятий ОТС (общей теории систем), требующую, однако, тонкого знания специфики экономики и технологии исследования объекта.

- V. В БС и СС цель системы настолько отдалена от конкретных средств их достижения, что выбор решения требует большой трудоемкости по увязке цели со средствами ее реализации путем декомпозиции целей. Это важная работа является центральной в СА (системный анализ). Она породила метод дерева целей, который является главным, если не единственным достижением СА.
- VI. В системах непродуцированных (образование, здравоохранение и пр.) выразить явным образом цель и критерий эффективности развития логически не удастся. Здесь неприемлем анализ «от естественных потребностей человека» в связи с их непрерывным развитием и изменением. Надо идти традиционным путем от анализа существующего положения, достигнутого уровня и последовательного прогноза.
- VII. СА, как правило, имеет дело с перспективой развития. Поэтому максимальный интерес представляет любая информация о будущем — ситуациях, ресурсах, открытиях и изобретениях. Поэтому прогнозирование есть важнейшая и сложнейшая часть СА.
- VIII. Целый ряд социальных, политических, моральных, эстетических и других факторов, которые нельзя не принимать во внимание в СА (они иногда решающие) не исчисляются количественно. Единственный способ их учета — это получение субъективных оценок экспертов. Поскольку СА, как правило, имеет дело с неструктурированными или слабо структурированными, т.е. лишенными количественных оценок, то получение оценок специалистов и их обработка представляются необходимым этапом СА большинства проблем.
- IX. Несоответствие потребностей и средств удовлетворения составляют закон и важнейший стимул социально-экономического развития. Поскольку понятия цели и средств их достижения неотделимы, то центральным моментом принятия решений в СА является усечение целей — отсечение тех целей, которые признаны малозначимыми или не имеющими средств для достижения, и отбор конкретных... В СИ «инженерного» типа отбор альтернатив считается самой важной, если не единственной задачей СА!
- X. Проблемы народнохозяйственного управления, решаемые методами СА, возникают в реально существующих органах управления. Задачей СА большей частью является не создание нового органа управления, а усовершенствование существующих. Поэтому возникает необходимость в диагностическом анализе органов управления, направленном на выявление их возможностей, недостатков и т.д. Новая система будет эффективно внедряться в том случае, если она облегчает работу органа управления.
- XI. Результаты СА получаются в рамках системных понятий. Для практического планирования они должны быть переведены на язык социально-экономических категорий. В результате решения задач СА крупных народнохозяйственных проблем создаются комплексные программы развития.
- XII. СА имеет ряд специфических методов и приемов проектирования эффективных органов управления, ориентированных на цель, т.е. создание и использование определенной системы в народном хозяйстве.

### 3.2 Инструменты системной методологии

К числу собственных инструментальных достижений системной методологии относятся методы сценариев, получения и анализа экспертных оценок («Дельфи») и методы построения и анализа деревьев целей. Тесно связаны с развитием СА также и диагностические методы. Рассмотрим их более подробно.

*Сценарий* (в прогнозировании) — преимущественно качественное описание возможных вариантов развития исследуемого объекта при различных сочетаниях определенных (заранее выделенных) условий. Он не предназначен для «предсказания» будущего, а лишь в развернутой форме показывает возможные варианты развития событий для их дальнейшего анализа и выбора наиболее реальных и благоприятных.

*Метод сценариев* является средством первичного упорядочения проблемы, получения и сбора информации о взаимосвязях решаемой проблемы с другими и о возможных и вероятных направлениях будущего развития. Группа квалифицированных профессионалов составляет план сценария, где стремится наметить области науки, техники, экономики и пр., которые не должны быть упущены из внимания при постановке и решении проблемы. Различные разделы сценария обычно пишутся разными группами людей, где разворачивается вероятный ход событий во времени. Использование разных профессионалов позволяет проследить его ветвление, взаимосвязи с другими проблемами и т.д. Сценарии могут быть использованы на разных этапах СА, когда требуется собрать и упорядочить весьма разнородную информацию. Но главной областью применения являются этапы I (анализ проблемы) и VII (прогноз и анализ будущих условий).

*Метод «Дельфи»*, в отличие от метода сценариев, предполагает предварительное ознакомление экспертов с ситуацией с помощью какой-либо модели.

В СА основной формой модели, которая подлежит усовершенствованию и насыщению информацией с помощью экспертных оценок, является *дерево целей*. Специалистам предлагается оценить структуру модели в целом и дать предложение о включении в нее неучтенных связей. При этом используется анкетный метод. Результаты каждого опроса доводятся вновь до сведения всех экспертов, что позволяет им далее корректировать свои суждения на основе вновь полученной информации. Метод Дельфи представляется самым надежным средством получения данных (особенно это относится к информации о будущем!).

*Дерево целей* (ДЦ) представляет собой связной граф, вершины которого интерпретируются как цели, а ребра или дуги — как связи между ними. Это главный инструмент увязки целей верхнего уровня с конкретными средствами их достижения на низшем уровне.

В программно-целевом планировании (когда цели плана связываются с ресурсами с помощью программ) ДЦ выступает как схема, показывающая членение общих (генеральных) целей народнохозяйственного плана или программы на подцели, последних — на подцели следующего уровня и т.д.).

Представление целей начинается с верхнего уровня, дальше они последовательно разукрупняются. При этом основным правилом разукрупнения целей является полнота: каждая цель верхнего уровня должна быть представлена в виде подцелей следующего уровня исчерпывающим образом, т.е. так, чтобы объединение понятий подцелей полностью определяло понятие исходной цели. На схеме 3.1 представлен фрагмент примерного ДЦ долгосрочного народнохозяйственного плана.

*Диагностические методы* представляют собой хорошо отработанные приемы массового обследования предприятий и органов управления в целях усовершенствования форм и методов их работы. В СССР (а сейчас и в РФ) имелся целый ряд методик и инструкций по осуществлению диагностического обследования (например: Экономические и математические методы. 1969. № 6). О диагностических методах существуют разные мнения: одни рассматривают их как самостоятельные методы, другие — как методы СА. Однако эти разграничения не имеют особого значения.

*Матричные формы* представления и анализа информации не являются специфическим инструментом СА, однако широко применяются на различных этапах его в качестве вспомогательного средства. Матрица — не только чрезвычайно наглядная форма представления информации, но и форма, раскрывающая внутренние связи между элементами, помогающая выяснить и проанализировать ненаблюдаемые части структуры. Пример использования свойств матрицы — периодическая система Д.И. Менделеева.

### 3.3 Моделирование развития производственных систем с учетом теории циклов

Понятие *цикл* несет в себе несколько смысловых нагрузок, а именно, оно отражает:

- во-первых, *законченность* определенного процесса предполагаемым, планируемым результатом;
- во-вторых, *диахронность развития*, т.е. повторяемость определенных процессов развития;
- в-третьих, наличие передачи *системогенетической информации*, «памяти» системы от одного поколения результатов к другому;
- в-четвертых, *замкнутость*, упорядоченности составных частей процесса, стадий.

*Цикличность развития системы* является отражением закона системного времени (Субетто А.И. Методология и типология управления качеством объектов, создаваемых человеком. Л., 1978; Деп. Во ВНИИИС Госстроя СССР. Рег. № 1304. М., 1979), определяет масштабность системного «собственного» времени соответствующих систем. Под *теорией циклов* будем понимать *системную теорию, исследующую закономерности в формировании структуры циклов в процессах «жизни» различного типа систем живой и неживой природы.*

Так, Л. фон Берталанфи, один из первых, говорит о теории жизненных циклов в развитии отдельных областей культуры (Берталанфи Л. фон. Общая теория систем — критический обзор // Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969. С. 23—82); в экономике — понятие инвестиционного цикла (Зотов М.С. Финансово-кредитный механизм и эффективность капитальных вложений // Методы и практика определения эффективности капитальных вложений и новой техники. М.: Наука, 1978. Вып. 29. С. 25—46), межремонтного цикла (Ример М.И., Шапиро Е.А., Савранская Л.М. Экономические вопросы повышения эффективности использования амортизационного фонда, предназначенного для капитального ремонта // Методы и практика определения эффективности капитальных вложений и новой техники. М.: Наука, 1979. Вып. 10. С. 31—45); в экономике, прогнозировании, технике — понятие жизненного цикла изделий, систем (Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. М.: Прогресс, 1974. 586 с.); в науковедении — понятие цикла научные исследования — производство, цикла технологических нововведений (Комков П.И. Модель управления научными исследованиями и разработками. М.: Наука, 1978; Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. М.: Прогресс, 1974. 586 с.).

*Цикл* есть повторяющийся законченный замкнутый процесс, переводящий цель, замысел, потребность в определенный результат, продукцию, предмет (объект) потребности (Субетто А.И. Системогенетика и теория циклов. СПб.: ИЦПКПС, 1994. Ч. 2).

*Время (длительность) цикла  $T$*  — характеристика, определяющая временную масштабность цикла.

Развитие производственных систем осуществляется тоже по циклам. Деятельность производственных систем связана непосредственно с продуктом производства, т.е. с тем, что является результатом производства. Жизненный цикл изделия или как часто называют его жизненный цикл продукта (ЖЦП) состоит из следующих фаз:

- Формирование идеи продукта(замысел новой системы);
- НИР (научно-исследовательские работы);
- ОКР (опытно-конструкторские работы);
- Производство продукта
- Эксплуатация продукта
- Прекращение производства и снятие с эксплуатации

Часто такую систему называют ЭЦЖМиТ (экономический цикл жизни маши и технологий).

Применительно к техническим системам цикл состоит из следующих аналогичных фаз:

- Формулировка концепции (замысел новой системы).
- Проектирование.
- Освоение.
- Эксплуатация.
- Модернизация.
- Ликвидация.

Как видно все системы (технические, производственные) рассматривается в аналогии с жизнью и деятельностью биологического существа. Это является неотъемлемым элементом системного подхода и анализа деятельности, независимо от объекта исследования.

### **Вопросы к экзамену (зачету)**

1. Перечислите 12 этапов организации системного анализа на предприятии.
2. Охарактеризуйте графические методы: метод деревьев целей, матричные методы, сетевые методы.
3. Охарактеризуйте неформальные методы: метод сценариев, метод экспертных оценок («Дельфи»).
4. Охарактеризуйте количественные методы: методы экономического анализа, морфологические методы, статистические методы.
5. Охарактеризуйте методы моделирования: кибернетические модели, описательные модели, нормативные операционные модели (оптимизационные, имитационные, игровые).
6. В чем заключается смысловая нагрузка понятия «цикл»?
7. Что подразумевается под теорией циклов?
8. Охарактеризуйте циклическое развитие производственных систем?

## 4 Анализ эффективности производственных систем

### 4.1 Критерии и показатели эффективности производственных систем

Анализ и оценка существующей производственной системы – является центральным. Именно здесь формируются данные, показывающие *эффективность деятельности предприятия в целом*, его подсистем, звеньев, элементов. Предполагается, что модели, производственных систем (Производственно-технологические модели. Энергетические модели производства. Организационно-управленческие модели производственных систем. Экономические модели производственных систем. Логистические модели предприятий. Экологические модели. Информационные модели производственных систем. Динамическая модель оптимального функционирования производственной системы), содержат все необходимые для этого показатели и измерители. В сущности, речь идет об *оценке и анализе эффективности исследуемой производственной системы* [«Шимко»], [«Минко1»]. Каждый элемент, звено каждой модели должны получить свои количественные оценки. Деятельность аналитиков на этом этапе основана на *использовании принципов и методов системного анализа вообще и методов системного анализа в экономике*, включающего в себя экономико-статистический, экономико-математический анализ, а также экономическую кибернетику и теорию принятия решений.

Для анализа эффективности экономических систем применяются обобщающие и частные показатели, позволяющие лучше представить ту или иную сторону производственно-хозяйственной деятельности (табл. 1, 2). Проблема обоснования и выбора управленческих решений заключается в том, что улучшение свойств одних ресурсов ведет к ухудшению показателей других и в том, что для роста эффективности в будущем может потребоваться некоторое снижение этой эффективности в настоящем. Последнее противоречие свойственно процессам создания и использования инноваций. Одновременное определение многих показателей помогает выявить все аспекты и факторы, при воздействии на которые можно повысить эффективность производственной системы в целом.

Обобщающие показатели представлены в таблице 1 [«Минко1»].



Таблица 1

**Обобщающие показатели эффективности**

Наименование показателя	Формула для расчета
1. Рентабельность основных и оборотных производственных фондов*	$\frac{\text{Прибыль от производства и реализации продукции}}{\text{Средняя стоимость основных производственных фондов} + \text{Средняя величина оборотных средств}}$
2. Себестоимость в расчете на один рубль продукции	$\frac{\text{Себестоимость реализованной продукции}}{\text{Объем продаж}}$
3. Рентабельность продукции	$\frac{\text{Прибыль от реализации продукции}}{\text{Себестоимость реализованной продукции}}$

Окончание табл. 1

Наименование показателя	Формула для расчета
4. Рентабельность продаж	$\frac{\text{Прибыль от реализации продукции}}{\text{Объем продаж}}$
5. Показатель оборачиваемости всех активов	$\frac{\text{Чистая выручка от реализации}}{\text{Сумма всех активов}}$
6. Норма прибыли (рентабельность) всего капитала	$\frac{\text{Объем продаж и другие доходы} - \text{затраты}}{\text{Собственный и заемный капитал}}$

\* Рентабельность выражается либо в процентах, либо в рублях (копейках) на рубль, либо в долях единицы (как в приводимых выше формулах).

Частные показатели эффективности представлены в таблице 2 [«Минко1»].

Таблица 2

**Частные показатели эффективности**

Частные показатели эффективности	
Материалоемкость продукции	$\frac{\text{Материальные затраты}}{\text{Объем продаж}}$
Производительность труда	$\frac{\text{Объем продаж}}{\text{Численность персонала}}$
Производительность труда по добавленной стоимости	$\frac{\text{Объем продаж} - \text{материальные затраты}}{\text{Численность персонала (затраты труда)}}$
Трудоемкость продукции	$\frac{\text{Величина затрат труда}}{\text{Объем продаж (объем продукции)}}$
Фондоемкость продукции	$\frac{\text{Стоимость основных производственных фондов}}{\text{Объем продаж}}$
Фондоотдача	$\frac{\text{Объем продаж}}{\text{Стоимость основных производственных фондов}}$
Оборачиваемость оборотных средств	$\frac{\text{Объем продаж}}{\text{Средняя за период величина оборотных средств}}$

Окончание табл. 2

Частные показатели эффективности	
Показатели эффективности использования финансов предприятия	
Коэффициент абсолютной ликвидности I	<u>Деньги в кассе и на счетах в банке</u> Краткосрочные обязательства предприятия
Коэффициент ликвидности II	<u>Деньги в кассе и на + легко реализуемые счетах в банке ценные бумаги</u> Краткосрочные обязательства предприятия
Текущий коэффициент покрытия	<u>Текущие активы</u> Краткосрочные обязательства
Доля заемных средств	<u>Общая сумма обязательств</u> Общая сумма активов
Доля долгосрочной задолженности в капитале	<u>Долгосрочные долговые обязательства</u> Собственный капитал
Рентабельность собственного капитала	<u>Прибыль после выплаты процентов и налогов</u> Собственный капитал

Частные технические показатели	
Коэффициент использования производственной мощности	<u>Объем выпуска продукции</u> Производительная мощность
Коэффициент использования основного оборудования	Средняя действительная <u>производительность единицы оборудования</u> Средняя паспортная производительность единицы оборудования
Коэффициент загрузки оборудования во времени	<u>Действительное время работы оборудования</u> Максимально возможное время работы оборудования
Коэффициент использования основного сырья (коэффициент выхода продукции из единицы сырья)	Количество натуральных <u>единиц сырья в готовой продукции</u> Количество потребленного сырья
Энергоемкость продукции	<u>Количество потребленной энергии</u> Объем производства продукции
Коэффициент использования рабочего времени рабочих	Среднее действительное <u>число часов работы одного рабочего в год</u> Среднее календарное число часов работы одного рабочего в год

На этапе анализа и оценки помимо перечисленных решается ряд важных задач, от решения которых зависят результаты, на которых будут основаны управленческие действия. К таким задачам относятся:

- определение критерия (критериев) оценки эффективности системы и ее составляющих (они могут быть финансовыми, социальными, производственными, маркетинговыми и иными);
- определение совокупности оценочных показателей, соответствующих нужным критериям;
- выбор базовых (эталонных) уровней значений оценочных показателей (лучшие мировые достижения, уровень сильнейшего конкурента, норматив или средний отраслевой уровень, плановое задание, норматив или ограничение и др.);
- разработка методик (алгоритмов) оценок каждого из показателей (расчеты или нахождение с помощью экспертов);
- формирование системы сведения множества частных оценок к обобщающим; обоснование весовых коэффициентов для достижения соизмеримости обобщаемых частных оценок.

Анализ и оценка могут считаться результативными, если в итоге появятся количественные данные о размерах недоиспользованных возможностей улучшения главного показателя и каждого из частных.

#### 4.2 Методы факторного анализа эффективности производственных систем [«Факторный анализ»]

Факторы – это условия хозяйственных процессов и причины, влияющие на них. Факторный анализ – это методика комплексного системного изучения и измерения воздействия факторов на величину результативного показателя.

Все явления и процессы хозяйственной деятельности предприятий находятся во **взаимосвязи**, взаимозависимости и взаимообусловленности. Одни из них **непосредственно** связаны между собой, другие — **косвенно**. Например, на величину прибыли от основной деятельности предприятия непосредственное влияние оказывают такие факторы, как объем и структура продаж, отпускные цены и себестоимость продукции. Все другие факторы воздействуют на этот показатель косвенно. Каждое явление можно рассматривать и как причину, и как результат. Например, производительность труда можно рассматривать, с одной стороны, как причину изменения объема производства продукции, уровня ее себестоимости, а с другой — как результат изменения степени механизации и автоматизации производства, усовершенствования организации труда и т.д. Если тот или иной показатель рассматривается как следствие, как результат действия одной или нескольких причин и выступает в качестве объекта исследования, то при изучении взаимосвязей его называют результативным показателем. Показатели, определяющие поведение результативного признака, называются факторными.

Каждый результативный показатель зависит от многочисленных и разнообразных факторов. Чем детальнее исследуется влияние факторов на величину результативного показателя, тем точнее результаты анализа и оценка качества труда предприятий. Отсюда важным методологическим вопросом в анализе хозяйственной деятельности является изучение и измерение влияния факторов на величину исследуемых экономических показателей. Без глубокого и всестороннего изучения факторов нельзя сделать

обоснованные выводы о результатах деятельности, выявить резервы производства обосновать планы и управленческие решения, прогнозировать результаты деятельности, оценивать их чувствительность к изменению внутренних и внешних факторов.

**Под факторным анализом** понимают методику комплексного и системного изучения и измерения воздействия факторов на величину результативных показателей.

Различают следующие **типы факторного анализа**:

- детерминированный (функциональный) и стохастический (вероятностный);
- прямой (дедуктивный) и обратный (индуктивный);
- одноступенчатый и многоступенчатый;
- статический и динамический;
- ретроспективный и перспективный (прогнозный).

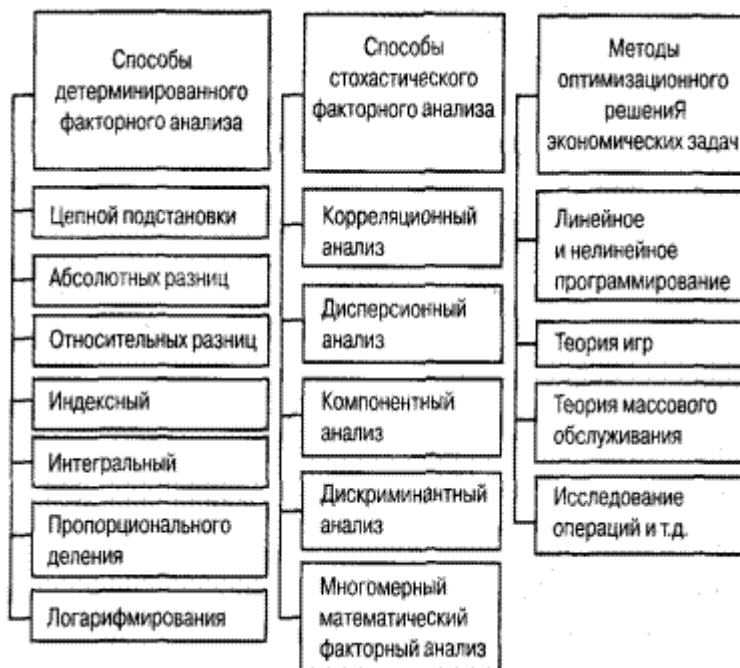
1. По характеру взаимосвязи между показателями различают методы *детерминированного и стохастического факторного анализа*. Детерминированный факторный анализ представляет собой методику исследования влияния факторов, связь которых с результативным показателем носит функциональный характер, т.е. результативный показатель может быть представлен в виде произведения, частного или алгебраической суммы факторов. Стохастический факторный анализ исследует влияние факторов, связь которых с результативным показателем в отличие от функциональной является неполной, вероятностной (корреляционной). Если при функциональной (полной) зависимости с изменением аргумента всегда происходит соответствующее изменение функции, то при стохастической связи изменение аргумента может дать несколько значений прироста функции в зависимости от сочетания других факторов, определяющих данный показатель. К примеру, производительность труда при одном и том же уровне фондовооруженности может быть неодинаковой на разных предприятиях. Это зависит от оптимальности сочетания всех факторов, формирующих этот показатель.
2. При прямом *факторном анализе* исследование ведется дедуктивным способом — от общего к частному. Обратный *факторный анализ* осуществляет исследование причинно-следственных связей способом логической индукции — от частных, отдельных факторов к обобщающим. Он позволяет оценить степень чувствительности результатов деятельности к изменению исследуемого фактора.
3. Факторный анализ может быть одноступенчатым и многоступенчатым. Одноступенчатый используется для исследования факторов только одного уровня (одной ступени) подчинения без их детализации на составные части. Например,  $y = a \cdot b$ . При многоступенчатом факторном анализе проводится детализация факторов  $a$  и  $b$  на составные элементы с целью изучения их сущности. Детализация факторов может быть продолжена. В данном случае изучается влияние факторов различных уровней соподчиненности.
4. Необходимо различать также статический и динамический факторный анализ. Первый вид применяется при изучении влияния факторов на результативные показатели на соответствующую дату. Другой вид представляет собой методику исследования причинно-следственных связей в динамике.

5. Факторный анализ может быть ретроспективным, который изучает причины изменения результатов хозяйственной деятельности за прошлые периоды, и перспективным, который исследует поведение факторов и результативных показателей в перспективе.

### Основные задачи факторного анализа

1. Отбор факторов для анализа исследуемых показателей.
2. Классификация и систематизация их с целью обеспечения системного подхода.
3. Моделирование взаимосвязей между результативными и факторными показателями.
4. Расчет влияния факторов и оценка роли каждого из них в изменении величины результативного показателя.
5. Работа с факторной моделью (ее практическое использование для управления экономическими процессами).

Для изучения влияния факторов на результаты хозяйствования и подсчета резервов в анализе применяются *способы детерминированного и стохастического факторного анализа, методы оптимизационного решения экономических задач* (см. рисунок).



Определение величины влияния отдельных факторов на прирост результативных показателей является одной из важнейших методологических задач в АХД. В детерминированном анализе для этого используются следующие способы: цепной подстановки, абсолютных разниц, относительных разниц, индексный, интегральный, пропорционального деления, логарифмирования, балансый и др.

Основные свойства детерминированного подхода к анализу:

- построение детерминированной модели путем логического анализа;
- наличие полной (жесткой) связи между показателями;

- невозможность разделения результатов влияния одновременно действующих факторов, которые не поддаются объединению в одной модели;
- изучение взаимосвязей в краткосрочном периоде.

Рассмотрим возможность использования основных методов детерминированного анализа, обобщив вышеизложенное в виде матрицы:

### Матрица применения способов детерминированного факторного анализа

Способы	Факторные модели			
	Мультипликативные	Аддитивные	Кратные	Смешанные
Цепной подстановки	+	+	+	+
Абсолютных разниц	+	-	+	-
Относительных разниц	+	-	-	$y = a \cdot (b-c)$
Интегральный	+	-	+	$y = a/\sum b_i$

Обозначения: + используется;

- не используется

Различают четыре типа детерминированных моделей:

*Аддитивные модели* представляют собой алгебраическую сумму показателей и имеют вид:

$$Y = \sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n$$

К таким моделям, например, относятся показатели себестоимости во взаимосвязи с элементами затрат на производство и со статьями затрат; показатель объема производства товаров в его взаимосвязи с объемом выпуска отдельных изделий или объема выпуска в отдельных подразделениях.

*Мультипликативные* – это последовательное расчленение факторов исходной системы на факторы-сомножители. Модели в обобщенном виде могут быть представлены формулой:

$$Y = \prod_{i=1}^n x_i = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$$

Примером мультипликативной модели является двухфакторная модель валового выпуска продукции:

$$ВП = ЧР * СВ$$

где *ЧР* – среднесписочная численность работников;

*СВ* - среднегодовая выработка на одного работника.

*Кратные модели:*

$$y = x1 / x2.$$

Примером кратной модели служит показатель срока оборачиваемости товаров (*ТОБ.Т*) (в днях):

$$ТОБ.Т = 3Т / ОР ,$$

где *3Т* - средний запас товаров;

*ОР* - однодневный объем продаж.

*Смешанные модели* представляют собой комбинацию перечисленных выше моделей и могут быть описаны с помощью специальных выражений:

$$Y = (a + b) \times c; \quad Y = \frac{\prod_{i=1}^n x_i}{\sum_{j=1}^m x_j}; \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\prod_{j=1}^m x_j}; \quad Y = \frac{\prod_{i=1}^n x_i}{\prod_{j=1}^m x_j}.$$

Примерами таких моделей служат показатели затрат на 1 руб. произведенной продукции, показатели рентабельности и др.

**1.** Наиболее универсальным из способов детерминированного анализа является способ цепной подстановки.

Он используется для расчета влияния факторов во всех типах детерминированных факторных моделей: аддитивных, мультипликативных, кратных и смешанных (комбинированных). Данный способ основан на элиминировании.

Элиминирование — это процесс поэтапного исключения воздействия всех факторов на величину результативного показателя, кроме одного. При этом исходя из того, что все факторы изменяются независимо друг от друга, т.е. сначала изменяется один фактор, а все остальные остаются без изменения. Потом изменяются два при неизменности остальных и т.д.

Этот способ позволяет определить влияние отдельных факторов на изменение величины результативного показателя. Сущность этого приема состоит в том, чтобы из всех действующих факторов выделить основные, имеющие решающее влияние на изменение показателя. С этой целью определяют ряд условных значений результативного показателя, которые учитывают изменение одного, затем двух, трех и последующих факторов, допуская, что остальные не меняются. Это означает, что в расчетах последовательно заменяют частные плановые показатели отчетными, полученные результаты сравнивают с имеющимися предыдущими данными. Сравнение значений результативного показателя до и после изменения уровня того или другого фактора позволяет элиминировать влияние всех факторов, кроме одного, и определить воздействие последнего на прирост результативного показателя.

При использовании способа цепных подстановок большое значение имеет последовательность подстановок: в первую очередь нужно учитывать изменение количественных, а затем качественных показателей. Применение обратной последовательности расчетов не дает правильной характеристики влияния факторов.

Таким образом, применение способа цепной подстановки требует знания взаимосвязи факторов, их соподчиненности, умения правильно их классифицировать и систематизировать.



В общем виде применение способа цепных постановок можно описать следующим образом:

$$y_0 = a_0 \cdot b_0 \cdot c_0 ;$$

$$y_a = a_1 \cdot b_0 \cdot c_0 ;$$

$$y_b = a_1 \cdot b_1 \cdot c_0 ;$$

$$y_1 = a_1 \cdot b_1 \cdot c_1 ;$$

где  $a_0, b_0, c_0$  - базисные значения факторов, оказывающих влияние на обобщающий показатель  $y$ ;

$a_1, b_1, c_1$  - фактические значения факторов;

$y_a, y_b,$  - промежуточные значения результирующего показателя, связанного с изменением факторов **a** и **b**, соответственно.

Общее изменение  $\Delta y = y_1 - y_0$  складывается из суммы изменений результирующего показателя за счет изменения каждого фактора при фиксированных значениях остальных факторов. Т.е. сумма влияния отдельных факторов должна равняться общему приросту результирующего показателя.

$$\Delta y = \Delta y_a + \Delta y_b + \Delta y_c = y_1 - y_0$$

$$\Delta y_a = y_a - y_0 ;$$

$$\Delta y_b = y_b - y_a ;$$

$$\Delta y_c = y_1 - y_b .$$

Преимущества данного способа: универсальность применения, простота расчетов.

Недостаток метода состоит в том, что, в зависимости от выбранного порядка замены факторов, результаты факторного разложения имеют разные значения.

2. Способ абсолютных разниц является модификацией способа цепной подстановки.

Способ абсолютных разниц применяется для расчета влияния факторов на прирост результирующего показателя в детерминированном анализе, но только в мультипликативных моделях ( $Y = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdots x_n$ ) и моделях мультипликативно-аддитивного типа:  $Y = (a - b) \cdot c$  и  $Y = a \cdot (b - c)$ . И хотя его использование ограничено, но благодаря своей простоте он получил широкое применение в АХД.

Суть метода способа – величина влияния факторов рассчитывается путем умножения абсолютного прироста значения исследуемого фактора на базовую (плановую) величину факторов, которые находятся справа от него, и на фактическую величину факторов, расположенных в модели слева от него.

$$y_0 = a_0 \cdot b_0 \cdot c_0$$

$$\Delta y_a = \Delta a \cdot b_0 \cdot c_0$$

$$\Delta y_b = a_1 \cdot \Delta b \cdot c_0$$

$$\Delta y_c = a_1 \cdot b_1 \cdot \Delta c$$

$$y_1 = a_1 \cdot b_1 \cdot c_1$$

Алгебраическая сумма прироста результирующего показателя за счет отдельных факторов должна равняться его общему изменению  $\Delta y = y_1 - y_0$ .

$$\Delta y = \Delta y_a + \Delta y_b + \Delta y_c = y_1 - y_0$$

Рассмотрим алгоритм расчета факторов этим способом в моделях мультипликативно-аддитивного вида. Для примера возьмем факторную модель прибыли от реализации продукции:

$$\Pi = \text{ВРП} \cdot (\text{Ц} - \text{С}),$$

где П – прибыль от реализации продукции;  
ВРП – объем реализации продукции;  
Ц – цена единицы продукции;  
С – себестоимость единицы продукции.

Прирост суммы прибыли за счет изменения:

объема реализации продукции  $\Delta ПВРП = \Delta ВРП \cdot (Ц_0 - С_0)$ ;

цены реализации  $\Delta ПЦ = ВРП_1 \cdot \Delta Ц$ ;

себестоимости продукции  $\Delta ПС = ВРП_1 \cdot (-\Delta С)$ ;

3. Способ относительных разниц. Он используется в случаях, когда исходные данные содержат определенные ранее относительные отклонения факторных показателей в процентах. Применяется для измерения влияния факторов на прирост результативного показателя только в мультипликативных моделях. Здесь используются относительные приросты факторных показателей, выраженные в виде коэффициентов или процентов. Рассмотрим методику расчета влияния факторов этим способом для мультипликативных моделей типа  $Y = abc$ .

Изменение результативного показателя определяется следующим образом:

$$\Delta Y_a = Y_0 \cdot \frac{\Delta a}{a_0};$$

$$\Delta Y_b = (Y_0 + \Delta Y_a) \cdot \frac{\Delta b}{b_0};$$

$$\Delta Y_c = (Y_0 + \Delta Y_a + \Delta Y_b) \cdot \frac{\Delta c}{c_0}.$$

Согласно данному алгоритму для расчета влияния первого фактора необходимо базовую величину результативного показателя умножить на относительный прирост первого фактора, выраженного в виде десятичной дроби.

Чтобы рассчитать влияние второго фактора, нужно к базовой величине результативного показателя прибавить изменение его за счет первого фактора и затем полученную сумму умножить на относительный прирост второго фактора.

Влияние третьего фактора определяется аналогично: к базовой величине результативного показателя необходимо прибавить его прирост за счет первого и второго факторов и полученную сумму умножить на относительный прирост третьего фактора и т.д.

Результаты расчетов такие же, как и при использовании предыдущих способов.

Способ относительных разниц удобно применять в тех случаях, когда требуется рассчитывать влияние большого комплекса факторов (8-10 и более). В отличие от предыдущих способов здесь значительно сокращается число вычислительных процедур, что обуславливает его преимущество.

4. Интегральный метод оценки факторных влияний позволяет избежать недостатков, присущих методу цепной подстановки, и не требует применения приемов по распределению неразложимого остатка по факторам, т.к. в нем действует логарифмический закон перераспределения факторных нагрузок. Интегральный метод позволяет достигнуть полного разложения результативного показателя по факторам и носит универсальный характер, т.е. применим к мультипликативным, кратным и

смешанным моделям. Операция вычисления определенного интеграла осуществляется с помощью вычислительных возможностей персональных компьютеров и сводится к построению подынтегральных выражений, которые зависят от вида функции или модели факторной системы.

Его использование позволяет получать более точные результаты расчета влияния факторов по сравнению со способами цепной подстановки, абсолютных и относительных разниц, поскольку дополнительный прирост результативного показателя от взаимодействия факторов присоединяется не к последнему фактору, а делится поровну между ними.

Рассмотрим алгоритмы расчетов влияния факторов для разных моделей:

1) Модель вида:  $y = a \cdot b$

$$\Delta y(a) = \varepsilon_0 * \Delta a + \frac{1}{2} \Delta a * \Delta \varepsilon;$$

$$\Delta y(\varepsilon) = a_0 * \Delta \varepsilon + \frac{1}{2} \Delta a * \Delta \varepsilon.$$

2) Модель вида:  $y = a \cdot b \cdot c$

$$\Delta y(a) = \frac{1}{2} \Delta a * (\varepsilon_0 c_1 + \varepsilon_1 c_0) + \frac{1}{3} \Delta a * \Delta \varepsilon * \Delta c;$$

$$\Delta y(\varepsilon) = \frac{1}{2} \Delta \varepsilon * (a_0 c_1 + a_1 c_0) + \frac{1}{3} \Delta a * \Delta \varepsilon * \Delta c;$$

$$\Delta y(c) = \frac{1}{2} \Delta c * (a_0 \varepsilon_1 + a_1 \varepsilon_0) + \frac{1}{3} \Delta a * \Delta \varepsilon * \Delta c.$$

3) Модель вида:  $y = \frac{a}{\varepsilon}$

$$\Delta y(a) = \frac{\Delta a}{\Delta \varepsilon} * \ln \left| \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0} \right|;$$

$$\Delta y(\varepsilon) = \Delta y_{\text{нзк}} - \Delta y(a).$$

3) Модель вида:  $y = \frac{a}{\varepsilon + c}$

$$\Delta y(a) = \frac{\Delta a}{\Delta \varepsilon + \Delta c} * \ln \left| \frac{\varepsilon_1 + c_1}{\varepsilon_0 + c_0} \right|;$$

$$\Delta y(\varepsilon) = \frac{\Delta y_{\varepsilon, c_1} - \Delta y(a)}{\Delta \varepsilon + \Delta c} * \Delta \varepsilon;$$

$$\Delta y(c) = \frac{\Delta y_{\varepsilon, c_1} - \Delta y(a)}{\Delta \varepsilon + \Delta c} * \Delta c.$$

Если в знаменателе больше двух факторов, то процедура продолжается.

Таким образом, использование интегрального метода не требует знания всего процесса интегрирования. Достаточно в эти готовые рабочие формулы подставить необходимые числовые данные и сделать не очень сложные расчеты с помощью калькулятора или другой вычислительной техники.

Результаты расчетов по интегральному методу существенно отличаются от того, что дает метод цепных подстановок или модификации последнего. Чем больше величина изменений факторов, тем разница значительнее.

5. Индексный метод позволяет выявить влияние на изучаемый совокупный показатель различных факторов. Рассчитав индексы и построив временной ряд, характеризующий, например, выпуск продукции в стоимостном выражении, можно квалифицированно судить о динамике объема производства.

Основывается на относительных показателях динамики, выражающих отношение уровня анализируемого показателя в отчетном периоде к его уровню в базисном периоде. Индексным методом можно

Всякий индекс исчисляется сопоставлением соизмеряемой (отчетной) величины с базисной. Например, индекс объема производства:  $I_{вп} = ВВП_1 / ВВП_0$

Индексы, выражающие соотношение непосредственно соизмеряемых величин, называются *индивидуальными*, а характеризующие соотношения сложных явлений — *групповыми*, или *тотальными*. Статистика называет несколько *форм* индексов, которые используются в аналитической работе – агрегатная, арифметическая, гармоническая и др.

Применяя агрегатную форму индекса и соблюдая установленную вычислительную процедуру, можно решить классическую аналитическую задачу: определение влияния на объем произведенной или реализованной продукции фактора количества и фактора цен. Схема расчета при этом будет такой:

$$\sum q_1 p_1 - \sum q_0 p_0 = (\sum q_1 p_0 - \sum q_0 p_0) + (\sum q_1 p_1 - \sum q_1 p_0),$$

где  $(\sum q_1 p_0 - \sum q_0 p_0)$  — влияние количества;  
 $(\sum q_1 p_1 - \sum q_1 p_0)$  — влияние цен.

Здесь следует напомнить, что агрегатный индекс является основной формой всякого общего индекса; его можно преобразовать как в средний арифметический, так и в средний гармонический индексы.

Динамика оборота по реализации промышленной продукции должна характеризоваться, как известно, временными рядами, построенными за ряд истекших лет с учетом изменения цен (это относится, естественно, к заготовительному, оптовому и розничному оборотам).

Индекс объема реализации (товарооборота), взятый в ценах соответствующих лет, имеет вид:

Общий индекс цен:

**Общие индексы** — относительные показатели, получаемые в результате сравнения явлений, охватывающих неоднородные товарные группы.

Общий индекс товарооборота (стоимости товарной продукции);

$$I_{qr} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0}$$

где  $p_1 q_1$  – товарооборот отчетного периода

$p_0 q_0$  – товарооборот базисного периода

$p$  – цены,  $q$  – количество

Общий индекс цен: 
$$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}$$

**Средние индексы** — это относительные показатели, применяемые для анализа структурных изменений. Они используются только для однородных товаров.

Индекс цен переменного состава (средних цен):

$$\bar{I}_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0} = \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{q_1}{q_0}$$

Индекс цен постоянного состава:

$$\bar{I}_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} = \frac{p_1}{p_0}$$

6. Способ пропорционального деления может быть использован в ряде случаев для определения величины влияния факторов на прирост результативного показателя. Это касается тех случаев, когда мы имеем дело с аддитивными моделями  $Y = \sum x_i$  и моделями кратно-аддитивного типа:

$$Y = \frac{a}{b+c+d+\dots+n}; \quad Y = \frac{a+b+c+\dots+n}{k}$$

В первом случае, когда имеем одноуровневую модель типа  $Y = a + b + c$ , расчет проводится следующим образом:

$$\Delta Y_a = \frac{\Delta Y_{\text{общ}}}{\Delta a + \Delta b + \Delta c} \Delta a; \quad \Delta Y_b = \frac{\Delta Y_{\text{общ}}}{\Delta a + \Delta b + \Delta c} \Delta b; \quad \Delta Y_c = \frac{\Delta Y_{\text{общ}}}{\Delta a + \Delta b + \Delta c} \Delta c.$$

В моделях кратно-аддитивного типа сначала необходимо способом цепной подстановки определить, насколько изменился результативный показатель за счет числителя и знаменателя, а затем произвести расчет влияния факторов второго порядка способом пропорционального деления по вышеприведенным алгоритмам.

Например, уровень рентабельности повысился на 8% в связи с увеличением суммы прибыли на 1000 тыс. руб. При этом прибыль возросла за счет увеличения объема продаж на 500 тыс. руб., за счет роста цен — на 1700 тыс. руб., а за счет роста себестоимости продукции снизилась на 1200 тыс. руб. Определим, как изменился уровень рентабельности за счет каждого фактора:

$$\Delta R_{\text{впр}} = \frac{+8\%}{1000} \cdot 500 = +4,0\%; \quad \Delta R_{\text{ц}} = \frac{+8\%}{1000} \cdot 1700 = +13,6\%;$$

$$\Delta R_{\text{с}} = \frac{+8\%}{1000} \cdot (-1200) = -9,6\%.$$

7. Для решения такого типа задач можно использовать также способ долевого участия. Для этого сначала определяется доля каждого фактора в общей сумме их приростов (коэффициент долевого участия), которая затем умножается на общий прирост результативного показателя (табл. 4.2):

$$\Delta Y_a = \frac{\Delta a}{\Delta a + \Delta b + \Delta c} \Delta Y_{\text{общ}}; \quad \Delta Y_b = \frac{\Delta b}{\Delta a + \Delta b + \Delta c} \Delta Y_{\text{общ}};$$

$$\Delta Y_c = \frac{\Delta c}{\Delta a + \Delta b + \Delta c} \Delta Y_{\text{общ}}.$$

*Расчет влияния факторов на результативный показатель способом долевого участия*

Фактор	Изменение прибыли, тыс. руб.	Доля фактора в изменении общей суммы прибыли	Изменение уровня рентабельности, %
Объем продаж	+500	0,5	$8 \cdot 0,5 = +4,0$
Цена	+1700	1,7	$8 \cdot 1,7 = +13,6$
Себестоимость	-1200	-1,2	$8 \cdot (-1,2) = -9,6$
<i>Итого</i>	+1000	1,0	+8,0

**Видеоролики ознакомительные об Анализе деятельности предприятия (обязательны для просмотра!):**

1. <https://www.youtube.com/watch?v=DXIRIEFg7pQ&t=226s> \_ Анализ финансового состояния и хозяйственной деятельности организаций\_ 1 час 19 мин 44 сек (16.09.2017).
2. <https://www.youtube.com/watch?v=Ua5s9KR2H4Y> \_ АНАЛИЗ финансовых результатов деятельности предприятия\_ 18 мин 08 сек (05.03.2015). Ссылка на сайт, где можно познакомиться с программой п-ближе ☺: <https://www.audit-it.ru/finanaliz/>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=wzhl81YIHwC> \_ Контроль и анализ работы предприятия в 1С Управление торговлей 11. Монитор целевых показателей.\_ 28 мин 25сек. (28.09.2014).
4. <https://www.youtube.com/watch?v=L0vsBimZu20> \_ Анализ финансовых результатов в 1С\_ 17 мин 46 сек. (06.02.2014).

**Вопросы к экзамену (зачету)**

1. Перечислите и охарактеризуйте обобщающие показатели оценки эффективности деятельности предприятия.
2. Перечислите и охарактеризуйте частные показатели оценки эффективности деятельности предприятия.
3. Какие задачи необходимо решать при оценке эффективности производственной системы для правильного принятия управленческого решения?
4. Что подразумевается под факторами и факторным анализом производственной системы?
5. Охарактеризуйте различные типы факторного анализа.
6. Назовите основные задачи факторного анализа.
7. Дайте общую характеристику детерминированного факторного анализа.

8. Опишите четыре типа детерминированных моделей: аддитивных, мультипликативных, кратных, смешанных.
9. Расскажите об универсальном способе детерминированного анализа методе цепной подстановки.
10. Раскройте сущность способа абсолютных разниц в детерминированном анализе.
11. Раскройте сущность способа относительных разниц в детерминированном анализе.
12. Раскройте сущность интегрального метода в детерминированном анализе.
13. Раскройте сущность индексного метода в детерминированном анализе.
14. Раскройте сущность способа пропорционального деления в детерминированном анализе.

### **Контрольные задания 1 (темы рефератов)**

1. Всеобщая организационная наука Богданова А.А.
2. Общая теория систем Людвиг фон Бергаланфи.
3. История развития системных идей (Демкорит, Н.Коперник, Г.Галилея, И.Ньютона).
4. Системный подход и комплексный подход.
5. Производственная система: виды, эффективность деятельности.
6. Методология системного анализа и его инструментарий.
7. Организация системного анализа производственных систем.
8. Моделирование развития производственных систем с учетом теории циклов.
9. Метод сценариев, метод экспертных оценок («Дельфи»).
10. Методы экономического анализа, морфологические методы, статистические методы.
11. Показатели оценки эффективности деятельности предприятия.
12. Факторный анализ производственных систем: детерминированный анализ.
13. Факторный анализ производственных систем: стохастический анализ.
14. Факторные модели и способы детерминированного факторного анализа.
15. Сущность анализа использования основных производственных фондов.
16. Сущность анализа использования трудовых ресурсов предприятия.
17. Сущность анализа затрат на производство.
18. Сущность анализа финансового состояния предприятия.
19. Сущность комплексного экономического анализа деятельности предприятия.
20. Модели производственных систем.

### **Требования к написанию реферата**

1. Объем листов – 10-15.
2. Текст структурирован, имеет соответствующие разделы (введение, основные разделы и заключение) и содержание.
3. Обязателен список использованных источников (минимум 5).
4. Шрифт 14, интервал 1,5. Стил: Times New Roman.



## Контрольные задания 2

1. **Анализ использования основных производственных фондов** (выполнить для любого предприятия, за 2 года, по методике, изложенной в источнике [«Третьяков», с.15-22]). Желательно взять в качестве предприятия – объект будущей выпускной квалификационной работы (ВКР).
2. **Анализ использования трудовых ресурсов предприятия** (выполнить для любого предприятия, за 2 года, по методике, изложенной в источнике [«Третьяков», с.22-28]). Желательно взять в качестве предприятия – объект будущей выпускной квалификационной работы (ВКР).
3. **Анализ затрат на производство** (выполнить для любого предприятия, за 2 года, по методике, изложенной в источнике [«Третьяков», с.28-31]). Желательно взять в качестве предприятия – объект будущей выпускной квалификационной работы (ВКР).
4. **Анализ финансового состояния предприятия** (выполнить для любого предприятия, за 2 года, по методике, изложенной в источнике [«Третьяков», с.31-38]). Желательно взять в качестве предприятия – объект будущей выпускной квалификационной работы (ВКР).

**Источник [«Третьяков»] можно будет скачать по ссылке:**

[http://aidarp.ru/документы/УМК/Методичка%20КР\\_Сызрань\\_analiz2014.pdf](http://aidarp.ru/документы/УМК/Методичка%20КР_Сызрань_analiz2014.pdf)

В случае отсутствия своих данных (**это крайний случай!**) можно по согласованию с преподавателем использовать данные Приложения 1 за 2009 и 2010 годы [«Третьяков», с. 42-74].

### Требования к написанию контрольной работы

1. Объем листов – по факту.
2. Текст структурирован, имеет соответствующие разделы и содержание.
3. Обязателен список использованных источников (минимум 3, в т.ч [«Третьяков»]).
4. Шрифт 14, интервал 1,5. Стил: Times New Roman.

### Список использованных источников

1. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 2005. – 343 с. [«Советов»]
2. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа: Учеб. пособие. – СПб.: Изд. дом «Бизнес-пресса», 2000. – 326 с. [«Спицнадель»]
3. Шимко П.Д. Оптимальное управление экономическими системами: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГИЭА, 2000. – 176 с. [«Шимко»]
4. Минко И.С. Анализ деятельности производственных систем: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 45 с. [«Минко1»]  
<https://books.ifmo.ru/file/pdf/1535.pdf> .
5. Минко И.С. Экономика предприятия пищевой промышленности: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2011. – 151 с. [«Минко2»]
6. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Организация производства» для студентов - бакалавров по направлению подготовки 080200 «Менеджмент» [Текст] / Самарский государственный технический университет филиал в г. Сызрани; [сост.В.С. Третьяков] – 2013. [«Третьяков»]  
[http://aidarp.ru/документы/УМК/Методичка%20КР\\_Сызрань\\_analiz2014.pdf](http://aidarp.ru/документы/УМК/Методичка%20КР_Сызрань_analiz2014.pdf)
7. Васильева Л.С. Финансовый анализ [Текст]: учебник для вузов / Л.С. Васильева, М.В. Петровская. – 3-е изд., стер. – М.: Кнорус, 2008. – 816 с.
8. Ковалев В.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учеб.для вузов [Текст] / В.В. Ковалев, О.Н. Волкова. - М.: Проспект, 2006.- 424с.
9. Табурчак П.П. и др. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия: Учеб. пособие для вузов - Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 352с.
10. Ковалёв В.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия [Текст]: учебник для вузов / В.В. Ковалёв, О.Н. Волкова. – М.: Проспект, 2010. – 424 с. ISBN 5-392-01156-8
11. Любушин Н.П. Экономический анализ [Текст]: учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: ЮНИТИ-Дана, 2010. – 575 с. – (Золотой фонд российских учебников) ISBN 5-238-01745-7
12. Любушин Н.П. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: учеб. пособие для вузов[Текст].-3-е изд., перераб. и доп.-М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 448с.
13. Савицкая Г.В. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия: - Мн: Новое знание, 2001. – 424с.
14. Шеремет А.Д. Комплексный анализ хозяйственной деятельности: учеб. для вузов [Текст]. - М. : ИНФРА-М., 2006. – 415с.
15. Методы факторного анализа экономических показателей. URL: <https://students-library.com/library/read/664-metody-faktornogo-analiza-ekonomiceskih-pokazatelej> (дата обращения: 21.09.2018). [«Факторный анализ»].
16. Производственные системы и их виды. Предприятие как производственная система URL: [http://statref.ru/ref\\_jgepolyfspol.html](http://statref.ru/ref_jgepolyfspol.html) (дата обращения: 31.08.2018). [«Производ.система»].