

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Л. Г. Кошелев, А. Г. Кошелев,
А. И. Шашкин**

ТЕОРИЯ ТЕМПОВ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Учебное пособие

Воронеж
Издательский дом ВГУ
2019

УДК 681.3.01:664
ББК 32.973.202
К76

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
вычислительной математики и прикладных информационных
технологий ФГБОУ ВО «ВГУ» *Т. М. Леденева*,
доктор физико-математических наук, профессор кафедры
электроники ФГБОУ ВО «ВГУ» *Г. С. Нахмансон*

Кошелев Л. Г.

К76 Теория темпов в области цифровых систем управления : учебное пособие / Л. Г. Кошелев, А. Г. Кошелев, А. И. Шашкин ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. – 144 с.

ISBN 978-5-9273-2802-4

Предложена теория темпов в рамках развития цифрового компьютерного управления различными отраслями человеческой деятельности, обеспечивающая быструю и согласованную взаимосвязь всех звеньев и групп, принимающих участие в определенном процессе создания материального, экономического, либо политического продукта. В ее основу положен важный объединяющий параметр – темп. Этот параметр характеризует скорость и направление движения как составных элементов исследуемых систем, так и самих систем в целом. В работе рассмотрены пять постулатов данной теории, и приведены примеры их применения.

Для научных работников, преподавателей, студентов и специалистов, занимающихся решением задач в области цифровых систем управления.

УДК 681.3.01:664
ББК 32.973.202

Учебное издание

**Кошелев Леонид Георгиевич
Кошелев Александр Георгиевич
Шашкин Александр Иванович**

**ТЕОРИЯ ТЕМПОВ
В ОБЛАСТИ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Учебное пособие

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 08.05.2019. Формат 60×84/16. Усл. п. л. 8,7. Тираж 100. Заказ 309

Издательский дом ВГУ. 394018 Воронеж, пл. Ленина, 10
Отпечатано с готового оригинала-макета в типографии
Издательского дома ВГУ. 394018 Воронеж, ул. Пушкинская, 3

ISBN 978-5-9273-2802-4

© Кошелев Л. Г., Кошелев А. Г., Шашкин А. И., 2019
© Воронежский государственный университет, 2019
© Оформление. Издательский дом ВГУ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1.Основные положения теории темпов.....	9
2.Рекомендации по математическому аппарату теории темпов.....	15
2.1. Линейное программирование.....	16
2.2. Динамическое программирование.....	20
2.3. Теория массового обслуживания.....	27
2.4. Теория ИГР.....	30
2.5. Модели и моделирование.....	36
2.6. Системный анализ.....	44
2.7. Метод экспертных оценок.....	48
2.8. Исследование операций.....	55
2.9. Принятие решений в условиях неопределенности.....	60
3. Постулаты теории темпов и управление РФ.....	71
3.1.Постулат 1. Управление объектом.....	71
3.2. Постулат 2. Обеспечение требуемого оптимального темпа развития сложной системы.....	76
3.3. Постулат 3. Контроль исполнительской дисциплины.....	78
3.4. Постулат 4. Роль первого лица объекта управления.....	81
3.5. Постулат 5. Адаптация к внешним и внутренним воздействиям, устойчивость системы.....	84
Заключение.....	91
Литература.....	92
Приложения.....	93
Приложение 1. Математическое программирование.....	94
Приложение 2.Компьютерное моделирование социально-экономических систем.....	120
Приложение 3. Ситуации.....	127

Приложение 4. Информационно-программный комплекс «ТРЕНД» (инструментарий, аналитика).....	135
Приложение 5. Автоматизированная информационная интеллектуальная система.....	143

ВВЕДЕНИЕ

В период 2017-2030 гг. правительство России реализует программу цифровой экономики, утвержденную президентом Владимиром Путиным. Главной целью программы является создание и развитие цифровой среды, обеспечивающей решение проблем конкурентоспособности и национальной безопасности РФ.

Термин "цифровая экономика" (digital economy) был придуман в 1995 году американским ученым из Массачусетского университета Николасо Негропонте.

Цифровая экономика РФ – это экономика инноваций, развивающаяся за счет эффективного внедрения новых цифровых технологий.

Опираясь на результаты цифровой экономики как базовой основы, правительство РФ планирует также активно развивать и внедрять цифровые технологии и в других важных областях человеческой деятельности, включая: медицину, образование, государственное управление, народное хозяйство. Программу планируют реализовать к 2024 году [1]. [http://investfuture.ru/investors_abc/id/94 © Investfuture.ru].

Однако, как показывает практика в современном мире различные направления человеческой деятельности, в силу их «выбранной» актуальности находятся на разных уровнях своего развития и вносят между собой определенный дисбаланс, сказывающийся на скорости (темпе) развития общества. Одной из причин этого дисбаланса можно считать отсутствие необходимой скорости обмена научной и другой информации из-за низкой скорости ее обработки и передачи, непосредственно связанных с качеством компьютерной техники.

В настоящее время современные информационные технологии обновили возможности науки и техники. Появились принципиально новые общедоступные средства быстрой обработки и передачи данных. Таким обра-

зом, возникли реальные предпосылки решения выше поставленной задачи. Современная информатика стала междисциплинарной областью, а развитие информационных технологий и вычислительной техники обеспечивает установление быстрой, надежной и достоверной связи каждого источника знаний с каждым потребителем. Через мировую вычислительную сеть можно быстро получить требуемую научную информацию, приступить к решению проблемы формирования единой системы глобальных научных идей.

Для поиска путей обеспечения безопасности перед глобальными угрозами в экономической, социальной и военной областях, необходимо объединение усилий всех причастных к информационным технологиям и вычислительной технике специалистов. Выработка единого подхода требуется и в связи с организацией и обучением людей.

Анализ возможности решения задачи по преодолению глобальных угроз можно уложить в следующую экономическую формулу: располагает или нет страна адекватными ресурсами (продовольственными, военными, промышленными) для жизнеобеспечения своего народа. Возникает необходимость решения важной проблемы осуществления действенного контроля над использованием ресурсов страны. Следует отметить, что одни страны решают проблемы ресурсов мирными средствами. Другие - силовыми методами. Третьи - сочетают то и другое. Отдельные государства осуществляют контроль над ресурсами других стран путем неэквивалентного товарного обмена, военной экспансии, содействия государственному сепаратизму и т. д. Все это в современном мире проявляется исключительно в жесткой форме. Эту важнейшую проблему необходимо решить, как можно быстрее, так как времени на ее решение у Человечества не очень много. Согласно мнению экспертов, количество топливных, минеральных, продовольственных ресурсов Земли хватит на 150—200 лет. За это время должна быть решена проблема исключения угрозы энергетического и продовольст-

венного голода, иначе нас ожидает всемирный коллапс. В современных условиях становится актуальной идея объединения научных направлений в некоторую единую систему идей, управленческих решений, противодействующих глобальным угрозам. Это касается не только группы цивилизованных стран, но и каждой отдельной страны, в том числе, и РФ.

Для реализации этой идеи в нашей стране институтом системных исследований и международной академией информатизации предложен подход, который назван **теорией темпов** [2]. В основу данной теории, занимающейся исследованиями явлений и процессов в сложных системах и взаимодействия элементов внутри систем, положен важный объединяющий параметр — **темп**. Этот параметр характеризует скорость и направление движения, как составных элементов исследуемых систем, так и самих систем в целом. Таким образом, основные идеи теории темпов заключаются в следующем: прежде всего, формируется цель, стоящая перед управляемой системой, затем устанавливается совокупность элементов и подсистем, входящих в систему, определяются граничные условия функционирования системы и ее подсистем, устанавливается темп движения элементов и подсистем, их вклад в темп движения системы по выполнению поставленной цели. Разрешающие возможности теории темпов позволяют принимать эффективные управленческие решения. При этом методологической и теоретической основой теории темпов является системный подход, теория систем, подробно разработанные наукой и успешно используемые в самых различных областях знаний. Теория темпов углубляет этот подход и теорию с позиций их динамики. Скорость (темп) движения системы и ее элементов могут быть рассчитаны, что позволяет прогнозировать изменения состояния системы на различных этапах ее развития. Идея расчета и анализа темпа разработки, построения и внедрения (реализации) систем была предложена и обоснована в книгах [2.3]. Теория темпов характеризуется и прогностическим потен-

циалом. Эти особенности теории темпов позволяют достаточно достоверно оперировать в процессе научного познания мира в области экономической, социальной, гуманитарной, технической сфер, а также результатов различных отраслей знаний.

Предлагаемый ниже материал является в какой-то степени продолжением и развитием работы д.т.н., профессора Кошелева Л.Г. [3] и основ теории темпов, предложенных в монографии [2] академиков Селезнева М. Л., Хетагурова Я. А., Петрова О. М. и др.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ТЕМПОВ.

Результаты фундаментальных научных исследований являются важнейшим показателем состоятельности государства, критерием, определяющим его роль в современном мире. Осмысленные достижения науки необходимо практически реализовывать, так как наука и практическая реализация ее результатов — единственный инструмент достижения великой цели — обеспечения жизни Человечества.

С позиции теории темпов понятие «наш мир» определяется как пространство, измеряемое доступными нам приборами и количественными измерениями. С качественной точки зрения необходимо учитывать, что проблемно направленные идеи, оформляемые в виде теории, должны характеризовать следующие компоненты:

- концепция;
- постулаты, на которые она опирается;
- модели и доказательства адекватности их с действительностью.

Концепция.

Наши познания о современном мире постоянно расширяются в зависимости от появления новых, более совершенных методов его исследования и приборов, фиксирующих результаты этих исследований.

Наиболее осязаемыми в современном мире являются элементы его поведения, связанные с движением исследуемых объектов относительно исследователей в сторону развития (либо разрушения).

Наш мир — это конечное множество систем, движущихся в определенных направлениях под воздействием некоторых движущих сил.

Системы планеты Земля находятся в постоянном взаимодействии между собой и другими мировыми системами.

Основными областями воздействия других систем на нашу планету являются «ворота», через которые идут потоки воздействующей энергии.

Постулаты.

Эти воздействия не являются постоянными, их темп меняется, пока еще не до конца, изученным законам. Например, из второго закона термодинамики следует, что время течет в направлении роста энтропии. Таким образом, если нет силы, упорядочивающей структуру системы, энтропия возрастает, а в изолированной системе энтропия никогда не уменьшается.

Следовательно, если энтропия системы уменьшается или поддерживается на постоянном уровне, это доказывает наличие некоторого управляющего воздействия. Ярким примером этого положения является солнце, энтропия которого постепенно уменьшается. За год температура солнца изменяется менее чем на одну сотую градуса, т. е. энтропия солнца в ходе эволюции убывает. Убыль энтропии показывает, что на хаотическое движение плазмы накладывается некоторая сила, упорядочивающая движение конвективных ее потоков. Поэтому мало говорить о нашем мире как сложной системе, необходимо понять, что им движет. Иногда это находится вне сферы нашего понимания. Поэтому теория темпов рассматривает элементы и системы, доступные нашему наблюдению и пониманию (см. ниже: пять постулатов).

Модели.

В настоящее время наблюдается переход к очередному поколению моделей — моделям виртуального мира, то есть переход от моделей трехмерного измерения к моделям n - мерного информационного типа. При этом резко возрастает объем обрабатываемой и воспроизводимой информации, что характерно при решении экономических задач [4-7].

Российская Федерация, как большая система состоит из 89 подсистем. При управлении такой большой и сложной системой случаются критические ситуации. При принятии управленческих решений в регионах не учитываются положения теории темпов: векторы состояния каждого из элементов системы должны (хотя бы частично) совпадать с вектором общего состояния всей системы в целом. Должны быть исключены возможности проявления коррупции, нестабильности экономики, срывов работы промышленности, криминала и т. д. При формализации математических моделей столь сложных систем необходимо особое внимание уделять совпадению модельного мира с реальным (фактическим) миром функционирования исследуемых объектов. Современный реальный информационный мир объединяет в себе как заказчиков исследований, так разработчиков систем управления и потребителей. При моделировании необходимо, кроме чисто аналитических проблем, учитывать дополнительные, связанные с активным участием человеческого фактора. Таким образом, происходит переход от чисто математических моделей к моделям, требующих в содержательно постановки задач управления информационно-технологическими процессами, учитывающими назначение объекта управления, его стратегии и тактики при достижении поставленной цели. Строить управление сложными экономическими объектами необходимо на основе использования легко корректируемых моделей, адекватно отображающих воздействия внешнего мира. Это определяет важность разработки эффективных информационных систем автоматизированного управления для целенаправленного функционирования управляемых объектов. Опыт разработки и практического использования систем управления сложными объектами показал необходимость возможности их корректировки в процессе функционирования (изменение входной информации, внешних воздействий, алгоритмов, рабочих программ). При этом используются не только базы и банки данных, но и базы

знаний, что характеризует такие системы управления как интеллектуальные информационные системы. Знания об управляемых объектах представляются достаточно четко и кратко, представляя всю, существенно, необходимую информацию для эффективного управления объектом.

Стабилизация темпов роста нашей экономики - глобальная цель нашего государства. Именно это должно отображаться в математических моделях управленческих задач объектами нашей промышленности и сельского хозяйства. Параметры управления отечественной экономикой изменяются под воздействием различных причин, важнейшая из которых — это время. В основе методики исследования объектов управления и выработки управленческих воздействий положены значения отношений, рассматриваемых входных и выходных параметров. В соответствии с положением теории темпов все элементы и подсистемы объекта управления (как большой системы) находятся во взаимодействии и регулируются в целях общего сбалансированного его развития. Важное место при этом занимает темп изменения регулируемых параметров. Оценивается относительное влияние входной информации на выходную управляющую информацию. Для этого используются известные из теории систем управления подходы анализа и синтеза сложных систем. Исходя из требования развития системы, определяются выходные параметры (результаты решения задач автоматизированного управления) с помощью которых осуществляется управление объектом во времени.

Приведенные выше примеры подкрепляются следующими положениями теории темпов.

1. Все естественные законы действуют одинаково как во всем мире, так и на каждом его уровне. Это положение справедливо и к общественным законам, действующим на уровне нашего познания.

2. Формализация этих законов исходит из действия темпов движения, существующих на уровнях конкретных системных характеристик и системных параметров.

3. Теория темпов дает возможность составлять системы прогнозов, комплексных целевых программ, создавать для этого математические модели для того или иного уровней.

4. Эта возможность использует постулат теории темпов, предназначенный для описания динамики поведения исследуемого объекта, набора параметров построения модели системы и набора входящих в нее подсистем.

5. Важной идеологической составляющей теории темпов является реализация уровневых связей элементов структуры системы и ее подсистем, как в статике, так и в динамике, обеспечения динамического равновесия системы по составляющим ее подсистемам и элементам этих подсистем.

6. Параметры и характеристики системы, ее подсистем и элементов должны изменяться во времени, при этом необходимо своевременно предвидеть и реализовывать эти изменения.

7. Решение проблем перехода в системе с более высокого уровня на более низкий, позволяет описать поведение и динамику управляемых объектов, выдавать эффективные управленческие решения в рамках всей системы и ее подсистем, обеспечивать при этом требуемую надежность их функционирования.

Если трансформировать эти положения теории темпов сверху вниз, то управление, например, в РФ должно следовать по следующим канонам.

1. Россия состоит из 89 регионов (элементов), функционирующих, движущихся под воздействием специфических каждому региону сил.
2. Движение каждого из 89 регионов имеется во всех выбранных регионами направлениях.

3. Суммарная движущая сила для всей страны (темп ее движения) определяется вектором состояния всей системы, который равен сумме проекций векторов состояний всех элементов (регионов), входящих в систему. Это позволяет производить анализ поведения управляемой системы, темпа, скорости реакции управления этой системой.
4. На темп движения системы влияют внешние воздействия (силы извне, например, взаимоотношения с другими странами, влияющие на поведение системы и ее элементов).
5. Усилия системы (Государства) должны быть направлены на противодействие негативным влияниям и возмущающим воздействиям.
6. Ни одно возмущение (внутреннее и внешнее) не может быть незамеченным Государством. На основании положений теории темпов на каждое возмущающее воздействие должно быть найдено и своевременно применено противодействие, возвращающее систему в устойчивое, равновесное состояние.
7. Согласно теории темпов прогнозирование состояния системы (Государства) должно быть постоянным и своевременным, а выработка противодействий возмущениям должна опережать негативные воздействия (темп противодействия, см. разд. 2).
8. Направление векторов состояния и динамики каждого региона должны обязательно совпадать с общим вектором движения системы в целом, т. е. развитием нашего Государства.

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АППАРАТУ ТЕОРИИ ТЕМПОВ.

Теория темпов позволяет решать проблемы повышения эффективности сложных систем управления различными объектами, в том числе, экономического характера (фирмами, предприятиями, производственными объединениями и т. д.). Таким образом, вектор теории темпов направлен на развитие отечественного производства на основе использования новых информационных интеллектуальных систем и технологий. Решение столь сложной, в условиях современной РФ задачи, требует высокоорганизованного системного анализа, исследования операций, математического моделирования, современного программного обеспечения. То есть теории темпов необходим достаточно мощный математический аппарат и соответствующее программное обеспечение. Используя многолетний опыт разработки, построения, внедрения и эксплуатации сложных автоматизированных систем управления в отечественной промышленности, предлагаю некоторые рекомендации по решению этого вопроса.

Рекомендуемые математические методы.

Проектирование, построение и функционирование сложных систем автоматизированного управления на основе использования положений и постулатов теории темпов может производиться на базе широко известных и проверенных математических методов, а именно:

- математическое программирование (линейное, нелинейное, динамическое);
- теория массового обслуживания;
- теория вероятности и математической статистики;
- теория множеств;
- теория графов;

- теория принятия решений;
- теория игр;
- методы экспертных оценок;
- теория исследования операций;
- теория информации;
- теория надежности;
- математическое моделирование и др.

Ниже кратко приведены некоторые из этих методов, эффективно решающих конкретные задачи с использованием постулатов теории темпов.

2.1. Линейное программирование

Задачи линейного программирования (ЛП) представляют частный случай общей задачи оптимизации, в которой целевая функция и ограничения линейны [4].

Примерами задач ЛП могут быть задачи оптимального планирования производства продукции, рационального распределения ресурсов, оптимальной загрузки технологического оборудования, оптимальной транспортировки готовой продукции множеству потребителей, выпуска оптимального ассортимента продукции и многие другие, характерные для управления сложными производственными объектами и процессами. Найти оптимальный путь достижения поставленной цели в требуемый интервал времени (см. разд.1), тем самым совершенствуя работу управляемого объекта, повышая эффективность его управления, полностью соответствует положениям теории темпов для любой предметной области.

Обычными ограничениями (условиями) решения задач ЛП и целевая функция являются системы линейных неравенств или равенств и требование не отрицательности переменных.

В ЛП стандартная задача на определение максимума целевой функции при наличии системы ограничений записывается в следующем виде:

$$\max \left\{ f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \right\} \dots \quad (2.1)$$

при условии:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i = \overline{1, \dots, m}, \quad (2.2)$$

где:

$$x_j \geq 0; \quad j = \overline{1, \dots, n}, \quad i = \overline{1, \dots, m}. \quad (2.3)$$

Множество элементов $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, удовлетворяющее условиям (2.1 — 2.3) называется областью определения задачи ЛП. Коэффициенты при переменных a_{ij} , имеющиеся ресурсы b_j . Вектор $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, удовлетворяющий этим условиям, называется планом или допустимым решением задачи.

Расширенным планом задачи называют множество

$$\begin{aligned} \bar{x}^* &= (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) \\ x &= \{f(x_1, x_2, \dots, x_n)\}. \end{aligned}$$

План

$$\bar{x}^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*),$$

обращающий в максимум линейную целевую функцию (1), называется оптимальным. Задача ЛП является разрешимой, если существует оптимальный план ее решения $(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$.

Часто используют векторно-матричное обозначение записи стандартной задачи ЛП на определение максимума целевой функции:

$$\max CX, \quad AX \leq B, \quad X \geq 0,$$

где C - n -мерная вектор-строка; B - m -мерный вектор-столбец; A - матрица порядка $(m \times n)$.

Стандартную задачу легко привести к каноническому виду с помощью дополнительных неотрицательных переменных.

Обозначим $Z = B - AX$, тогда система ограничений $AX \leq B$ и $AX + Z = B, \quad Z \geq 0$ -эквивалентны.

При этом заметим, что каноническая задача имеет $(n + m)$ переменных.

Оптимум в задачах ЛП всегда является глобальным и достигается либо в одной экстремальной точке, либо на множестве экстремальных точек. В этом случае все выпуклые комбинации этих экстремальных точек оптимальны.

Методы решения задач ЛП характеризуются как методы поиска. Сначала находят экстремальную точку, оценивают в ней значение целевой функции, затем рассматривают следующую экстремальную точку и т. д. до определения максимума. Для решения задач ЛП используется симплексный метод и его модификации.

В приведенный, известный и опробованный на практике решения задач оптимизации, метод линейного программирования теория темпов вносит условие соблюдения требуемого времени (темпа) решения поставленной задачи. Это касается процессов ее разработки, внедрения и эксплуатации (см. [2]).

Рассмотрим использование симплекс-метода для решения простейшей задачи ЛП.

Пример.

Требуется оптимально в заданный интервал времени распределить нагрузку между двумя группами станков. Число деталей, выпускаемых станками первой группы – x_1 , а число деталей, выпускаемых станками второй группы – x_2 . Каждая деталь, выпускаемая станками первой группы, дает прибыль 4 руб., а деталь, выпускаемая станками второй группы—3 рубля.

Станки имеют ограниченную производительность, что отражено следующим образом.

Целевая функция $\max\{f(x) = 4x_1 + 3x_2\}$, при ограничениях:

$$\begin{aligned} x_1 &\leq 4000; & x_2 &\leq 6000; \\ x_1 + \frac{2}{3}x_2 &\leq 6000; & x_i &\geq 0; \quad i = 1, 2. \end{aligned}$$

Приводим задачу к каноническому виду, введя новые переменные x_3, x_4 и x_5 .

$$\begin{aligned} x_1 + x_3 &= 4000; \\ x_2 + x_4 &= 6000; \\ x_1 + \frac{2}{3}x_2 + x_3 &= 6000 \quad x_i \geq 0 \end{aligned}$$

В матричной форме получим:

$$\begin{array}{ccccc} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & \frac{2}{3} & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array}$$

Находим базисное (опорное) решение. Далее при помощи стандартного симплекс- метода, путем последовательных решений находим искомый результат: максимальная прибыль за рабочую смену

$$f(x) = 26000 \text{ (руб.)},$$

будет получена при изготовлении на станках первой группы $x_1 = 2000$ деталей и на станках второй группы $x_2 = 6000$ деталей.

С точки зрения теории темпов был представлен совсем не простой путь научно обоснованного решения, казалось совсем простой задачи. При этом этот метод дает точно и быстро получать оптимальное решение при помощи ЭВМ и ЛП.

ЛП, как математический метод, давно и широко известен, изучается в ВУЗах, имеются соответствующие учебные пособия и методики. Но, к сожалению, в настоящее время, недостаточно используются на практике, по целому ряду причин.

Главная из этих причин — возрастающая энтропия в управлении экономическими объектами, отсутствие должного порядка и производственной дисциплины.

Эффективное решение задач ЛП требует строгого соблюдения системы ограничений (условий), при которых они решаются. Несоблюдение хотя бы одного из таких условий, выраженного равенством, либо неравенством, не дает корректного решения всей задачи в целом. Проще отказаться от решения таких строгих задач, что и произошло в функционирующих в настоящее время АСУП предприятий пищевой перерабатывающей промышленности г. Москвы.

Теория темпов, ее постулаты и положения направлены на возрождение эффективного внедрения замечательного инструмента рационального управления промышленными предприятиями — линейного программирования.

К разделу ЛП ниже дается Приложение 1.

2.2. Динамическое программирование

Из существующих математических методов динамическое программирование (ДП) объективно подтверждает справедливость положений и постулатов теории темпов, касающихся темпа и порядка движения объекта управления под воздействием команд управления - из исходного состояния в искомое (конечное) состояние. ДП — это метод оптимального планирования многоступенчатого процесса, о котором мы не имеем полной информации [5].

Метод ДП основан на следующем принципе оптимальности, предложенном Р. Беллманом в середине 50-х годов 20-го века - «... каковы бы ни были: первоначальное состояние и решение в начальный момент, последующие решения должны удовлетворять оптимальному поведению относительно состояния, получающемуся в результате первого решения».

Принцип оптимизации Р. Беллмана позволяет производить последовательные оценки принимаемых решений при переходе от n - го к $(n-1)$ -му шагу и проверять качество решения на предыдущем шаге. Этот процесс описывается с помощью рекуррентных соотношений. При этом принимается решение об аддитивности целевой функции:

$$\Phi(u_1, u_2 \dots u_{n-1}) = \sum_{i=1}^{n-1} (u_i),$$

где Φ - целевая функция, определяющая, например, общий объем производства (прибыль, длину пути и т. п.) за n периодов (от 0 до $n-1$), U_i - затраты на развитие производства в i - й период; $f(u_i)$ - объем производства в i -м периоде.

Управление движением системы осуществляется с помощью воздействий v_j .

Задача ДП математически формулируется так: из множества допустимых управлений $\overline{V_{\text{доп}}}$ найти такое управление V , которое переведет физическую систему из начального состояния $\overline{x_0}, \overline{x_0} \in \overline{x_{0 \text{ доп}}}$ в конечное - $\overline{x_{км}}, \overline{x_{км}} \in \overline{x_{кф}}$, такое, чтобы некоторый критерий $\overline{\Phi(V)}$ обращался в максимум, т.е. $\Phi_{\text{опт}} = \max\{\Phi(\overline{V})\}$. При этом система должна находиться в допустимой области.

Пример.

Рассмотрим использование метода ДП для оптимизации сроков выполнения работ по минимуму их себестоимости. Вначале покажем, что согласно постулатам теории темпов, стоимость работ есть функция времени их выполнения. Например, при строительстве промышленного объекта нужно выполнить определенный объем земляных работ. Общую стоимость работ определяем по формуле:

$$S = S_1 n + S_2 A/\rho + S_2 t_p = S_1 A/\rho t_p,$$

где:

S_1 , - расходы по доставке, монтажу и демонтажу одной землеройной машины;

S_2 - стоимость одного дня работы машины;

S_3 - стоимость содержания строительной площадки и накладные расходы;

A - объем земляных работ;

ρ - производительность одной машины;

$t_p = A/\rho n$ - время выполнения требуемого объема работ;

n - потребное число землеройных машин.

Таким образом, S выполнения работ есть дискретная функция времени выполнения работ.

Известно, что работа по монтажу производственного комплекса выполняется в несколько этапов, для каждого из которых заданы себестоимости производимых работ в зависимости от сроков их выполнения.

Требуется определить такую продолжительность каждого этапа, при которой суммарная себестоимость всей работы будет минимальна при заданном сроке выполнения всей работы. Данная задача комбинаторная. Число возможных вариантов ее решения очень велико и простой комбинаторный перебор нахождения оптимального варианта занимает много времени.

Использование ДП обеспечит целенаправленный перебор и резко сокращает требуемый объем вычислений.

Пусть имеются следующие исходные данные (таблица 2.1) и ограничение по времени $t_p \leq 10$ дней.

Исходные данные по использованию метода ДП

Таблица 2.1

№	Ресурсы	Затраты от сроков выполнения работ					
		1	2	3	4	5	
1	Дни	1	2	3	4	5	
	Стоимость (у.е.)	700	600	624	700	780	
2	Дни	2	3	4	5	6	
	Стоимость (у.е.)	800	600	500	440	400	
3	Дни	1	2	3	4	5	
	Стоимость (у.е.)	500	440	800	1000	1200	
4	Дни	3	4	5	6	-	
	Стоимость (у.е.)	300	240	200	180	-	

Анализируя данные таблицы 1, делаем вывод, что на первый и второй этапы должно быть зарезервировано не менее трех дней, поэтому на третий и четвертый этапы может быть выделено 4, 5, 6, или 7 дней.

Если на третий и четвертый этапы выделить четыре дня, то стоимость выполнения их будет равна $500 + 300 = 800$ (у.е. – условные единицы).

Различные варианты выполнения работ представлены в таблице 2.2.

Из таблицы 2 видно, что минимальная стоимость выполнения всей работы зависит от общей продолжительности работ следующим образом:

- 7 дней — 2300 у. е.;
- 8 дней — 2100 у. е.;
- 9 дней — 2000 у. е.;
- 10 дней — 1900 у. е.

Сравнение вариантов решения задачи

Таблица 2.2

Всего дней	Дни	Стоим. в у.е.	Дни	Стоим. в у.е.	Дни	Стоим. в у.е.	Дни	Стоим. в у.е.	Мин. ст. у.е.
Выполнение этапов 3 - 4									
4	1+3	800	-	-	-	-	-	-	800
5	1+4	740	2+3	740	-	-	-	-	740
6	3+3	1100	1+5	700	2+4	680	-	-	680
7	1+6	670	2+5	640	3+4	1040	4+3	1300	640
Выполнение этапов 2 - 4									
6	2+4	1600	-	-	-	-	-	-	1600
7	2+5	1540	3+4	1400	-	-	-	-	1400
8	2+6	1480	3+5	1340	4+4	1300	-	-	1300
9	2+7	1440	3+6	1240	4+5	1240	4+5	1240	1240
Выполнение этапов 3 - 4									
7	1+6	2300	-	-	-	-	-	-	2300
8	2+6	2400	1+7	2100	-	-	-	-	2100
9	1+8	2000	2+7	2000	3+6	2234	-	-	2000
10	1+9	1940	2+8	1900	3+7	2034	4+6	2300	1900

При решении задачи методом ДП перебирались и рассчитывались не все возможные сочетания, а величина стоимости предыдущего этапа комбинировалась с значениями минимальной стоимости последующих. Поэтому, если сроки выполнения работ ограничены 7, 8, 9, 10 днями, то минимальная стоимость получается при выполнении этапов в сроки, приведенные в таблице 2.3.

Кроме рассмотренного выше примера, методом ДП можно решать задачи определения оптимального пути передвижения транспорта между отправителями и получателями груза, составления оптимальной почасовой

программы выпуска много ассортиментной скоропортящейся продукции завода- поставщика множеству потребителей, оптимального распределения капитальных вложений между несколькими предприятиями и др..

Результаты решения задачи

Таблица 2.3.

ЭТАПЫ	1	2	3	4	Вся работа
Длительность, дни	1	2	1	3	7
Стоимость, у. е.	700	800	500	300	2300
Длительность, дни	1	3	1	3	8
Стоимость, у. е.	700	600	500	300	2100
Длительность, дни	2	3	1	3	9
Стоимость, у. е.	600	600	500	300	2000
Длительность, дни	2	4	1	3	10
Стоимость, у. е.	600	500	500	300	1900

С точки зрения положений теории темпов можно сформулировать общие принципы решения задач ДП. При этом особое внимание обращено на фактор времени, а объект управления рассматривается в фазовом пространстве (либо на фазовой плоскости).

Это следующие принципы.

1. Динамическое программирование — это метод решения широкого круга задач, в том числе задач нелинейного математического программирования.
2. Метод основан на принципе оптимальности, предложенным Р. Беллманом (см. выше).
3. Математическая формулировка этого принципа заключается в следующем:

- рассматривается некоторый управляемый объект S , состояние которого в любой момент времени задается вектором \bar{x} ;

- рассматриваются составляющие вектора, фазовые координаты изображающей точки в фазовом пространстве (x, y, z, t) , либо на фазовой плоскости (x, y, t) . При этом время t рассматривается как отдельная координата (рис.2.1);

- рассматривается n - этапный процесс изменения состояния объекта по времени. При этом на каждой стадии n - этапного процесса изменения состояния объекта изменяются управляющие воздействия, описываемые вектором \bar{U} ;

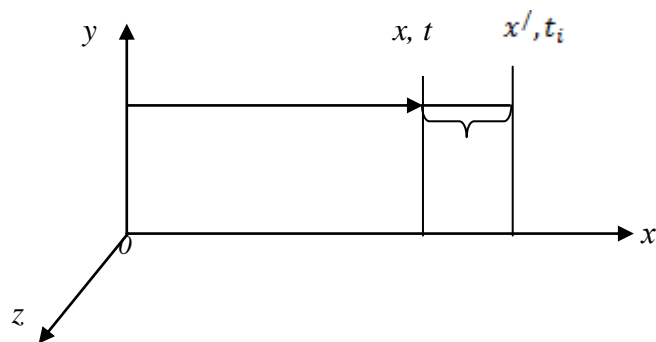


Рис.2.1.

- под воздействием вектора \bar{U} объект переходит в новое состояние $x - x'$.

- связь между состоянием объекта x, x' и возмущением задается оператором T :

$$x' = T(x, u)$$

- эффективность функционирования объекта оценивается оператором $R(x, u)$. Тогда максимум эффективности за n этапов движения объекта будет функцией только начального состояния \bar{x} и числа этапов n . Обозначим величину максимума эффективности функционирования объекта за n эта-

пов через $F_n(x)$. Тогда очевидно, что $F_1(x) = \max (u_1, x_1)$ - начальное состояние есть первый шаг оптимизации.

В случае n -этапного процесса получим основное функциональное (рекуррентное) уравнение динамического программирования:

$$F_n(x) = \max_{\bar{u}} [R_1(x_1; u_1) + F_{n-1}(T_{n-1}(x, u))],$$

либо

$$F_n(x) = \min_{\bar{u}} [R_1(x_1; u_1) + F_{n-1}(T_{n-1}(x, u))].$$

2.3. Теория массового обслуживания

Если рассматривать функционирующую АСУП с позиций теории темпов и отвлечься от смысла функциональных преобразований информации в процессе решения задач АСУП, то можно воспользоваться аппаратом теории массового обслуживания для исследования взаимодействия основных частей и элементов системы с целью эффективного управления объектом.

В этом случае АСУП можно рассматривать как многоузловую, многоканальную систему массового обслуживания (СМО) с потоками требований и дисциплиной обслуживания, определяемыми алгоритмами и программами решения задач системы и самой структурой этой системы.

Система массового обслуживания представляет временную и логическую структуру и состоит из следующих основных частей:

- входящего потока заявок (требований);
- обслуживающих приборов (каналов);
- очереди требований, ожидающих обслуживания;
- исходящий поток требований.

Формализация СМО производится на основе моделей, связанных с процессами, предложенными в Приложении 3.

В течение времени в СМО поступают требования (рождение), и в случайные моменты заканчивается обслуживание ранее поступивших требований (гибель).

В произвольные моменты времени наблюдаются различные состояния СМО, зависящие от числа требований, находящихся в СМО. При этом состояния СМО могут быть следующими:

S_0 — в СМО нет требований;

S_1 — в СМО находится одно требование;

S_2 — в СМО находятся два требования и т. д.

В качестве примера рассмотрим СМО с адаптивным обслуживающим каналом. В такой СМО обслуживающий канал работает с различным «интеллектом». Это значит, что СМО может переработать входной поток данных и выдать наиболее содержательную информацию. При этом обслуживание производится с интенсивностью μ_1 . Но та же СМО способна обрабатывать входные данные в более высоком темпе, при этом содержательность выходной информации снижается, но повышается интенсивность обработки входных данных $\mu_2 > \mu_1$.

Такой случай характерен при разработке и построении АСУП. В процессе управления объектом приходится обрабатывать информацию как в быстром, так и замедленном темпе в зависимости от характера решаемых задач и часового графика выдачи результатов решения потребителям. При этом следует отметить, что темп обработки входных данных снижается в случае повышения содержательной части и качества выходной, результативной информации по управлению объектом. Такую систему можно представить, как одноканальную (или многоканальную) СМО с ожиданием и с

неограниченным количеством мест в очереди. Это достигается выбором достаточной емкости буферных запоминающих устройств КТС системы.

Считаем, что на вход СМО поступает простейший поток заявок с интенсивностью $\lambda = const$, а обслуживающий канал (ОК) может работать с переменной интенсивностью $\mu \in \{\mu_1, \mu_2\}$.

Условия получения установившегося режима в данной СМО:

$$\rho_1 = \lambda / \mu_1 < 1; \quad \rho_2 = \lambda / \mu_2 < 1.$$

Аналитические выражения для описания характеристик такой СМО имеют вид:

$$\bar{R} = \frac{\rho_2^2 [1 - \rho_2(1 + \gamma) + \gamma^2]}{2\gamma(\gamma - \rho_2)(1 - \rho_2)};$$

$$\bar{K} = \frac{\rho_2(1 - 2\rho_2 + \gamma)}{2(\gamma - \rho_2)(1 - \rho_2)};$$

$$\overline{t_{ожж}} = \frac{\rho_2 [1 - \rho_2(1 + \gamma) + \gamma^2]}{2\mu_2\gamma(\gamma - \rho_2)(1 - \rho_2)};$$

$$\overline{t_{сист}} = \overline{t_{ожж}} + \frac{1 + \gamma}{2\mu_2\gamma},$$

где: $\gamma = \frac{\mu_1}{\mu_2} < 1$; \bar{R} - среднее число заявок в очереди; $\overline{t_{ожж}}$ - среднее время ожидания в очереди; $\overline{t_{сист}}$ - среднее время пребывания заявки в системе; \bar{K} - среднее число заявок, связанных с системой. При работе с более низким уровнем «интеллекта» ОК (μ_2), накладываются жесткие ограничения на время обработки информации. Поэтому учитывают коэффициент ценности информации, подчиняющийся условию:

$$K_y = \text{sign}(t) = \begin{cases} +1, & \text{если } \overline{t_{обп}} \leq t_N \\ -1, & \text{если } \overline{t_{обп}} > t_N \end{cases}$$

где:

$\overline{t_{обп}}$ - среднее время обработки информации ($\overline{t_{обп}} = \frac{1}{\mu_2}$);

t_N - норма времени обработки информации.

Значение $K_y = -1$ означает, что обработанная информация устарела, потеряла свою ценность и загромождает ЗУ.

В сочетании с имитационным моделированием систем управления сложными объектами СМО позволяют проводить глубокие и всесторонние исследования, на основе которых разрабатываются и внедряются эффективные системы автоматизированного управления такими объектами.

Примером такого исследования могут быть приведенные в [2] результаты решения актуальной проблемы энергосберегающего управления технологическими процессами пищевого перерабатывающего производства многоассортиментной скоропортящейся продукции при переменном спросе на нее множества потребителей. Следует отметить, что оптимальное почасовое планирование дискретно-непрерывными технологическими процессами этого производства было осуществлено при помощи метода ДП, программно реализовано и внедрено на пищевых предприятиях (городских молочных заводах) г. Москвы.

2.4. Теория игр

Теория игр является математической теорией анализа конфликтных ситуаций, возникающих при функционировании сложных систем. Различаются игры с антагонистическими интересами (это игры с нулевой суммой) и игры с противоположными интересами [15, 16].

Рассмотрим игру двух лиц с нулевой суммой, в которой игрок 1 имеет множество стратегий X , а игрок 2—множество стратегий Y .

Составляется матрица выигрышей (платежная матрица):

$$A = \|a_{i,j}\|; \quad i = \overline{1,n}; \quad j = \overline{1,m},$$

где: $a_{i,j}$ - значение выигрыша игрока 1, если он выбрал свою i - ю стратегию, а игрок 2 выбрал свою j - ю стратегию.

Номера строк - чистые стратегии игрока 1, а номера столбцов - чистые стратегии игрока 2.

Игрок 1 может гарантировать себе выигрыш, не менее величины:

$$V_1 = \max_i \min_j a_{i,j};$$

а игрок 2 может гарантировать себе проигрыш, не более величины:

$$V_2 = \min_j \max_i a_{i,j}.$$

Так как в общем случае справедливо выражение $V_1 \leq V_2$, то выигрыш игрока 1 будет равен V_1 .

Так что $V_1 \leq V \leq V_2$.

Здесь V_1 - нижняя цена игры, а V_2 - верхняя цена игры.

Стратегия игрока 1, обеспечивающая выигрыш не менее V_1 , называется максиминной стратегией. Аналогично, стратегия игрока 2, обеспечивающая его проигрыш не более V_2 , называется минимаксной стратегией.

$$\text{Если } \max_i \min_j a_{i,j} \neq \min_j \max_i a_{i,j} = V a_{i^*,j^*},$$

то в такой игре минимаксные стратегии i^* , j^* являются оптимальными, так как никакие сведения об образе действий одного игрока не могут побудить другого изменить свое поведение. В этом случае имеем игру с седловой точкой, а V - цена игры.

$$\text{Если } \max_i \min_j a_{i,j} \neq \min_j \max_i a_{i,j},$$

то в игре отсутствует положение равновесия в чистых стратегиях, и игроки должны выбирать смешанные стратегии, т. е. попеременно использовать свои чистые стратегии с определенной вероятностью. Приведем простой пример.

Пример 1.

В качестве такого примера рассмотрим задачу о деловой встрече. Пусть два руководителя подразделений А и В договорились о деловой встрече. Руководитель А более заинтересован в результатах этой встречи, так как обсуждается план совместных работ, где А — исполнитель, а В — заказчик. А и В — занятые люди. Если А придет раньше назначенного времени, ему придется ждать прихода В и терять свое время. Свои потери в этом случае А оценивает числом (- 2). Если раньше придет В, то А придется еще хуже, так как В будет ждать, нервничать, что может отразиться числом (-5). Если А и В приходят одновременно, то потерь у них нет. Перед нами игра двух лиц с нулевой суммой. Составим платежную матрицу:

A _i	B _i	
	B ₁	B ₂
A ₁	0	-2
A ₂	-5	0

Здесь: A₁ – стратегия A₁ — прийти рано;

A₂ — стратегия A₂ — прийти поздно;

B₁ — стратегия B₁ - прийти рано;

B₂ — стратегия B₂ — прийти поздно.

Ищем оптимальную стратегию для участников игры.

Сначала проверим, нет ли у матрицы седловых точек. Рассмотрим особенности матрицы. Определяем, что минимумы в каждой строке отрица-

тельные, а максимумы в столбцах равны нулю. Это доказывает, отсутствие седловых точек у матрицы. Следовательно, надо искать оптимальные смешенные стратегии каждого из игроков. Пусть А выбирает свою первую стратегию с частотой v , а вторую с частотой $(1-v)$.

Аналогично для стратегии В обозначим частоты через χ и $(1-\chi)$.

Средний выигрыш, который получит игрок А, составляет

$$E(v, \chi) = -5\chi(1-v) - 2v(1-\chi) = 7v\chi - 2v - 5\chi.$$

Величины v и χ необходимо выбирать так, чтобы значение $E(v, \chi)$ достигло максимума.

Для этого находим

$$\frac{dE(v, \chi)}{dv} = 0; \frac{dE(v, \chi)}{d\chi} = 0.$$

Получим $7\chi - 2 = 0; 7v - 5 = 0$, т.е. $v = \frac{5}{7}; \chi = \frac{2}{7}$.

Анализируя полученные результаты, заключаем:

- к месту встречи А должен приходиться в пяти случаях из семи ранее назначенного срока, а игрок В — наоборот, должен в пяти случаях из семи опаздывать.

Пример 2.

В качестве примера игры с не противоположными интересами рассмотрим игровую модель стимулирования производства. Пусть имеется иерархическая производственная структура с двумя уровнями: на верхнем уровне - центр управления (ЦУ), а на нижнем - производство продукции (ПП). Это и есть участники игры. При решении задачи текущего планирования производства ЦУ, используя модель производственных возможностей предприятий - ПП, формирует оптимизационную задачу. Решая эту задачу, ЦУ выдает плановые задания производителям продукции. При этом ПП имеет возможности увеличения выпуска продукции и повышения ее каче-

ства. Это достигается совершенствованием системы управления, интенсификацией производства, оптимизацией технологических процессов выпуска продукции. Для реализации этих (дополнительных) возможностей ЦУ использует механизм стимулирования.

Пусть \bar{x}_i — вектор выпуска сверхплановой продукции (ПП); а y_i — вектор благ, выделяемых им за это со стороны ЦУ.

Прибыль ПП выражается как:

$$S_i = f_i(\bar{y}) - \varphi_i(\bar{x}_i, p_i); \quad i = \overline{1, n},$$

где: $\varphi_i(\bar{x}_i, p_i)$ - затраты; p_i — параметры технологического процесса ПП .

Прибыль ЦУ записывается в виде

$$S_{\text{ц}} = \Omega(x_1, x_2, \dots, x_n) - \Delta(y_1, y_2, \dots, y_n),$$

где $\Omega(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - доход от реализации сверхплановой продукции;

$\Delta(y_1, y_2, \dots, y_n)$ - расходы на стимулирование. Заметим, что функции

$f_i(\bar{y}_i)$, $\varphi_i(\bar{x}_i, p_i)$, $\Omega(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $\Delta(y_1, y_2, \dots, y_n)$ - неубывающие, кроме

того $f_i(0) = \varphi_i(0) = \Omega(0) = \Delta(0)$; $i = \overline{1, n}$, т.е. производство нулевого про-

дукта не требует каких-либо затрат ПП и не приносит дохода ЦУ. Не выделение благ (средств) для ПП означает их нулевой доход, но и не требует затрат от ЦУ. Вектор выделения благ \bar{y}_i - состоит из трех компонентов: \bar{y}_{i1} -

премии, \bar{y}_{i2} - морального поощрения, \bar{y}_{i3} - дополнительного ресурса, полученного за счет расширяющихся возможностей ПП.

На выбор \bar{x}_i и \bar{p}_i , наложены следующие ограничения:

$$H_i(\bar{x}_i, \bar{p}_i, \bar{y}_i) \geq 0, \quad i = \overline{1, n}.$$

В свою очередь, ЦУ ограничен в выборе средств для каждого из благ:

$$G_1(y_{11}, y_{21}, \dots, y_{n1}) \geq 0;$$

$$G_2(y_{21}, y_{22}, \dots, y_{n2}) \geq 0;$$

$$G_3(y_{31}, y_{32}, \dots, y_{n3}) \geq 0.$$

Таким образом, приходим к игровой постановке задачи, когда ЦУ и ПП стремятся увеличить свои критерии $S_i, S_{ц}, i = \overline{1, n}$, при удовлетворении ограничений

$$H_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad G_j, \quad j = \overline{1, 3}.$$

Приведенные примеры использования математического аппарата теории игр характеризует его как эффективный инструмент решения конфликтных ситуаций, возникающих между двумя игроками, двумя группами игроков в промышленном производстве продукции и ее реализации на рынке сбыта в условиях рыночной экономики:

- покупатель — продавец;
- заказчик — поставщик;
- руководители — исполнители и т. д.

Умение правильно решать конфликтные ситуации при управлении сложными объектами и процессами современной экономики является необходимым условием ее эффективного развития.

Теория темпов добавляет к числу рассмотренных критериев решаемых задач критерий времени их практической реализации. В современном мире темп развития нашей экономики важен как никогда (см. Приложение 3).

2.5. Модели и моделирование

Модель - это относительная истина, отображающая особенности изучаемых объектов и явлений. Вместо изучения объекта прибегают к созданию и использованию своего рода заменителя данного объекта (квазиобъекта). Процедура исследования переносится на модель, а знания, полученные при ее изучении, распространяются на реальный объект [5]. Квазиобъ-

ект в качестве реального объекта должен отвечать следующим требованиям:

- любое явление следует рассматривать в качестве модели лишь в той мере, в какой оно является источником важной информации об исследуемом объекте;

- модель должна быть подобна исследуемому объекту и воспроизводить его в упрощенном виде;

- модель должна быть гораздо более доступна для изучения, чем реальный объект.

Модели могут быть физическими и математическими.

Физическая модель имеет аналогичную моделируемому объекту природы и процессы (модели и натуры), при этом отличаются только масштабами.

Математическая модель системы — это описание ее на каком-либо формальном языке, характеризует поведение системы при помощи формальных процедур ее описания.

Математические модели весьма разнообразны. Они могут представлять системы уравнений или неравенств, описывающих характеристики объекта и параметры его движения; таблицы; графики перехода объекта из одного состояния в другие и т. д. При разработке и проектировании автоматизированных систем управления широко используют структурные и функциональные модели.

Особую роль в практике разработки АСУ играют информационные модели.

Модели бывают локальными и глобальными.

Сингулярные модели касаются одного объекта исследования. Бинарные модели охватывают два объекта в едином масштабе, например, взаимоотношения производителя и потребителей выпускаемой продукции мас-

сового спроса. Мультиплексные модели позволяют исследовать более двух объектов.

Все перечисленные модели объединяет одно важное свойство: модель - это условный образ объекта исследования, формируемый так, чтобы отобразить характеристики объекта (свойства, взаимосвязи, параметры), существенные для исследования.

Моделирование — метод исследования процессов и явлений на моделях (математических и физических) с применением теории подобия.

Математическая модель представляется системой математических выражений, описывающих характеристики объекта моделирования.

Математическое моделирование — метод исследования процессов и явлений путем построения их математических моделей и исследования этих моделей с помощью ЭВМ.

Имитационное моделирование — метод математического моделирования, при котором используют прямую подстановку чисел, имитирующих внешние воздействия, параметры и переменные процессов и явлений, имеющих вероятностный характер. Имитационное моделирование может широко использоваться при исследовании экономических процессов на отечественных предприятиях, работающих в условиях рынка, с позиций теории темпов. При этом моделирование, как метод исследования экономических процессов и объектов, включает в себя два этапа: построение модели и использование ее для исследования свойств, поведения и характеристик объекта в зависимости от времени.

Построение математических моделей состоит из следующих основных этапов:

- выделение объекта моделирования в пространстве, времени и координатах его поведения, т. е. определение граничных условий, системы ограничений;

- выбор и обоснование вида модели, идентификация;
- формализация цели исследования;
- выбор и обоснование математического метода решения задачи;
- разработка и построение алгоритма решения задачи в соответствии с выбранным математическим методом ее решения.

Таким образом, выделение объекта моделирования в фазовом пространстве координат, его поведения, тесно связано с выбранной целью решения задачи и системой ограничений.

Из анализа совокупности входных воздействий, влияющих на ход исследуемого процесса, для построения модели выбирают те величины, которые будут изменяться при решении задачи исследования. Это следующие переменные.

1) Управляющие воздействия: $u_1, u_2, \dots, u_{m-1}, u_m$, которые являются целенаправленно изменяемыми в процессе управления входными воздействиями;

2) Управляемые переменные: $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n$, которые относятся к тем выходным переменным, информация об изменении которых используется для формирования управляющих воздействий;

3) Входные воздействия: $z_1, z_2, \dots, z_{l-1}, z_l$, которые являются возмущающими воздействиями, как на объект управления, так и на систему управления.

Указанные переменные могут быть представлены следующим образом, рис.2.3.

Для описания совокупности управляющих, управляемых и возмущающих переменных целесообразно использовать векторную форму записи:

$$\bar{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

$$\bar{u} = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$$

$$\bar{z} = \{z_1, z_2, \dots, z_l\}$$

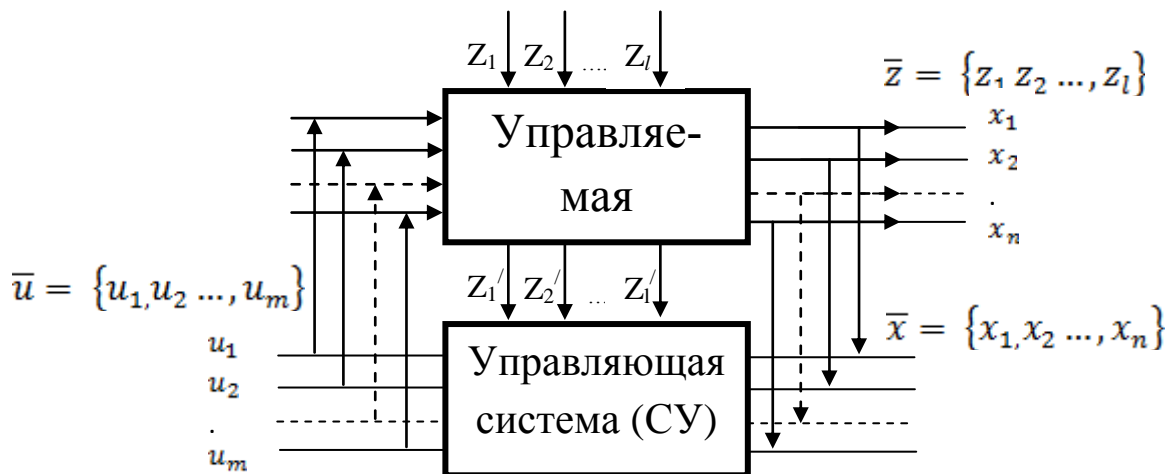


Рис.2.3

Цель разработки организационно-экономических моделей в АСУ — описание организационно-экономических процессов управления объектом (комбинатом, заводом, цехом) с учетом параметров, влияющих на процессы управления $[\bar{x}, \bar{u}, \bar{z}]$, их взаимных связей и зависимостей. При этом управление производством предприятия представляет собой выдачу командной информации $\bar{u} = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$, полученной при решении задач АСУ путем компьютерной обработки необходимых* данных $[\bar{z}, \bar{x}]$ (см. схему, рис.2.3).

Управление - это информационный процесс получения, передачи, хранения, обработки своевременных и достоверных исходных данных о состоянии объекта управления для выдачи командной информации. Разработка и построение АСУ связаны с выбором и обоснованием комплексов экономико-математических моделей задач по функциональным подсистемам, которые охватывают всю производственно- хозяйственную деятельность объекта управления. С обязательным учетом временных признаков и критериев, соответствующих требованиям теории темпов, в современных АСУ решаются следующие важнейшие задачи и проблемы:

- прогнозирование развития объекта управления (ОУ);

- перспективного планирования работы ОУ;
- текущего планирования работы ОУ;
- оперативного планирования работы транспортных средств ОУ по временным графикам;
- совершенствования функциональной структуры ОУ;
- оперативного планирования и управления работой основного производства;
- учета, контроля и анализа функционирования ОУ;
- учета и контроля поступления сырья и материалов;
- контроль качества выпускаемой продукции;
- контроль исполнительской дисциплины и качества труда персонала;
- учет работ отдела кадров и др.

Широкое применение находят математико-статистические модели, когда необходимо установить функциональную связь между несколькими переменными. Теория темпов рекомендует использовать такие модели при анализе статистических данных о работе консервных заводов пищевой перерабатывающей промышленности.

Предлагается следующее решение.

Модель представлена в следующем виде:

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4),$$

где: y - фондоотдача завода в т. на тыс. руб;

x_1 - количество переработанного сырья заводом, т;

x_2 - количество сырья, хранящегося в холодильнике, т;

x_3 - емкость холодильника, т;

x_4 - фондоотдача холодильника, в т. на тыс. руб.

Параметры модели оценивались при логарифмической связи между ними согласно функции Кобба - Дугласа, при этом уравнение регрессии имеет вид

$$y = 1,73 x_1^{-0,541} + x_2^{0,295} + x_3^{0,039} + x_4^{-0,233}.$$

Была оценена статистическая значимость коэффициентов регрессии с использованием критерия Стьюдента и по предложенной модели выбраны оптимальные условия работы предприятия.

Выбор вида модели и способа ее разработки.

Вид математической модели и способа ее разработки можно производить при помощи схемы (Таблица 2.4), представленной ниже, на основании априорной информации об объекте моделирования, степени его изученности, сведений о его функционировании и цели использования модели.

С позиций теории темпов к математическим моделям объектов управления предъявляются следующие требования:

1. Зависимости, описываемые моделью должны быть справедливы для всего расчетного интервала времени, на котором решается задача управления объектом и его частями по формуле

$$T = (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i + \dots + t_n),$$

где $i = \overline{1, n}$, n - этапы решения.

2. Модель должна охватывать все входные переменные, управляющие и возмущающие воздействия, выходные управляемые величины $x(t) = \varphi\{u(t); z(t)\}$, где $\varphi\{\dots\}$ – вектор-функция управляющих и возмущающих воздействий.

3. Математическую модель можно определить как функциональный оператор отображающий функциональное преобразование входных переменных $\{u, z\}$ в оценки выходных переменных $\{\hat{x}\}$ $\hat{x} = \hat{A}(u, z)$.

Схема выбора вида модели и способа ее разработки

Таблица 2.4 .

Подход	Теоретический		Формальный	
Вид модели	Детерминированные		Стохастические, имитационные.	
	Статические	Динамические	Статические	Динамические
Метод экспер.	Активный		Пассивный	

Причем вектор истинных выходных переменных \bar{x} отличается от выхода модели \hat{x} т. е. оператор \hat{A} является приближенной характеристикой соответствующего фактического оператора A .

Характеристики основных частей и процессов схемы выбора типа модели.

При использовании теоретического подхода модель строится на основе соотношений, вытекающих из физических законов.

При использовании формального подхода на основе принципов «черного ящика» строится стохастическая (имитационная) модель. Поэтому теоретический подход применяют, когда известны законы, которым подчиняются исследуемые процессы, протекающие в объекте моделирования. Формальный подход применяют в случаях отсутствия такой информации.

Детерминированные модели, построенные с применением теоретического подхода, имеют ряд существенных преимуществ. Их можно разрабатывать даже при отсутствии действующего объекта управления, как это бывает при проектировании. Детерминированные модели качественно более правильно характеризуют процессы, протекающие в объекте. Эти модели пригодны для обобщения свойств объектов определенного класса для прогнозирования их поведения.

Если априорная информация об объекте не обладает достаточной полнотой из-за ее значительной сложности, невозможности описать в модели все входные воздействия, а влияние ненаблюдаемых переменных на выходные координаты поведения объекта управления существенно, то используют стохастическую (имитационную) модель. Наиболее полное представление о поведении объекта управления дают динамические модели. Однако их использование требует достаточно сложных вычислительных операций. Для объектов, инерционностью которых можно пренебречь по сравнению с интервалом времени решения задачи управления, или при сравнительно малом спектре возмущений применяют статические модели. Идентификация моделей базируется на использовании активного или пассивного экспериментов. При активном эксперименте исследователь сам выбирает нужные регулярные воздействия, которые подаются на вход объекта. При этом фиксируется реакция объекта на эти регулярные входные воздействия.

При пассивном эксперименте исследователь лишь регистрирует случайные входные воздействия, возникающие при функционировании объекта, и анализирует реакцию объекта на эти воздействия.

Активные методы эксперимента требуют меньше трудозатрат и их применяют в большинстве случаев, за исключением тех, когда их использование затруднено, а именно:

- на объектах, где недопустимо целенаправленное регулярное изменение входных воздействий;
- на объектах, у которых не удастся стабилизация внешних возмущающих воздействий;
- на объектах, имеющих высокий уровень шумов (помех), при невозможности выделить в выходном сигнале объекта компонент отклика объекта на входное регулярное воздействие.

К разделу модели и моделирование имеются приложения (по последним публикациям о их использовании).

2.6. Системный анализ

В настоящий период системный анализ (СА) широко используется в таких областях науки и техники, как кибернетика, системотехника, исследование операций, теории автоматизированного управления и др. СА является основой математического аппарата теории темпов. В теории темпов система — это множество взаимосвязанных объектов и их атрибутов. В системе существуют два вида компонентов: подсистемы и элементы. Подсистема— это часть системы, которую можно подвергнуть декомпозиции на более мелкие части и компоненты. Рассматриваемый объект, являющийся неделимым с позиций некоторых характеристик системы, есть элемент системы. Подсистемы, входящие в систему, могут быть связанными между собой последовательно и параллельно. Каждая подсистема может иметь свои специфические функциональные особенности. Однако с позиций теории темпов, программы функционирования подсистем и их элементов должны способствовать выполнению стоящей перед всей системой цели. Системы функционируют и развиваются в определенной среде и времени. Среда характеризуется совокупностью всех объектов, изменение свойств которых во времени, влияет на систему. При этом под воздействием системы свойства некоторых объектов могут изменяться.

Каждая система имеет свою структуру, внутреннюю организацию ее компонентов и представляет целостное образование, между частями которого существуют определенные связи и взаимоотношения. Отношения могут быть причинно- следственными, координации функций, соподчиненности, последовательности, одновременности и т. д.

Существует три типа отношений в системе:

- интердепенция - взаимосвязь элементов и компонентов;
- детерминация - односторонняя зависимость, когда один элемент определяет другой, но не наоборот,
- конstellляция - элементы не находятся в непосредственном отношении одного с другим, но совместимы в системе.

С позиций теории темпов при создании сложной информационной системы управления целесообразно использовать принцип конstellляции, т. е. совмещение в системе управления функциональных подсистем, в состав которых входят задачи АСУ. В каждый момент времени система характеризуется некоторым множеством переменных, совокупность конкретных значений которых определяет состояние системы в целом. Для этого необходимо выбирать доминирующие переменные, которые реализуют конкретную цель управления объектом.

При системном анализе используют понятия входов и выходов. Через вход система воспринимает внешние воздействия, с помощью выхода она сама воздействует на окружающую среду. Различают два вида входов и выходов: информационные и материальные. Рассмотрим информационный аспект системного анализа.

Всякий реальный функционирующий объект имеет специфическое информационное поле, которое называется «центральной векторной». В этом поле векторы признаков- стимулов (назовем их стимулянтами) имеют центростремительное направление, а векторы признаков - реакций (назовем их информантами) направлены центробежно. Длина указанных векторов соответствует количеству информации, несомой информантами или стимулянтами. Периферийные концы этих векторов образуют решетчатую поверхность, которая делится на части: стимулянтную и информантную.

Таким образом при анализе информации исследуемого объекта образуются два подмножества векторов- признаков объекта: подмножество стимулянтов M_S и подмножество информантов M_R .

$$M_S = \{I_{S_1}, I_{S_2}, \dots, I_{S_n}\}; \quad M_R = \{I_{R_1}, I_{R_2}, \dots, I_{R_m}\},$$

где:

I_{S_i} - длина вектора i — стимулянта (количество информации);

I_{R_j} - длина вектора j — информанта (количество информации).

Системное изучение природы информационного обмена показывает, что действует закон сохранения информации, который можно сформулировать так:

Суммарное количество информации $I_{\text{вх}}$ несомое всеми стимулянтами объекта исследования, складывается из количества информации $I_{\text{вых}}$ несомой известными исследователю стимулянтами объекта, информации $I_{\text{зап}}$, запоминаемой объектом, но не выдаваемой известными исследователю информантами, и рассеиваемой, теряемой информации ΔI :

$$I_{\text{вх}} = I_{\text{вых}} + I_{\text{зап}} + \Delta I.$$

Механизм информационного обмена

Каждый объект, занятый обменом информацией, характеризуется одной из следующих ролей:

I_1 - донор, источник информации;

I_2 - акцентор, приемник информации.

Используется ассоциативно- аддитивная мера информации. Ассоциативная мера связана с семантикой, т. е. с содержанием. Аддитивная мера связана с количеством информации.

Алгоритм обмена информацией рассмотрим на следующем примере.

Пример.

1. Исходные данные.

Пусть производится обмен информацией между объектами O_1 и O_2 об объекте O_3 .

Вначале O_1 обладает информацией $I1^3$ об O_3 , а O_2 об объекте информацией об $I2^3$ об O_3 :

$$I1^3 = I1^3S_1 UI1^3S_2 UI1^3S_3 UI1^3R_1 UI1^3R_2;$$
$$I2^3 = I2^3S_2 UI2^3S_3 UI2^3S_4 UI2^3R_2 UI2^3R_3,$$

где:

IK^lS_i — количество информации о стимулянте S_i -го объекта, которым располагает K -й объект;

IK^lR_i — количество информации об информанте R_i 1-го объекта, которым располагает K -й объект.

2. Находится объединение множества признаков о O_3 , входящих в тезаурус объектов O_1 и O_2 : $M1^3UM2^3$, где

$$M1^3 = \{S1, S2, S3, S4, R1, R2, R3\}; \quad M2^3 = \{S2, S3, S4, R2, R3\}.$$

В результате получим:

$$M^3 = \{S1, S2, S3, S4, R1, R2, R3\},$$

т.е. описание структуры информационного слоя O_3 с точки зрения семантики.

3. Производится сепаратный обмен информацией между O_1 и O_2 об известных признаках O_3 с учетом семантики:

$$I_{R_j} = I1R_j U 2R_j \quad j = \overline{1,3}; \quad \Delta I_{R_j}^3 = (I2^{3*} - I2^3) / I2^3.$$

Здесь происходит ассоциативное сложение, использующее ассоциативно - аддитивную меру информации.

4. После взаимного обмена информацией объекты O_1 и O_2 будут обладать одинаковым количеством информации об O_3 :

$$I1^{3*} = I2^{3*} = I_{S_1} UI_{S_2} UI_{S_3} UI_{S_4} UI_{R_1} UI_{R_2} UI_{R_3}.$$

Если признаки объекта O_3 не коррелированы, то получаем просто аддитивную меру информации

$$I^3 = I_{S_1} + I_{S_2} + I_{S_3} + I_{S_4} + I_{R_1} + I_{R_2} + I_{R_3}$$

5. Определим эффективность процесса информационного обмена:

$$\Delta I1^3 = (I1^{3*} - I1^3) / I1^3; \quad \Delta I2^3 = (I2^{3*} - I2^3) / I2^3.$$

Имеется приложение к данному разделу (системный анализ), в котором даны концепции системного подхода, важные с точки зрения теории темпов при разработке сложных систем управления.

2.7. Метод экспертных оценок

Эвристический метод экспертных оценок используется при формировании функциональной структуры автоматизированной информационной системы в качестве одной из ее важных составных частей. При помощи контролирующей экспертной системы в составе АИС производится оценка качества результатов решения задач по функциональным подсистемам и осуществляется допуск и передача их управленческому персоналу объекта (по соответствующим уровням управления).

Это показано на схеме рис.2.4. На рисунке представлена функциональная структура АИС, в ее составе: функциональные подсистемы и задачи, контрольная экспертная система, службы управления — уровни С, Т, О; сложный многозвенный объект управления; обеспечивающие подсистемы (ИО—информационное обеспечение, МО — математическое обеспечение, ПО — программное обеспечение, КТС — комплекс технических средств, ОО — организационное обеспечение, ЭО — экономическое обеспечение).

Результаты решения задач АИС по функциональным подсистемам в виде выходных документов поступают в контрольную экспертную систему (КЭС), где производится их проверка группой экспертов и передача (в слу-

чае положительной оценки) службам управления по соответствующим уровням — С, Т, О.).

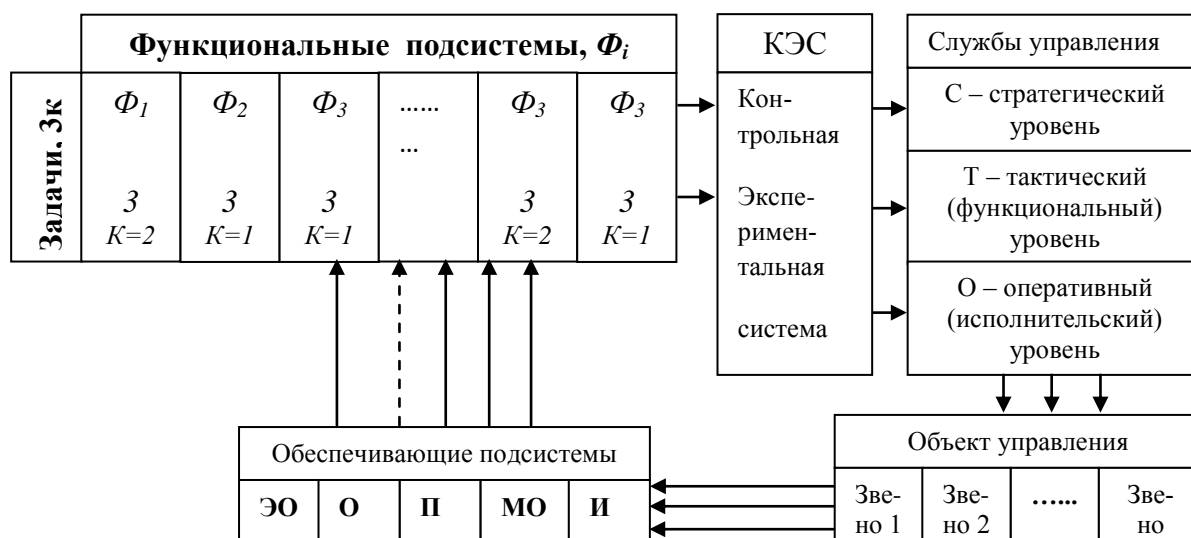


Рис.2.4 . Работа контрольной экспертной системы в АИС.

С позиций теории темпов весьма эффективен метод экспертных оценок при выборе оптимального варианта функциональной структуры АИС, ее функциональных подсистем Φ_i и задач $Зк$; звеньев сложного объекта управления $j = \overline{1, n}$, подлежащих автоматизированному управлению; обеспечивающих подсистем: ИО, МО, ПО, КТС, ОО, ЭО.

Составляется кортеж возможных вариантов структур АИС с соответствующими описаниями. Определяется глобальная цель управления объектом, при этом даются характеристики работы объекта. Эти сведения выдаются каждому из группы экспертов. Изучив предложенные данные и используя свой опыт и знания исследуемого вопроса, эксперты выдают относительные количественные оценки каждому из вариантов структур АИС.

Алгоритмическая схема метода экспертных оценок может быть представлена следующим образом (на языке МАЛ):

Алгоритм эксперт АИС.

Схема старт. 1, 1.2, 2.3, 3, 3.3, 4, 4.5, 5.1, 4.6, 6. Стоп.

Обозначения:

- 1: расчет коэффициентов эрудированных экспертов;
- 2: определение оценок структур АИС;
- 3: обсуждение оценок;
- 4: проверка результатов по статистическим критериям;
- 5: дополнение таблиц;
- 6: выбор оптимальной структуры АИС.

Рассмотрим блок-схему алгоритма, рис.2.5.

Рассмотрим содержание основных этапов метода экспертных оценок (МЭО).

- 1. Составим матрицу таблицы.

Каждому эксперту дается задание оценить эрудированность всех остальных экспертов по рассматриваемому вопросу. Оценки экспертов собираются отдельно, мнения каждого эксперта о других членах экспертной группы не доводятся до общего сведения. Наиболее эрудированному в рассматриваемом вопросе эксперту предлагается дать 10 баллов, а остальным от 9 до 0 баллов в порядке убывания эрудированности.

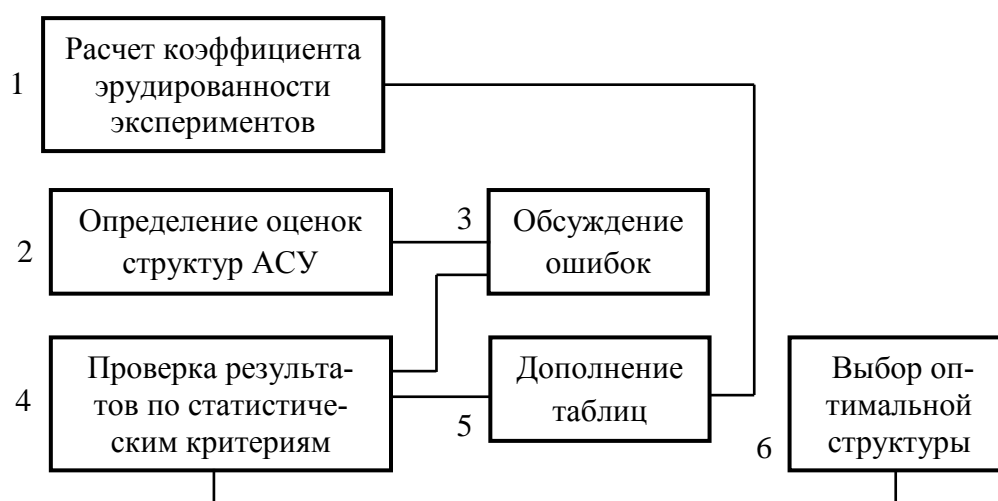


Рис.2.5. Блок-схема алгоритма

Эти оценки в таблице обозначены $R_{12}, R_{13}, \dots, R_{21}, \dots, R_{2N}$, координационное число множества экспертов.

Коэффициенты эрудированности (компетентности) экспертов можно выбирать в соответствии со следующей классификацией:

$R=0$ - эксперт незнаком с вопросом;

$R = 1 \div 3$ - эксперт плохо знаком с вопросом, но вопрос входит в сферу его интересов;

$R = 4 \div 6$ - эксперт удовлетворительно знает вопрос, но не принимает участия в его практическом решении;

$R = 7 \div 9$ - эксперт хорошо знаком с вопросом и участвует в его практическом решении;

$R = 10$ - эксперт отлично знает вопрос, который является узкой научной специализацией этого эксперта.

1. Взаимная оценка эрудированности экспертов

Матрица обрабатывается на компьютере для определения следующих статистических характеристик:

коэффициентов относительной эрудированности экспертов (Таблица 2.5);

$$\bar{R}_i = \sum_{j=1}^N R_{ij} / \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N R_{ij}; \quad 0 \leq \bar{R}_i \leq 1;$$

дисперсий оценок экспертов

$$\overline{\sigma_{R_i}^2} = \frac{\sum_{i=1}^N (R_{ij} - \bar{R}_i)^2}{N-2}; \quad i = \overline{1, N}. \quad \overline{\sigma_{R_j}^2} = \frac{\sum_{j=1}^N (R_{ij} - \bar{R}_j)^2}{N-2}; \quad j = \overline{1, N}.$$

Дисперсии $\overline{\sigma_{R_j}^2}$ дают информацию об однородности мнений коллектива о каждом эксперте в отдельности.

Дисперсии $\overline{\sigma_{R_i}^2}$ характеризуют близость оценок каждого эксперта к средним оценкам коллектива.

Таблица 2.5

№ эксп.	Номера экспертов						$\sigma^2 R_i$
	1	2	3	4	N	
1	-	R_{12}	R_{13}	R_{14}		$R_1 N$	$\overline{\sigma^2 R_1}$
2	R_{21}	-				$R_2 N$	$\overline{\sigma^2 R_2}$
3	R_{31}	R_{32}	-			$R_3 N$	$\overline{\sigma^2 R_3}$
·	·	·	·	·		·	·
·	·	·	·	·		·	·
·	·	·	·	·		·	·
N	RN_1	RN_1	RN_1	RN_1		-	$\overline{\sigma^2 R_N}$
R_j	$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	$\overline{R_3}$	$\overline{R_4}$		$\overline{R_N}$	-
$\overline{\sigma^2 R_j}$	$\overline{\sigma^2 R_1}$	$\overline{\sigma^2 R_2}$	$\overline{\sigma^2 R_3}$	$\overline{\sigma^2 R_4}$	$\overline{\sigma^2 R_N}$	-

Примечание.

Дисперсией случайной величины X называется математическое ожидание квадрата отклонения этой случайной величины от ее математического ожидания

$$D[x] = M[(x - m_x)^2]$$

Таким образом, дисперсия случайной величины есть характеристика рассеивания, разбросанности случайной величины около ее математического ожидания.

Математическим ожиданием случайной величины (СВ) называется сумма произведений всех возможных СВ на вероятность этих значений

$$M[x] = \sum_{i=1}^n x_i p_i$$

Среднее арифметическое наблюдаемых СВ равно сумме произведений всех возможных значений СВ x_i на частоты этих значений P_i^x :

$$M^* = \sum_1^n x_i P_i^*$$

2. Экспертам предлагается оценить каждый вариант (Φ_k) структуры АИС.

Наиболее предпочтительной структуре (Φ_k) дается оценка $\Phi_k = 10$ баллов, где i - номер эксперта, k - номер структуры. Составляется матрица, строки которой соответствуют номерам экспертов, а столбцы — номерам вариантов проектируемой АИС. По этой матрице получают взвешенные оценки рассматриваемых структур АИС.

$$\overline{\Phi_k} = \sum_{i=1}^N \Phi_{ik} \overline{R_i} / \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^M \Phi_{ik} \overline{R_i}; \quad 0 \leq \overline{\Phi_k} \leq 1,$$

где M — число анализируемых структур АИС.

Вычисляем дисперсии:

$$\overline{\sigma_{\Phi_k}^2} = \frac{\sum_{i=1}^N (\Phi_{ik} - \overline{\Phi_k})^2}{N-1}; \quad k = \overline{1, M}; \quad \overline{\sigma_{\Phi_i}^2} = \frac{\sum_{k=1}^M (\Phi_{ik} - \overline{\Phi_k})^2}{M-1}; \quad i = \overline{1, N}.$$

Зная значение $\overline{\sigma_{\Phi_k}^2}$, характеризуют степень конкордации мнений экспертов при оценке каждого варианта структуры АИС.

$\overline{\sigma_{\Phi_i}^2}$ дает информацию об отличии мнения каждого эксперта от мнения всей группы экспертов.

3. Анализируются полученные данные (например, по критерию Фишера) и обнаруживают резко выделяющиеся дисперсии ($\overline{\sigma_{\Phi_i}^2}$). Эксперту, с мнением которого связана отклоняющаяся от остальных значений дисперсия, представляется возможность защитить свое мнение. Подобным же образом анализируются причины аномальных значений ($\overline{\sigma_{\Phi_k}^2}$). Выявляется неоднозначность в постановке вопросов, либо наличие различных мнений экспертов.

4. Выявляется наличие согласованного мнения экспертов. Если это происходит (т. е., если - да), то на этом работа системы заканчивается — определяется оптимальная структура АИС.

5. При отсутствии согласованного мнения экспертов производится дополнение и уточнение таблиц исходных данных и повторяются этапы 1 — 4.

В таблице 2.6.представлены результаты обработки мнений десяти экспертов по выбору оптимальной структуры из шести возможных вариантов. Оптимальной оказалась структура №3.

Оценка вариантов структур АИС

Таблица 2.6

№ эксп.	\bar{R}_i	Варианты структур АСУ (рис.)						$\overline{\sigma_{\Phi_i}^2}$	Примечание
		1	2	3	4	5	6		
1	0,185	3	8	10	9	7	5	0,30	Выбирается
2	0,155	2	7	9	10	8	4	0,46	вариант
3	0,193	3	8	10	9	7	4	0,46	структуры
4	0,140	2	8	10	9	7	4	0,58	№3
5	0,088	2	7	10	9	8	5	0,22	
6	0,124	2	7	9	10	8	5	0,30	
7	0,054	4	7	9	10	8	5	0,46	
8	0,009	3	6	10	9	8	5	0,38	
9	0,015	3	7	10	9	8	6	0,34	
10	0,038	4	7	9	10	8	6	0,70	
-	$\bar{\Phi}_k$	2,8	7,2	9,6	9,4	7,7	4,9	-	
-	$\overline{\sigma_{\Phi_k}^2}$	0,59	0,40	0,257	0,256	0,23	0,544	-	
						3			

Качество решенных задач автоматизированного управления объектом, эффективность принимаемых управленческих решений, качество проектирования сложных систем и многое другое, требующее контроля и предварительных оценок при выборе оптимального варианта достигаются при

помощи метода экспертных оценок. Этот метод подкрепляет положения теории темпов в сфере принятия важных и чрезвычайно важных решений в любых предметных областях и на самых высоких уровнях разработки и управления сложными системами и процессами.

2.8. Исследование операций

С точки зрения теории темпов исследование операций - это научная подготовка принимаемых управленческих решений. Известно, что в любой целенаправленной деятельности мы имеем дело с использованием ресурсов. При этом под ресурсами подразумеваются природные ископаемые богатства страны, люди, оборудование, сырье, время, энергия, финансы и т. д. Насколько эффективно мы умеем использовать имеющиеся ресурсы, настолько полно и своевременно достигается поставленная перед организацией цель. Оптимальное распределение и использование ресурсов является наиболее общей задачей исследования операций. В одних случаях мы пытаемся при достижении поставленной цели минимизировать использование ресурсов, в других — занимаемся поиском решения задачи эффективного управления при ограниченных ресурсах. Следует отметить, что задачи оптимального распределения и использования ресурсов встречаются во многих важнейших государственных областях организационно-экономической деятельности: в производстве, сбыте готовой продукции, финансировании, торговле, обслуживании, организации научно-технических работ, военном деле и т. д.

Приведем характерные особенности метода исследования операций.

1. Системный подход к постановке и решению задач.

Решение касается рассмотрения большой задачи в целом, которая может состоять из нескольких подзадач, критерии эффективности решения выби-

раются для каждой подзадачи с точки зрения выполнения общей цели - решения большой задачи.

В задачах, решаемых методом исследования операций, находится научно обоснованный, оптимальный способ достижения поставленной цели.

Математизация исследуемой проблемной ситуации, количественные оценки при описании процессов и связей предполагают возможность использования методов эвристического программирования.

При применении методов исследования операций в конкретных научных экспериментах производимое исследование базируется на математическом моделировании (линейном, нелинейном, имитационном программировании).

2. Цель исследования операций - количественное обоснование принимаемых решений.

При решении конкретной задачи управления объектом применение методов исследования операций предполагает:

- построение математических моделей для задач принятия решений в сложных ситуациях или в условиях неопределенности;

- изучение параметров и их взаимосвязей, определяющих принятие решений,

- определение и установление критериев эффективности, позволяющих оценивать преимущества того или иного варианта действий.

3. Использование модели и оценка эффективности операций.

Для применения количественных исследования функционирования объекта или процесса необходимо построить математические модели операций. Математическая модель операции описывается с помощью определенного математического аппарата (см. выше), т. е. различного вида функ-

ций, уравнений, равенств, неравенств и т. д. При этом следует отметить, что для составления модели операции требуется:

- понимание ее сущности;
- умение применить необходимый для ее описания математический аппарат.

Эффективность операции - это степень ее приспособленности для решения конкретной задачи, количественно выражается в виде критерия эффективности целевой функции. Выбор и обоснование критериев эффективности определяет практическую ценность исследования операций.

4. Общая постановка задач исследования операций.

Все факторы, входящие в описание операций, можно разделить на две группы:

- постоянные факторы (условия проведения операции), на которые мы влиять не можем. Обозначим их через $\alpha_1, \alpha_2, \dots$;
- зависимые переменные (элементы производимого решения) x_1, x_2, \dots , которые в известных пределах мы можем выбирать по своему усмотрению.

Например, в задачах об использовании ресурсов постоянными факторами являются реальные запасы ресурсов каждого вида, производственная матрица, элементы которой определяют расход сырья каждого вида на единицу выпускаемой продукции каждого вида. Элементы решения задачи характеризуют план выпуска ассортимента и объема продукции для предприятия. Критерий эффективности решения задачи выражается некоторой целевой функцией, зависящей от факторов обеих групп. Поэтому целевую функцию Z можно записать в виде:

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, \alpha_1, \alpha, \dots).$$

Модели исследования операций классифицируются в зависимости от свойств операций и характера решаемых задач. Прежде всего, это большой класс оптимизационных моделей. Такие задачи возникают при оптимизации управления и планирования сложными экономическими системами.

Оптимизационную задачу (см. выше) можно сформулировать так. Найти переменные x_1, x_2, \dots, x_n , удовлетворяющие системе неравенств

$$\varphi_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i, i = \overline{1, 2, \dots, m}$$

и, обращающие в максимум или минимум целевую функцию

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, \alpha_1, \alpha_2, \dots) \rightarrow \max(\min), x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0.$$

Упорядоченная совокупность значений n - переменных x_1, x_2, \dots, x_n представляется вектором n - мерного пространства. Этот вектор обозначим $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, а оптимальное решение $\bar{x}_n = (x^*_1, x^*_2, \dots, x^*_n)$.

Если критерий эффективности $Z = f(x_1, x_2, \dots, \alpha_1, \alpha_2, \dots)$ представляет линейную функцию, а функции $\varphi_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ системы ограничений так же линейны, то такая задача является задачей линейного программирования. Если критерий эффективности и система ограничений задаются нелинейными функциями, то имеем дело с задачей нелинейного программирования. Если указанные функции обладают свойствами выпуклости, то задача является задачей выпуклого программирования. Если в задаче математического программирования имеется переменная времени, а критерий эффективности выражается уравнением, описывающим протекание операций во времени, то такая задача решается методом динамического программирования. Если функции f и φ зависят от параметров процесса или объекта, то задача называется задачей параметрического программирования. Если функции f и φ носят случайный характер, то задача называется задачей стохастического программирования. Эвристическое программирование позволяет существ-

венно сократить число рассматриваемых вариантов для принимаемого с точки зрения здравого смысла практического решения.

По своей содержательности типичные задачи исследования операций можно представить следующим рядом классов (рис.2.6).



Рис.2.6. Задачи исследования операций

С точки зрения теории темпов методы исследования операций (как и другие математические методы) в какой-то степени могут упростить решаемую задачу, так как жизнь богаче любой математической модели. Но тем ни менее, исследование операций — важнейшая комплексная дисциплина, реализующая актуальную для современной РФ идею математического моделирования ее экономических объектов и процессов*.

*Примечание. Это полностью соответствует решению проблемы, поставленной В.В. Путиным об цифровой экономике.

2.9. Принятие решений в условиях неопределенности

Неопределенность - является характеристикой внешней среды, в которой принимается управленческое решение о развитии или функционировании экономического объекта (предприятия).

Внешняя среда может находиться в одном из множества возможных состояний S_i , где $i = 1, n$. Возможные состояния конечны и известны, когда по их регулированию принимаются управленческие решения. Поэтому, как правило, множеству состояний объекта соответствует множество управленческих решений R_j , где $j = 1, m$. Реализация управленческого решения R , в условиях когда внешняя среда находится в S_i состоянии, приводит к определенному результату, который можно оценить, введя количественную меру оценки этого результата. В качестве такой меры может выступать либо выигрыш от принимаемого решения, либо потери от принимаемого решения, либо полезность, либо риск.

Данные, необходимые для принятия решения в условиях неопределенности, задаются в виде матрицы (рис.2.7), строки которой соответствуют возможным управленческим решениям R_j , а столбцы - возможным состояниям внешней среды.

	S_1	S_2	S_3	...	S_i	...	S_n
R_1	V_{11}	V_{12}	V_{13}		V_{1i}		V_{1n}
R_2	V_{21}	V_{22}	V_{23}		V_{2i}		V_{2n}
...							...
R_i	V_{i1}	V_{i2}	V_{i3}		V_{ii}		V_{in}
...							
R_m	V_{m1}	V_{m2}	V_{m3}	...	V_{mi}	...	V_{mn}

Рис.2.7. Матрица данных для принятия решений в условиях неопределенности

Каждому R_j и каждому S_i соответствует результат (исход), определяющий выигрыш (полезность) при выборе j -го уровня управления и реализации i -го состояния, обозначается V_{ji} .

Математическая модель задачи принятия решений определяется множеством состояний S_i , множеством принимаемых решений R_i и матрицей возможных результатов $\|V_{ji}\|$.

В качестве результатов в отдельных задачах рассматривается матрица рисков $\|r_{ji}\|$. Риск – это мера несоответствия между разными возможными результатами принятия определенных стратегий и планов действия. Элементы матрицы рисков $\|r_{ji}\|$ связаны с элементами матрицы полезности $\|V_{ji}\|$ следующим образом: $\|r_{ji}\| = V_i - V_{ij} = \max\{V_{ij}\}$. Если матрица результатов $\|V_{ji}\|$ представляет собой не матрицу выигрышей, а матрицу затрат (потерь), то элементы матрицы рисков $\|r_{ji}\|$ следует определять по формуле $\|r_{ji}\| = V_i - V_{ij}$, где $V_i = \min\{V_{ij}\}$. Таким образом, риск - это разность между результатом, который можно получить, если знать действительное состояние внешней среды, и результатом, который будет получен при j -ой стратегии.

Матрица рисков дает более наглядную картину при оценке неопределенных ситуаций, чем матрица выигрышей (полезностей). Непосредственный анализ матрицы выигрышей и матрицы рисков в общем случае можно использовать при наличии доминирующей стратегии, когда элементы матрицы выигрышей в некоторой строке больше, чем в любой другой из них. Поэтому для принятия решений в условиях неопределенности используют ряд критериев решения указанной выше общей задачи:

- критерий Лапласа;
- критерий Вальда;
- критерий Сэвиджа;

- критерий Гурвица.

Использование указанных критериев дает возможность решить задачу поддержки принятия решений в условиях неопределенности различного типа.

Критерий Лапласа.

Этот критерий опирается на принцип недостаточного основания Лапласа, согласно которому все состояния внешней среды системы $S_i, i=1, m$ полагаются равновероятными. В соответствии с этим принципом каждому состоянию S_i ставится в соответствие вероятность p . В силу равномерности всех случаев неопределенности, она может быть определена по формуле: $p_i=1/n$. При этом, исходной может рассматриваться задача принятия решений в условиях риска, когда выбирается решение R_i , дающее наибольший ожидаемый выигрыш. Для принятия решения для каждого действия Z_j вычисляют среднеарифметическое значение выигрыша:

$$M_j(R) = \frac{1}{n} \sum V_{ji}$$

Среди $M_j(R)$ выбирают максимальное значение, которое будет соответствовать оптимальной стратегии. Находят R_j соответствующее $\max\{R_j\}$,

где $R_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ji}$.

Если в исходной задаче матрица возможных результатов представлена матрицей рисков $\|r_{ij}\|$, то критерий Лапласа будет выглядеть следующим образом $\min\{R_j\}$,

$$R_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ij}, \quad R_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n J_{ij}, \quad \text{при } 1/n = m_j V_{ij}$$

Пример 1.

Транспортное предприятие должно определить уровень эффективности своих перевозных возможностей так, чтобы полностью удовлетворить спрос клиентов на транспортные услуги на планируемый период. Спрос на

транспортные услуги точно неизвестен, но прогнозируется, что он может принять одно из семи значений: 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 тыс. тонн.

Для каждого уровня спроса существует наилучший уровень перевозных возможностей транспортного предприятия, с точки зрения возможных затрат. Отклонения от этих уровней приводят к дополнительным затратам или простоям подвижного состава из-за превышения перевозных возможностей над спросом, причем из-за неполного удовлетворения спроса на транспортные услуги наблюдается нехватка транспортных средств.

Представленная ниже таблица 2.7 определяет возможные прогнозируемые затраты на развитие перевозных возможностей.

Прогнозируемые затраты на развитие перевозных возможностей

Таблица 2.7

Варианты перевозных возможностей	Варианты спроса на транспортные услуги						
	1	2	3	4	5	6	7
1	9	11	15	18	12	20	24
2	7	13	14	23	20	15	21
3	23	20	17	19	20	13	10
4	10	12	18	21	9	19	10
5	8	20	13	16	19	21	9
6	11	22	13	15	14	18	19
7	20	9	11	17	15	18	20

Требуется выбрать оптимальную стратегию работы транспортного предприятия.

Согласно условию задачи имеется 7 вариантов спроса на транспортные услуги, что равносильно наличию 7 состояний системы $S_1 \dots S_7$, известны также 7 типов стратегии перевозок $R_1 \dots R_7$. Затраты для каждой пары $S_i R_j$ заданы следующей матрицей:

Принцип Лапласа предполагает, что состояния $S_1 \dots S_7$ равновероятны, следовательно

$$P\{S_i\} = \frac{1}{n} = \frac{1}{7} = 0,143$$

	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇
R ₁	9	11	15	18	12	20	24
R ₂	7	13	14	23	20	15	21
R ₃	23	20	17	19	20	13	10
R ₄	10	12	18	21	9	19	10
R ₅	8	20	13	16	19	21	9
R ₆	11	22	13	15	14	18	19
R ₇	20	9	11	17	15	18	20

Ожидаемые затраты при различных действиях R₁.. R₇ составляют:

$$W\{R_1\} = 0,143 \cdot (9+11+15+18+12+20+24) = 15,01;$$

$$W\{R_2\} = 0,143 \cdot (7+13+14+23+20+15+21) = 16,16;$$

$$W\{R_3\} = 0,143 \cdot (23+20+17+19+20+13+10) = 17,32;$$

$$W\{R_4\} = 0,143 \cdot (10+12+18+21+9+19+10) = 14,16;$$

$$W\{R_5\} = 0,143 \cdot (8+20+13+16+19+21+9) = 15,16;$$

$$W\{R_6\} = 0,143 \cdot (11+22+13+15+14+18+19) = 16,02;$$

$$W\{R_7\} = 0,143 \cdot (20+9+11+17+15+18+20) = 15,73.$$

Оптимальная стратегия заключается в минимизации транспортных затрат, таким образом вариант R₄ дает оптимальную стратегию.

Критерий Вальда.

Применение данного критерия не требует знания вероятности состояния системы S_i. Этот критерий опирается на принцип наибольшей осторожности, поскольку он основывается на выборе наилучшей из наихудших стратегий R_j.

Если в исходной матрице V_{ji} по условию задачи результат V_{ji} представляет потери для лиц принимающих решения (ЛПР), то при выборе оптимальной стратегии используют минимаксный критерий. Для определения

оптимальной стратегии R_j необходимо в каждой строке матрицы результатов найти наибольший элемент $V_i = \max\{V_{ji}\}$, а затем выбирается действие R_j которому будет соответствовать наименьший элемент из этих наибольших элементов, т.е. действие, определяющее результат равный $W = \min_j \max_i\{V_{ji}\}$.

Если в исходной матрице V_{ji} по условию задачи результат V_{ji} представляет выигрыш для ЛПП*, то при выборе оптимальной стратегии используют максиминный критерий. Для определения оптимальной стратегии g_j необходимо в каждой строке матрицы результатов найти наименьший элемент $V_i = \min\{V_{ji}\}$, а затем выбирается действие g_j , которому будет соответствовать наибольший элемент из этих наименьших элементов, т.е. действие, определяющее результат равный $W = \max_j \min_i \{V_{ji}\}$.

Пример 2.

Решим предыдущий пример, используя критерий Вальда. Так как V_{ji} представляет собой затраты, то можно применить минимаксный критерий. Необходимые результаты вычислений можно представить в виде таблицы 2.8.

Таким образом, наилучшей стратегией развития перевозных возможностей фирмы в соответствии с минимаксным критерием будет R_7 стратегия.

Результаты вычислений по критерию Вальда

Таблица 2.8

	Затраты в денежных единицах							max	$W = \min_j \max_i\{V_{ji}\}$
	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1		
R_1	9	11	15	18	12	20	24	24	
R_2	7	13	14	23	20	15	21	23	
R_3	23	20	17	19	20	13	10	23	
R_4	10	12	18	21	9	19	10	21	
R_5	8	20	13	16	19	21	9	21	
R_6	11	22	13	15	14	18	19	22	
R_7	20	9	11	17	15	18	20	20	

Критерий Сэвиджа.

Этот критерий использует матрицу рисков $\|r_{ji}\|$. Элементы данной матрицы можно определить по формулам

$$r_{ji} = V_j - V_{ji}, \text{ где } V_i = \max_j V_{ji} \quad (1)$$

$$r_{ji} = V_{ji} - V_i, \text{ где } V_i = \min_j V_{ji} \quad (2)$$

Перепишем эти формулы в следующем виде:

$$r_{ji} = \begin{cases} \max\{V_{ji}\} - V_{ji}, & \text{если } V_{ji} - \text{выигрыш} \\ V_{ji} - \min\{V_{ji}\}, & \text{если } V_{ji} - \text{потери} \end{cases} \quad (3)$$

Это означает, что $\|r_{ji}\|$ есть разность между наилучшими значениями в столбце i и значением V_{ji} при том же i . Отметим, что независимо от того является ли V_{ji} доходом или потерями $\|r_{ji}\|$, в обоих случаях определяет величину потерь ЛПР. Следовательно, здесь можно применить к вычислению $\|r_{ji}\|$ только минимаксный критерий. При этом критерий Сэвиджа рекомендует в условиях неопределенности выбирать ту стратегию $\|r_{ji}\|$ при которой величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации, то есть когда риск максимальный.

Пример 3.

Решим пример 1, применив критерий Сэвиджа.

Вычислим элементы матрицы рисков по следующей формуле:

$$r_{ji} = V_{ji} - \min_j \{V_{ji}\}.$$

Матрица рисков							
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇
R ₁	2	2	4	3	3	7	15
R ₂	0	4	3	8	11	2	12
R ₃	16	11	6	4	11	0	1
R ₄	3	3	7	6	0	6	1
R ₅	1	11	2	1	10	8	0
R ₆	4	13	2	0	5	5	10
R ₇	13	0	0	2	6	5	11

Полученные результаты вычислений с использованием критерия минимизации риска Сэвиджа оформим в виде следующей таблицы 2.9

Результаты вычислений с использованием критерия Сэвиджа

Таблица 2.9

	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	max	W = min _j max _i {r _{ji} }
R₁	2	2	4	3	3	7	15	15	
R₂	0	4	3	8	11	2	12	12	
R₃	16	11	6	4	11	0	1	16	
R₄	3	3	7	6	0	6	1	7	
R₅	1	11	2	1	10	8	0	11	
R₆	4	13	2	0	5	5	10	13	
R₇	13	0	0	2	6	5	11	13	

Использование этого критерия привело к выбору четвертой стратегии (КД) обеспечивающей наименьшие потери (затраты) в самой неблагоприятной ситуации, когда риск был максимальным. Критерий Сэвиджа позволяет любыми путями избежать большого риска при выборе стратегии, т. е. избежать большого проигрыша, больших потерь.

Критерий Гурвица.

Этот критерий основан на двух положениях.

1. Система может находиться в самом невыгодном состоянии с вероятностью $(1 - \alpha)$.

2. Система может находиться в самом выгодном состоянии с вероятностью (α) , где (α) - коэффициент доверия.

Если результат V_{ji} представляет прибыль, полезность, выигрыш, то критерий Гурвица записывается так:

$$W_{\max} = \max_j [\alpha \max_i V_{ji} + (1-\alpha) \min_i V_{ji}] \quad (1)$$

Когда Уц представляет потери и затраты, то выбирают действия, дающие следующий результат:

$$W_{\min} = \min_j [\alpha \min_i V_{ji} + (1-\alpha) \max_j V_{ji}] \quad (2)$$

Анализируем полученные формулы, если $\alpha = 0$ получим критерий Вальда.

Если $\alpha = 1$ то приходим к решению $\min_j \max_i \{V_{ji}\}$.

Эта стратегия называется стратегией здорового оптимизма, т.е. слишком оптимистичный критерий. При принятии стратегии в условиях неопределенности критерий Гурвица устанавливает баланс между случаями крайнего пессимизма и крайнего оптимизма, путем взвешивания (оценки) обоих способов поведения соответствующими весами

(веса $(1-\alpha)$ и α , где $0 < \alpha < 1$).

Значение $\alpha = 0 \dots 1$ может определяться в зависимости от склонности ЛПР, либо к пессимизму либо к оптимизму. Наиболее разумная стратегия $\alpha = 0,5$.

Пример 4.

Транспортное предприятие должно определить уровень эффективности своих перевозных возможностей так, чтобы полностью удовлетворить спрос клиентов на транспортные услуги на планируемый период. Спрос на транспортные услуги точно неизвестен, но прогнозируется, что он может принять одно из семи значений: 10, 15, 20, 25 тыс. тонн.

Для каждого уровня спроса существует наилучший уровень перевозных возможностей транспортного предприятия, с точки зрения возможных затрат. Отклонения от этих уровней приводят к дополнительным затратам или простоям подвижного состава из-за превышения перевозных возможностей над спросом, причем из-за неполного удовлетворения спроса на транспортные услуги наблюдается нехватка транспортных средств.

Представим результаты вычислений для $\alpha = 0$:

W_i	$\min V_{ji}$	$\max V_{ji}$	$\alpha \min_i V_{ji} + (1-\alpha) \max V_{ji}$	$\min V_i$
W_1	6	24		
W_2	7	28		
W_3	15	23	23	22
W_4	15	27	27	

Представленная ниже таблица 2.10 определяет возможные прогнозируемые затраты на развитие перевозных возможностей.

Таким образом, наилучшей стратегией развития перевозных возможностей фирмы в соответствии с критерием Гурвица будет третья стратегия.

Таблица 2.10

Варианты перевозных возможностей	Варианты спроса на транспортные услуги			
	1	2	3	4
1	6	12	20	24
2	9	7	9	28
3	23	18	15	19
4	27	24	21	15

Принимая решение в условиях неопределенности ЛПР должно сделать выбор, какое из возможных решений предпочтительнее. Следует отметить, что в исследовании операций выбор критерия принятия решений достаточно сложный этап. На выбор лиц принимающих решение (ЛПР), оказывает влияние специфика задачи (система ограничений, цель), опыт ЛПР и т.д.

3. ПОСТУЛАТЫ ТЕОРИИ ТЕМПОВ И УПРАВЛЕНИЕ

Суть теории темпов — привлечение и использование науки, техники, современных технологий (в том числе и нано) для блага Человека! Человеческий интеллект — на развитие человечества. Человеческий интеллект — против гибели Человечества! Попытаться исключить из сферы деятельности человека все то, что делается во вред природе, Человеку, Человечеству. Делать это нужно немедленно, задав оптимальный темп позитивным процессам развития общества и повышения уровня жизни людей. Темп развития должен постоянно контролироваться и регулироваться при помощи новейших компьютерных систем и технологий. Иначе природа может жестоко отомстить за беспощадное ее уничтожение. Пример: лето 2010 года в Европе и особенно в России. Теория темпов и ее постулаты — попытка защиты Человека и среды его обитания.

Ниже приведены и рассмотрены пять постулатов теории темпов, направленных на стабилизацию ситуации и развитие РФ. Каждый из постулатов выбран и обоснован при помощи компьютерного моделирования и практически, проверялся при разработке сложных отечественных систем...

Постулат 1. Управляемые объекты

Управляемые объекты (отрасль, город, регион, страна) должны рассматриваться как сложные многозвенные, многоканальные, многосвязные системы, имеющие (1) глобальную цель: развитие объекта управления и (2) локальные цели всех составляющих систему звеньев и элементов: максимально способствовать выполнению глобальной цели развития объекта по функциям и задачам, возложенным на эти звенья и элементы. Звенья и элементы системы работают самостоятельно, обеспечивая требуемый разумный уровень жизни, работающих на развитие объекта управления. Звеньев, элементов, не работающих на выполнение глобальной цели системы, ме-

шающих такой работе в системе не должно быть (они должны быть ликвидированы!). Итак, постулат одной системы — это создание, построение требуемой структуры системы и ее эффективного управления. Никаких лишних элементов и паразитических звеньев в такой структуре не должно быть! Подобное построение должно подкрепляться юридически, правовым государственным порядком (законом). Такая система аналогична хорошо сыгранному оркестру, четко подчиняющемуся дирижерской палочке, при этом каждый музыкант играет свою партию на своем инструменте (без фальши и срывов). Все это сливается в основную мелодию. Иначе оркестр не звучит. Или, другой пример: современный компьютер — сложная система, состоящая из множества взаимосвязанных блоков и элементов, программного обеспечения, решающая сегодня любые задачи. В структуре компьютера нет ни лишних элементов, ни паразитных звеньев, ни срывающих работу блоков и команд (речь идет о защищенной от вирусов программе и информации). Иначе компьютер — сложнейшая техническая система, не работает... Можно привести много примеров эффективно управляемых и четко работающих сложных систем. Это — авиация, флот, космос, промышленные предприятия и автоматизированные производства и др... Качество работы этих систем зависит от оптимальности их структур и эффективности управления. В качестве примера эффективно работающей системы управления сложным промышленным объектом можно привести АСУП крупного молочного комбината г. Москвы. АСУП (автоматизированная система управления производством) городского молочного комбината управляет сложным производственно-сбытовым комплексом, в состав которого входят следующие взаимосвязанные звенья: сырьевая база, транспорт, производство (городской молочной комбинат), рынок сбыта. Кроме указанного объекта управления, в состав данной АСУП входят службы управления, функциональные подсистемы и задачи, обеспечивающие подсистемы, эксперт-

ная система анализа принимаемых управленческих решений, полученных в результате решения задач АСУП по каждой функциональной подсистеме (рис.1). Объект управления, успешно функционирующий комплекс, характеризуется ежесуточной взаимосвязанной работой сырьевой базы поставок молочного сырья с работой транспорта по его поставкам на комбинат и развозу готовой продукции более 1000 организациям - потребителям рынка сбыта, круглосуточной работой высокоавтоматизированного современного технологического оборудования комбината, выпускающего более 1000 тонн готовой молочной продукции 150 видов ассортимента в одну рабочую смену (3 смены в сутки). Службы управления комбината представляют классическую 3-х уровневую иерархическую структуру (стратегический, тактический, оперативный уровни). У каждого уровня специфические задачи по управлению объектом, которые решает по функциональным подсистемам АСУП, а окончательные командные решения помогает принимать экспертная интеллектуальная система. Особого внимания в системе заслуживают функциональные подсистемы и задачи, автоматизирующие управление всеми основными организационно-экономическими функциями производственно-хозяйственной деятельностью объекта управления. Это ежедневное решение компьютерной сетью АСУП задач маркетинга, сбыта готовой продукции, оперативного управления производством, поставок сырья, бухгалтерского учета, технико-экономического планирования, материально-технического снабжения, управления качеством, инженерного обеспечения, кадрами. Ежесуточно — более 150 задач. Обеспечивающие подсистемы - современный компьютерно-математический инструмент управления сложным объектом. В состав обеспечивающих работу интеллектуальной АСУП подсистем входят информационное обеспечение, математическое обеспечение, программное обеспечение, комплекс технических средств, организаци-

онное обеспечение, экономическое обоснование. Несколько подробнее об этом показано на рисунке 3.1.



Рис.3.1. Функциональная структура АСУП городского молочного комбината(г.Москвы)

- ЭО – экономическое обоснование;
- ОО – организационное обеспечение;
- КТС – комплексное техническое средство;
- ПО – программное обеспечение;
- МО – математическое обеспечение;
- ИО – информационное обеспечение.

Информационное обеспечение представляют постоянно поступающую достоверную и своевременную информацию об объекте управления, базы и банки данных. Математическое обеспечение включает современный математический аппарат, необходимый для разработки и решения задач

АСУП: математическое программирование, теория исследования операций, математическое моделирование, теория массового обслуживания, теория игр, теория вероятностей и математической статистики, теории принятия решений и др. Математическое обеспечение — интеллектуальный фундамент автоматизированной системы управления. Программное обеспечение включает современное системное обеспечение, системы программирования (алгоритмические языки и трансляторы), прикладное программное обеспечение, уникальное программное обеспечение. Комплекс технических средств системы на базе современных компьютеров, локальных и глобальных вычислительных сетей, и коммуникаций. Организационное обеспечение — организация построения и функционирования АСУП по важнейшим взаимосвязанным правовым, функциональным, эргономическим вопросам. Экономическое обоснование — оценка затрат на разработку, построение и эксплуатацию системы и экономического эффекта от функционирования ее на управляемом объекте. В состав АСУП входит экспертная система, предназначенная для анализа и оценки результатов решения задач АСУП по функциональным подсистемам. Экспертная интеллектуальная система гарантирует качество принимаемых управленческих решений административного персонала всех уровней управления объектом. Таким образом система построена и функционирует так, что каждая подсистема, каждое звено, каждый блок и элемент ее выполняют возложенные на них функции, направленные на выполнение глобальной цели: эффективной работы и развития объекта управления. В системе нет лишних, мешающих работе или плохо работающих элементов, осуществляется постоянный действенный кон-

троль и самоконтроль ее работы. Принципы построения и функционирования постулата один могут быть использованы для формализации самых сложных промышленных и государственных управленческих систем высокой эффективности.

Постулат 2. Обеспечение требуемого оптимального темпа развития сложной системы.

Используется современная наука об управлении: теория исследования операций, математическое программирование, теория принятия решений, системы массового обслуживания, теория игр, теория графов и др... Речь идет об оптимальном планировании работы объекта и его развития в условиях рыночной экономики так, чтобы планы эти подкреплялись необходимыми ресурсами и четко выдерживался заданный темп работы объекта. Локальные задачи АСУП по функциональным подсистемам и их реализация объектом управления по времени (t_1, t_2, \dots, t_n) должны строго соответствовать графику работы и развития объекта

$$(t_1 + t_2 + \dots + t_n \leq T_{opt}).$$

Постулат два требует обязательного соблюдения заданного темпа работы и развития объекта, как по каждой функции управления, так и по всему комплексу задач системы в соответствии с оптимальными планами, полученными с компьютерной системы. Для реализации этого требуется высокая производственная и исполнительская дисциплина. Срывы здесь недопустимы, так как тормозят и нарушают работу всей системы, выполнение ею глобальной цели.

Таким образом, идея постулата 2 является важнейшей государственной задачей для современных промышленных и хозяйственных объектов - не срывать заданных планов и темпов работы и развития. Возможности разработки оптимальных планов работы и развития объекта управления

чрезвычайно богаты и разнообразны, хорошо изучены и в настоящее время практически проверены. Процедура такова: исследуется объект управления, выявляются проблемы, которые необходимо решить для его эффективной работы и развития. Составляется список задач по функциям управления (функциональным подсистемам), которые необходимо решить при помощи средств вычислительной техники и экономико-математических методов. Формализуются математические модели решения этих задач, выбираются и обосновываются математические методы их решения, конструируются алгоритмы решения этих задач, разрабатывается программное обеспечение, реализующее решение задач на современных средствах вычислительной техники (вычислительных сетях и коммуникациях). Результаты решения

поступают в экспертную интеллектуальную систему для оценки их качества и эффективности, после чего (при положительном исходе) выдаются управленческому персоналу всех уровней планирования и управления объектом. Процесс эффективного управления объектом в заданном темпе разработки и практической реализации представлен на рисунке 3.2. Как видно из схемы, процесс достаточно сложный и напряженный по времени. Все работы по каждой из 14 позиций должны быть выполнены своевременно, а весь цикл проводимых работ должен соответствовать требуемому темпу (разработки, внедрения и реализации системы эффективного управления).

$$t_1 + t_2 + \dots + t_{14} \rightarrow \min = T_{opt} \text{ темп развития ОУ.}$$

Это - исключительно жесткий по времени подход к разработке, внедрению и эксплуатации эффективно работающего и развивающегося объекта управления. Слишком много потеряно, и другого пути у нас нет. Или новейшая технология оптимального управления и развития (постулат два), или мы никогда не станем передовым, цивилизованным, развитым, как того требует президент, государства современного Мира.

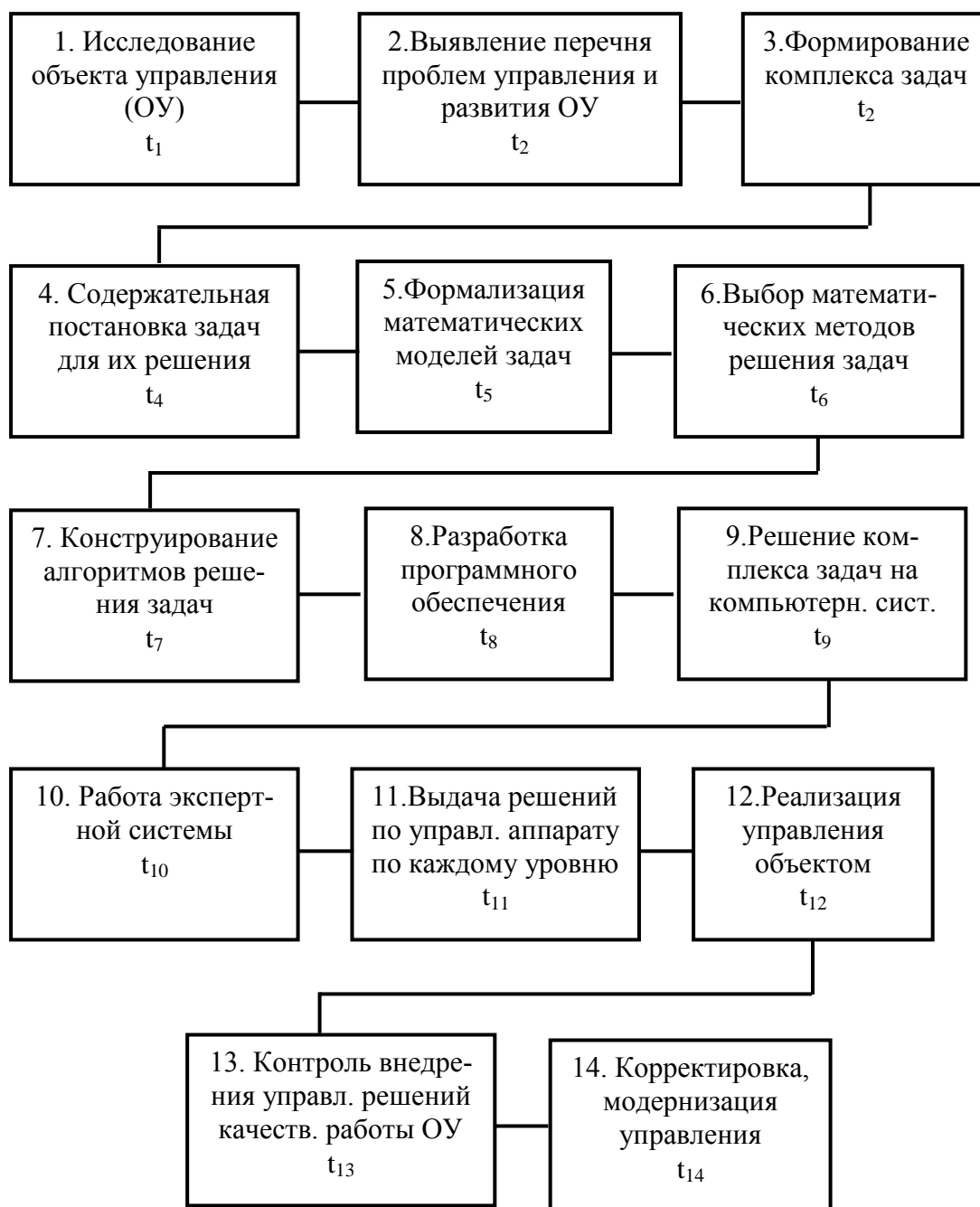


Рис.3.2. Темп разработки и внедрения оптимальной работы и развития ОУ

Постулат 3. Контроль исполнительской государственной дисциплины.

Предлагается опробованная в практике разработки и эксплуатации отечественных АСУП функциональная подсистема. Подсистема предназначена для постоянного и действенного контроля при помощи компьютерно-

коммуникационной сети всех издаваемых на стратегическом уровне управления объектом приказов, распоряжений, директивных документов, программ, в которых обязательно указываются ответственные исполнители, сроки выполнения ими работ, указанных в данных документах, руководители, издавшие и подписавшие их. Таким образом четко устанавливаются лица, издающие указанные документы, исполнители и сроки выполнения ими приказов, распоряжений, директив и программ. Все это вносится и фиксируется в банке данных АСУП и разрабатываются задачи подсистемы, реализующие постоянный и эффективный контроль исполнения. Подсистема названа «**Контроль исполнительской дисциплины**» Она позволяет записать и запомнить в банке данных АСУП все издаваемые приказы, распоряжения, директивы, кто их издавал, кто и в какие сроки должен их выполнить. Система обеспечивает автоматизированный сбор сообщений об исполнении каждым из исполнителей приказов, распоряжений, директив, фиксирует сроки исполнения, таким образом постоянно следит за соблюдением исполнительской дисциплины работающих.

Система позволяет не только фиксировать срывы исполнения приказов, распоряжений, директив, но и оценить количество и качество выполняемых персоналом объекта работ по его эффективному функционированию и развитию. Для динамичности процесса выполнения и контроля каждому исполнителю приказов, распоряжений, директив за семь дней до срока их выполнения система посылает напоминания (г. Иванов И. П. до выполнения вами приказа №... о том-то и о том-то осталось семь дней). Все выполненные в срок приказы, распоряжения, директивы система фиксирует в виде списка добросовестно работающих исполнителей. Аналогично система фиксирует не выполнивших приказы, распоряжения, директивы. При этом система анализирует причины невыполнения. Периодичность представления таких списков руководству объекта: сутки, неделя, месяц, квартал, год.

Опыт работы такой подсистемы в составе АСУП пищевых перерабатывающих предприятий (например, АСУП МПО «Молоко» г. Москвы) показал ее высокую эффективность, так как объект управления фактически был избавлен от случаев нарушения персоналом исполнительской дисциплины.

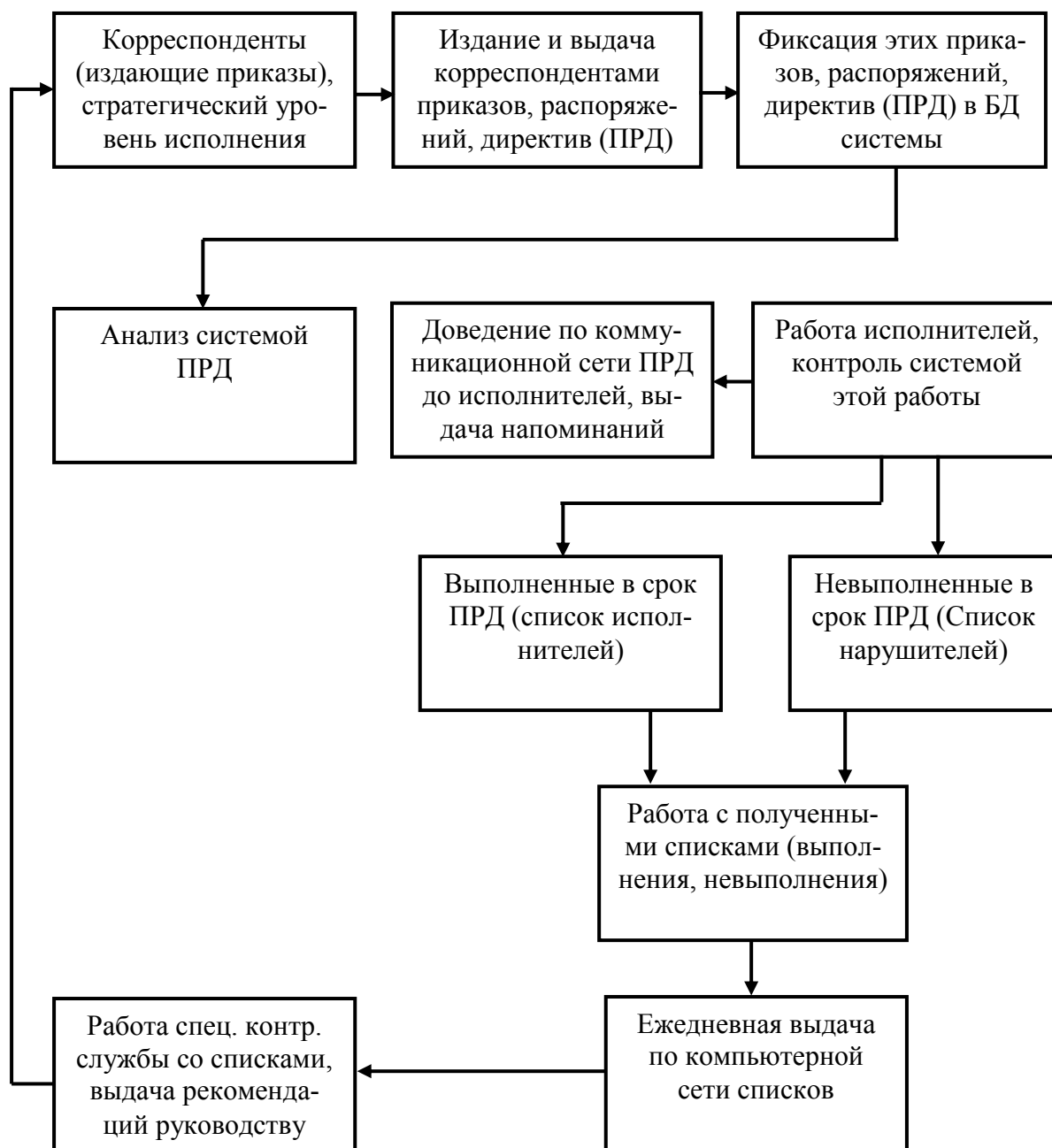


Рис.3.3. Функциональная схема компьютерно-коммуникационной системы контроля исполнительской дисциплины

Подобную систему необходимо разработать и внедрить для контроля программ, приказов, распоряжений президента и правительства РФ. Как было показано, система достаточно проста и эффективно контролирует исполнительскую дисциплину персонала любых сложных объектов.

На рисунке 3.3 представлена функциональная схема компьютерно-коммукационной системы контроля исполнительской дисциплины.

Постулат 4 . Роль первого лица объекта управления.

Кадры решают все. Эта известная и проверенная истина. Особенно, если речь идет о руководящих кадрах стратегического уровня управления, первых лицах на предприятиях, комбинатах, промышленных объединениях, регионах, городах, государстве. Успех работы объекта управления зависит от качества работы его первого руководителя, его умения самостоятельно решать вопросы и проблемы развития объекта, его модернизации на основе профессиональных знаний, большого опыта работы на объекте, собственного жизненного опыта и интуиции, личной компьютерной культуры, твердого характера и умения работать с коллективом исполнителей. Первое лицо объекта управления - это первый патриот управляемой им системы. Идея обеспечения эффективной работы объекта и его развития должна быть главной целью его жизни. Брать полноту ответственности за решение сложных вопросов управления объектом на себя, ни на кого их не перекладывать. Стратегия управления объектом — дело его первого руководителя. Только за реализацию на практике функционирования объекта отмеченных выше качеств руководитель заслуживает и пользуется уважением подчиненных. Они понимают, что руль управления сложной системой (объектом) в надежных и умных руках Человека и Патриота. На рисунке 3.4 дана схема требований к первому лицу, крупному руководителю сложными объектами и системами, без наличия которых эти объекты и системы эффективно ра-

ботать и развиваться не смогут. В этом сущность постулата четыре. Нормальный, признанный в цивилизованном системном мире путь роста карьеры от окончания ВУЗа до высокой руководящей должности сложным объектом, большим промышленным предприятием таков. Инженер, мастер, экономист, бухгалтер, старший инженер, ст.экономист, ст. мастер, ст. бухгалтер, ведущий инженер, ведущий специалист по экономическим вопросам, начальник отдела, цеха, службы, заместитель главного инженера, главного экономиста, коммерческого директора предприятия, генерального директора фирмы, генеральный директор (первое лицо предприятия, фирмы). Темп такого продвижения зависит от способностей конкретного специалиста и от эффективности его работы на каждой из занимаемых им должностей. Никаких блатных назначений, бессмысленных подвижек, незаслуженных высоких постов «для мебели» постулат 4 эффективного управления и развития объекта не допускает.

Человек, прошедший все указанные этапы, познавший и азы и большие проблемы эффективного управления сложным объектом, сложной системой является признанным лидером предприятия, объединения предприятий, отрасли промышленности, государства.



Рис.3.4. Требование к первому лицу

Именно так становятся большими, успешными руководителями крупными предприятиями, фирмами, отраслями, государством. В современном информационном, компьютерном мире имеются отработанные и проверенные практикой тесты, подтверждающие с учетом вышеизложенного назначение (или не назначение) на ту или иную должность конкретных специалистов. Мощный компьютерный отбор и контроль достойных, лучших из достойных - суть постулата четыре. Недопустимы в процессе эффективного управления и развития важнейших государственных объектов и систем на руководящих должностях совершенно не компетентные люди, какими бы хорошими парнями и друзьями они ни были! Пренебрежение постулатом четыре — это разрушение любого процесса управления, работы любого объекта, любой системы.

Постулат 5. Адаптация к внешним и внутренним воздействиям, устойчивость системы.

Грош цена тому процессу развития, той системе, тому предприятию, тому региону, в конце концов, тому государству, которые не могут защитить себя! Отсутствие эффективных ответных реакций, бессилие при воздействии внешней среды (внешних возмущений), бессилие при решении внутренних рассогласований приводят к разрушению любой системы, любого процесса развития. Практика построения и эксплуатации сложных систем показывают обязательное наличие таких возмущений, воздействующих на такие системы, так как мы живем в постоянно изменяющемся мире, влияющем на внешнюю и внутреннюю динамику функционирования и развития этих систем. Необходимо изучать глубоко и всесторонне особенности этого функционирования управляемых систем и объектов, а также эволюции внешней среды их окружающей. Эффективная система управления должна прогнозировать воздействующие внешние и внутренние возмуще-

ния, которые часто характеризуются вероятностными процессами. Методы такой диагностики хорошо изучены и используются на основе имитационных моделей, теории вероятностей и математической статистики. Система управления на основе обоснованных прогнозов должна противодействовать этим возмущающим воздействиям, обеспечивая устойчивую работу и развитие объекта управления.

Таким образом, система управления противостоит возмущающим воздействиям (от кого бы, они не исходили), от конкурентов, откровенных противников, террористов, катастроф, катаклизмов... и т. д. Таким образом, система адаптируется на воздействия внешнего мира и внутренние возмущения, обеспечивая безопасность и устойчивость работы и развития объекта управления. На рисунке 3.5 представлена схема функционирования такой системы, Развивающаяся сложная система в настоящее время не может не учитывать воздействия на нее последних достижений научно-технического прогресса в сфере управления (новейших информационных и компьютерных технологий, достижений информатики). Говоря об информатике как основной интеллектуальной базе управления, необходимо иметь в виду ее мощные основные составные части (направления).

На рисунке 3.6 показано, что представляет современная информатика, ее место и воздействие на процесс развития научно-технического прогресса. Особенно феноменален темп развития НТП по восьми указанным направлениям информатики: в год издается и выпускается более 10 тысяч томов научно-технической литературы по этим проблемам и вопросам. Держать руку на пульсе этого информационного бума - задача трудная, но необходимая. Современные сложные системы управления должны создаваться и развиваться на основе последних достижений НТП по указанным направлениям информатики, так как другого пути нет.



Рис.3. 5. Адаптация к воздействию внешних и внутренних возмущений.

Автоматизированное информационное интеллектуальное управление нужно постоянно развивать и обновлять, используя достижения НТП: по обеспечивающим подсистемам, структуре функциональных подсистем, решению новых задач АНИС, по работе экспортных систем. Важнейшим инструментом автоматизированных информационных интеллектуальных систем - АНИС являются обеспечивающие подсистемы.



Рис.3.6. Основы информатики. Воздействие научно-технического прогресса (НТП)

Их роль в выполнении требований постулата пять очень высока. Поэтому целесообразно несколько подробнее дать характеристики составных частей обеспечивающих подсистем в плане этих требований.

1) **Информационное обеспечение.** Использование новейших современных технологий при разработке и развитии этой подсистемы. Обеспечение процесса автоматизированного управления объектом своевременной и достоверной информацией о его состоянии и динамике выполняемых им производственных функций и программ. Формирование и управление базами и банком данных, разработка и использование соответственных работе объекта информационных языков и СУБД на основе современной теории информации.

2) **Математическое обеспечение** — интеллектуальная база системы управления. Использование для ее разработки и развития математического программирования, теории исследования операций, математического моделирования, теории принятия решений, теории игр, теории массового обслуживания, теории вероятностей и математической статистики, теории систем искусственного интеллекта и др....

3) **Программное обеспечение.**

Использование современного аппарата программирования: системного, систем программирования (современных алгоритмических языков), пакетов прикладных программ и библиотек стандартных программ, разработки уникальных программ для реализации на компьютерной технике алгоритмов решения задач автоматизированного управления, разработанных на основе использования математического обеспечения системы. Математическое и программное обеспечения тесно взаимосвязаны решением глобальной цели работы и развития объекта управления.

4) **Техническое обеспечение** — вычислительная техника является технической основой разработки, построения и развития системы. Для формирования оптимальной структуры комплекса технических средств автоматизированной интеллектуальной информационной системы используется математическое моделирование и теория синтеза сложных систем управления. Используются современный компьютерный парк, локальные и глобальные вычислительные сети, и коммуникации, всемирная вычислительная сеть Интернет.

5) **Организационное обеспечение.** Оно используется для эффективной организации процессов проектирования, построения, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и развития системы в современных условиях рыночной экономики. Решаются правовые, функциональные и эргономические вопросы на всех этапах разработки, внедрения и функционирования систе-

мы и ее дальнейшего развития. В успешной работе этой подсистемы очень велика, определяющая роль первого лица объекта управления (президента, генерального директора, директора). Только наделенный всей полнотой власти, ответственный, профессионально грамотный руководитель может четко решать огромное количество важнейших вопросов и проблем, связанных с проектированием, внедрением в установленный срок, функционированием и развитием системы управления и объекта управления по всем аспектам организационного обеспечения.

б) **Экономическое обоснование** разработки и функционирования системы автоматизированного, интеллектуального управления в настоящих условиях производится на всех этапах жизни, работы и развития системы. Производится предпроектное обследование объекта и существующей системы управления, на основе всесторонней диагностики и анализа ее результатов выявляются проблемы, которые требуют автоматизированного управленческого решения. Производится обоснованный выбор показателей экономической эффективности работы системы управления (управляющей и управляемой частях объекта управления). Обязателен на этапах проектирования, внедрения, эксплуатации и развития системы контроль факторов времени, оценка темпа построения и совершенствования системы производства оценка затрат и расчет экономического эффекта, полученного от функционирования автоматизированной информационной интеллектуальной системы управления управляемым объектом. Эта система постоянно изменяется, совершенствуется под воздействием окружающего ее внешнего мира, используя последние достижения науки, техники, новейших информационных технологий. В заключение на рисунке 3.7 приведены схема и логическая формула успеха предложенной выше кратко изложенной программы действий организации эффективной работы и обеспечения развития сложных государственных объектов.

**Постулаты (П₁, П₂, П₃, П₄, П₅)
и эффективное управление сложным объектом (СО)**

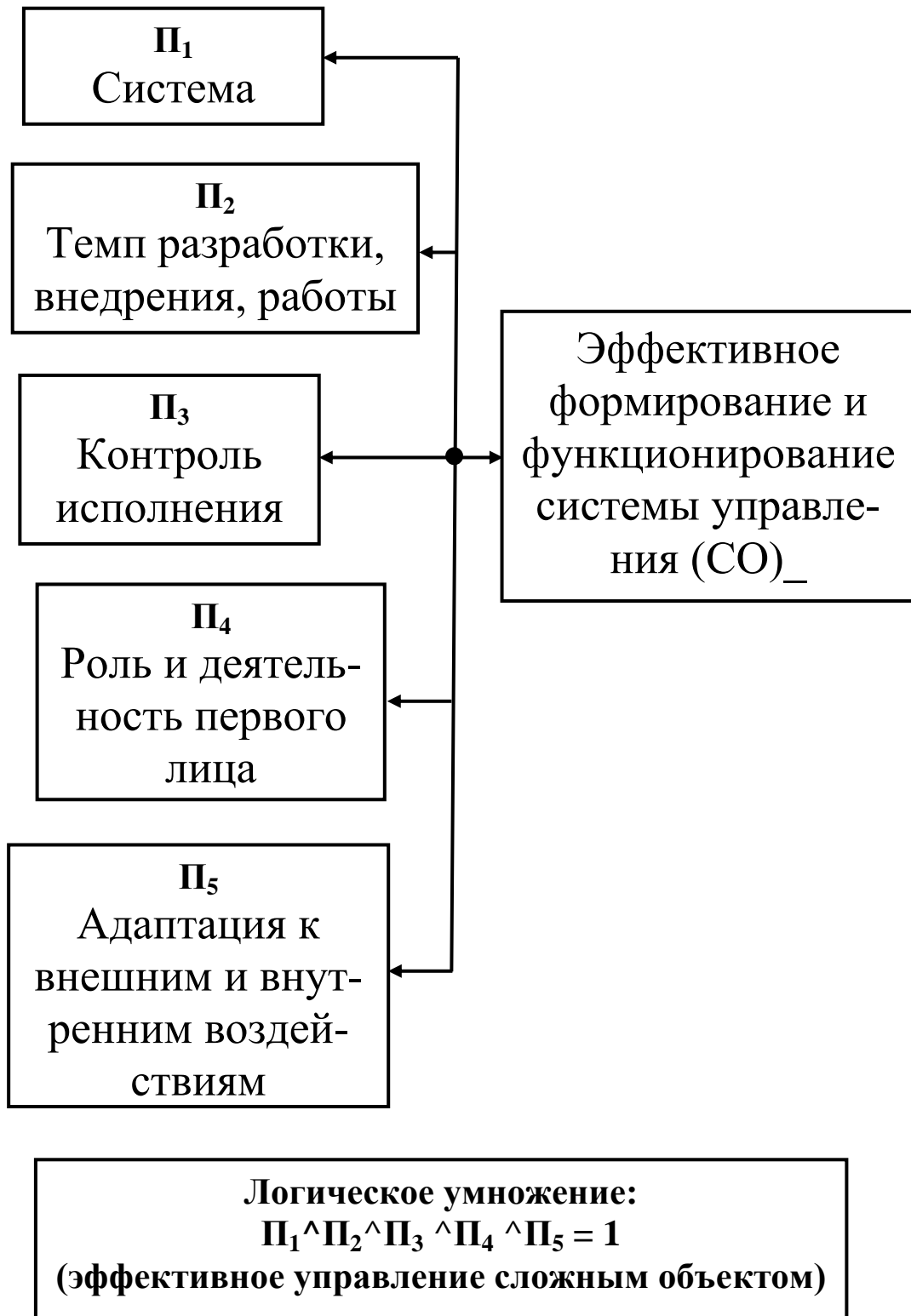


Рис..3.7. Постулаты теории темпов и управления

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

По выше изложенному материалу, целесообразно сделать следующее заключение.

1. Предложенная отечественными учеными теория темпов представляет в современных условиях РФ научный и практический интерес.
2. В основу теории предлагается положить применяемый современной наукой и техникой системный подход и апробированный математический аппарат.
3. Анализ современного состояния социально-экономической системы РФ показывает необходимость повышения эффективности ее формирования и управления на основе использования положений теории темпов.
4. Методика пяти постулатов теории темпов в управлении сложными системами, кратко изложенная в разделе 5, по мнению авторов, может быть использована при управлении и развитии экономикой РФ.
5. Достижения отечественной и мировой науки и техники направить па благо и развитие России, делать это немедленно (в оптимальном темпе).

ЛИТЕРАТУРА.

1. Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 “О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы”. ГАРАНТ.РУ:
<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71570570/#ixzz59KPGkUt9>
2. Кошелев Л. Г. АСУ на молочном предприятии. ВО Агропромиздат. 240 с. М. 1989.
3. Теория темпов и управление Россией. Институт системных исследований. Международная академия информатизации. М. 2006. 124с.
4. Б.Банди, Основы линейного программирования. М: Высшая мат., 1989г.
5. Беллман Р. Динамическое программирование. — М.: Изд-во иностранной литературы, 1960.
6. Б.Т Кузнецов Математические методы и модели исследования операций. М: Юнити, 2005г.
6. Кошелев Л. Г. Проектирование АСОИУ. М. 2002. Учебное пособие. Министерство образования РФ. МГУПБ. 138с.
7. Сорокин П.А. Система социологии. Т.2.М., 1993
8. Сафронова В.М. "Прогнозирование и моделирование в социальной работе": М.: 2002
9. Гуц А.К., Коробицын В.В., Лаптев А.А. "Социальные системы. Формализация и компьютерное моделирование" 2000.
10. Райцин В.Я. Моделирование социальных процессов 2005
11. Теория социальной работы. Под ред. Е.И. Холостовой. М.: Юристъ, 1998
12. Луков В.А. Социальное проектирование: М.: 1997
13. Белолипецкий, А. А. Экономико-математические методы [Текст] : учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений / А. А. Белолипецкий, В. А. Горелик. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 368 с.

14. Лугинин, О. Е. Экономико-математические методы и модели : теория и практика с решением задач [Текст] : учебное пособие / О. Е. Лугинин, В. Н. Фомишина. – Ростов н/Д : Феникс, 2009. – 440 с.
15. Невежин, В. П. Теория игр. Примеры и задачи [Текст] : учебное пособие / В. П. Невежин. – М.: ФОРУМ, 2012. – 128 с.
16. Слива, И. И. Применение метода теории игр для решения экономических задач [Текст] / И. И. Слива // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2013. - №1. – С. 154-162.
17. В.Н. Ашихмин и др. Введение в математическое моделирование, М: Логос, 2005г.
18. Т.Л. Партыко, И.И. Попов. Математические методы, М: Форум, 2003г.
19. Осипов Г. В. , Кузнецов В. Н. Социология и государственность. РАН. Отделение общественных наук. М. 2006. 568с.
20. Исследование операций в экономике. ЮНИИТИ. 1997. М. 408с.
21. Техническая документация по АСУП МПОМ. Типография МПОМ. М. 1996.750с.
22. Справочник проектировщика систем АУЛ. Машиностроение. М. 1976. 590с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Здесь считаем $r < n$ (система имеет бесчисленное множество решений), случай $r = n$ не интересен; в этом случае система имеет единственное решение и если оно допустимое, то автоматически становится оптимальным.

*** К системе ограничений (1) теория темпов добавляет ограничения по времени исполнения плана решения ЗЛП. Например, при решении транспортной задачи: учитывать часовой график доставки грузов потребителям.**

В системе (1') неизвестные x_1, x_2, \dots, x_r называются базисными (каждое из них входит в одно и только одно уравнение с коэффициентом + 1), остальные x_{r+1}, \dots, x_n - свободными. Допустимое решение (1') называется базисным (опорным планом), если все свободные неизвестные равны 0, а соответствующее ему значение целевой функции $f(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$ называется базисным.

В силу важности особенностей симплексной формы выразим их и словами:

а) система (1') удовлетворяет условиям:

- 1) все ограничения - в виде уравнений;
- 2) все свободные члены неотрицательны, т.е. $b_i \geq 0$.
- 3) имеет базисные неизвестные;

б) целевая функция (2') удовлетворяет условиям:

- 1) содержит только свободные неизвестные;
- 2) все члены перенесены влево, кроме свободного члена b_0 ;
- 3) обязательна минимизация (случай \max сводится к \min по формуле $\max f = - \min(-f)$).

3. Матричная форма симплекс-метода

Симплексной форме ЗЛП соответствует симплекс - матрица:

$$\left[\begin{array}{cccc|cccc|c} 1 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & a_{1,r+1} & \dots & a_{1,s} & \dots & a_{1,n} & \vdots & b_1 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & \dots & 0 & a_{2,r+1} & \dots & a_{2,s} & \dots & a_{2,n} & \vdots & b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \vdots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & \dots & 0 & a_{i,r+1} & \dots & a_{i,s} & \dots & a_{i,n} & \vdots & b_i \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \vdots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 1 & a_{r,r+1} & \dots & a_{r,s} & \dots & a_{r,n} & \vdots & b_r \\ \hline 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & c_{r+1} & \dots & c_s & \dots & c_n & \vdots & b_0 \end{array} \right]$$

Заметим, что каждому базису (системе базисных неизвестных) соответствует своя симплекс - матрица, базисное решение $x = (b_1, b_2, \dots, b_r, \dots, 0)$ и базисное значение целевой функции $f(b_1, b_2, \dots, b_r, \dots, 0) = b_0$ (см. последний столбец!).

Критерий оптимальности плана.

Если в последней (целевой) строке симплекс-матрицы все элементы не положительны, без учета последнего b_0 , то соответствующий этой матрице план оптимален, т.е. $c_j \leq 0, (j = \overline{r+1}, n) \rightarrow \min f(b_1, b_2, 0, \dots, 0) = b_0$.

Критерий отсутствия оптимальности.

Если в симплекс-матрице имеется столбец (S -й), в котором последний элемент $c_s > 0$, а все остальные элементы не положительны, то ЗЛП не имеет оптимального плана, т.е.

$$c_s > 0, c_{is} \leq 0 (i = \overline{2}, r) \Rightarrow \min .$$

Если в симплекс-матрице не выполняются оба критерия, то в поисках оптимума надо переходить к следующей матрице с помощью некоторого элемента $a_{is} > 0$ и следующих преобразований (симплексных):

- 1) все элементы i -й строки делим на элемент a_{is}^+ ;

- 2) все элементы S -го столбца, кроме $a_{is}=1$, заменяем нулями;
- 3) все остальные элементы матрицы преобразуем по правилу прямоугольника, что схематично показано на фрагменте матрицы и дано в формулах:
- 4)

$$\begin{bmatrix} \dots & a_{k1+} & \dots & a_{ks} & \dots & b_k \\ \dots & \times & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & a_{i1}^- & \dots & a_{is}^+ & \dots & b_i \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & c_1 & c_s & \dots & \dots & b_n \end{bmatrix}$$

$$a'_{kl} = a_{kb} a_{is} - a_{i1} a_{ks} = a_{k1} - a_{i1} a_{ks};$$

$$b'_k = b_k a_{is} - b_i a_{ks}; \quad c'_1 = c_1 a_{is} - c_s a_{1s}.$$

Определение.

Элемент a_{is}^+ называется разрешающим, если преобразование матрицы с его помощью обеспечивает уменьшение (невозрастание) значения, целевой функции; строка и столбец, на пересечении которых находится разрешающий элемент, также называются разрешающими.

Критерий выбора разрешающего элемента.

Если элемент a_{is}^+ удовлетворяет условию

$$b_i = \min b_k$$

$$a_{is_0} \quad a_{is_0}^+,$$

где s_0 - номер выбранного разрешающего столбца, то он является разрешающим.

4. Алгоритм симплекс-метода (по минимизации)

- 1) систему ограничений и целевую функцию ЗЛП приводим к симплексной форме;
- 2) составим симплекс-матрицу из коэффициентов системы и целевой функции в симплексной форме;
- 3) проверка матрицы на выполнение критерия оптимальности; если он выполняется, то решение закончено;
- 4) при невыполнении критерия оптимальности проверяем выполнение критерия отсутствия оптимальности; в случае выполнения последнего решение закончено - нет оптимального плана;
- 5) в случае невыполнения обоих критериев находим разрешающий элемент для перехода к следующей матрице, для чего:
 - а) выбираем разрешающий столбец по наибольшему из положительных элементов целевой строки;
 - б) выбираем разрешающую строку по критерию выбора разрешающего элемента; на их пересечении находится разрешающий элемент;
 - б) с помощью разрешающего элемента и симплекс-преобразований переходим к следующей матрице;
- 7) вновь полученную симплекс-матрицу проверяем описанным выше способом (см. п. 3).

Через конечное число шагов, как правило, получаем оптимальный план ЗЛП или его отсутствие.

Замечания.

- 1) Если в разрешающей строке (столбце) имеется нуль, то в соответствующем ему столбце (строке) элементы остаются без изменения при симплекс-преобразованиях.

2) Преобразования - вычисления удобно начинать с целевой строки; если при этом окажется, что выполняется критерий оптимальности, то можно ограничиться вычислением элементов последнего столбца.

3) При переходе от одной матрицы к другой свободные члены уравнений остаются неотрицательными; появление отрицательного члена сигнализирует о допущенной ошибке в предыдущих вычислениях.

4) Правильность полученного ответа - оптимального плана - проверяется путем подстановки значений базисных неизвестных в целевую функцию; ответы должны совпасть.

5. Геометрическая интерпретация ЗЛП и графический метод решения (при двух неизвестных)

Система ограничений ЗЛП геометрически представляет собой многоугольник или многоугольную область как пересечение полуплоскостей - геометрических образов неравенств системы.

Целевая функция $f = c_1x_1 + c_2x_2$ геометрически изображает семейство параллельных прямых, перпендикулярных вектору $\bar{n} (c_1, c_2)$.

Теорема. При перемещении прямой целевой функции в направлении вектора \bar{n} значения целевой функции возрастают, в противоположном направлении убывают.

На этих утверждениях основан графический метод решения ЗЛП. метода решения ЗЛП.

6. Алгоритм графического метода решения ЗЛП.

1) В системе координат построить прямые по уравнениям, соответствующим каждому неравенству системы ограничений.

2) Найти полуплоскости решения каждого неравенства системы (обозначить стрелками).

3) Найти многоугольник (многоугольную область) решений системы ограничений как пересечение полуплоскостей.

5) Построить вектор $\bar{n}(c_1, c_2)$ по коэффициентам целевой функции

$$f = c_1x_1 + c_2x_2 .$$

6) В семействе параллельных прямых целевой функции выделить одну, например, через начало координат.

7) Перемещать прямую целевой функции параллельно самой себе по области решения, достигая $\max f$ при движении вектора \bar{n} и $\min f$ при движении в противоположном направлении.

8) найти координаты точек \max и \min по чертежу и вычислить значения функции в этих точках (ответы).

7. Постановка транспортной задачи.

Приведем экономическую формулировку транспортной задачи по критерию стоимости.

Однородный груз, имеющийся в m пунктах отправления (производства) A_1, A_2, \dots, A_m соответственно в количествах a_1, a_2, \dots, a_m единиц.

Требуется доставить в каждый из n пунктов назначения (потребления) B_1, B_2, \dots, B_n соответственно в количествах b_1, b_2, \dots, b_n единиц. Стоимость перевозки (тариф) единицы продукта из A_i в B_j , известна для всех маршрутов $A_i B_j$ и равна C_{ij} ($i=1, m; j=1, n$).

Требуется составить такой план перевозок, при котором весь груз из пунктов отправления вывозиться и запросы всех пунктов потребления удовлетворяются (закрытая модель), а суммарные транспортные расходы минимальны.

Условия задачи удобно располагать в таблицу, вписывая в клетки количество перевозимого груза из A_j в B_j груза $X_{ij} \geq 0$, а в маленькие клетки - соответствующие тарифы C_{ij} .

8. Математическая модель транспортной задачи.

Из предыдущей таблицы легко усматривается и составляется математическая модель транспортной задачи для закрытой модели

$$\left(\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j\right).$$

Число $r = m + n - 1$, равное рангу системы (1), называется рангом транспортной задачи. Если число заполненных клеток ($X_{ij} \neq 0$) в таблице равно r , то план называется невырожденным, а если это число меньше r , то план вырожденный. В этом случае в некоторые клетки вписывается столько нулей (условно заполненные клетки), чтобы общее число заполненных клеток было равно r .

Таблица

Потребители Поставщики	B_1	B_2	...	B_n	Запасы
A_1	X_{11} C_{11}	X_{12} C_{12}	...	X_{1n} C_{1n}	a_1
A_2	X_{21} C_{21}	X_{22} C_{22}	...	X_{2n} C_{2n}	a_2
...
A_m	X_{m1} C_{m1}	X_{m2} C_{m2}	...	X_{mn} C_{mn}	a_m
Потребности	b_1	b_2	...	b_n	...

Случай открытой модели $\sum a_i \neq \sum b_j$ легко сводится к закрытой модели путем введения фиктивного потребителя V_{n+1} с потребностью $b_{n+1} = \sum a_i - \sum b_j$, либо - фиктивного поставщика A_{m+1} с запасом $a_{m+1} = \sum b_j - \sum a_i$, при этом тарифы фиктивных участников принимаются равными 0.

9. Способы составления 1-таблицы (опорного плана)

1. Способ северо-западного угла (диагональный).

Сущность способа заключается в том, что на каждом шаге заполняется левая верхняя клетка (северо-западная) оставшейся части таблицы, причем максимально возможным числом: либо полностью вывозиться груз из A_i либо полностью удовлетворяется потребность B_j . Процедура продолжается до тех пор, пока на каком-то шаге не исчерпаются запасы a_j и не удовлетворяются потребности b_j . В заключение проверяют, что найденные компоненты плана X_{ij} удовлетворяют горизонтальным и вертикальным уравнениям и что выполняется условие не вырожденности плана.

2. Способ наименьшего тарифа.

Сущность способа в том, что на каждом шаге заполняется та клетка оставшейся части таблицы, которая имеет наименьший тариф; в случае наличия нескольких таких равных тарифов заполняется любая из них. В остальном действуют аналогично предыдущему способу.

10. Метод потенциалов решения транспортной задачи

Определение: потенциалами решения называются числа $\alpha_i \rightarrow A_i, \beta_j \rightarrow B_j$, удовлетворяющие условию $\alpha_i + \beta_j = C_{ij}$ (*) для всех заполненных клеток (i,j).

Соотношения (*) определяют систему из $m+n-1$ линейных уравнений с $m+n$ неизвестными, имеющую бесчисленное множество решений; для ее определенности одному неизвестному придают любое число (обычно $\alpha_i = 0$), тогда все остальные неизвестные определяются однозначно.

Критерий оптимальности.

Если известны потенциалы решения X_0 транспортной задачи и для всех незаполненных клеток выполняются условия $\alpha_i + \beta_j = C_{ij}$, то X_0 является оптимальным планом транспортной задачи.

Если план не оптимален, то необходимо перейти к следующему плану (таблице) так, чтобы транспортные расходы не увеличились.

Определение: циклом пересчета таблицы называется последовательность клеток, удовлетворяющая условиям:

- 1) одна клетка пустая, все остальные заняты;
- 2) любые две соседние клетки находятся в одной строке или в одном столбце;
- 3) никакие 3 соседние клетки не могут быть в одной строке или в одном столбце.

Пустой клетке присваивают знак « + », остальным - поочередно знаки « - » и « + ».

Для перераспределения плана перевозок с помощью цикла перерасчета сначала находят незаполненную клетку (r, s) , в которой $\alpha_r + \beta_s > C_{rs}$ и строят соответствующий цикл; затем в минусовых клетках находят число $X = \min\{X_{jj}\}$.

Далее составляют новую таблицу по следующему правилу:

- 1) в плюсовые клетки добавляем X ;

- 2) из минусовых клеток отнимаем X ;
- 3) все остальные клетки вне цикла остаются без изменения.

Получим новую таблицу, дающую новое решение X , такое, что $f(X_1) \leq f(X_0)$; оно снова проверяется на оптимальность через конечное число шагов, обязательно найдем оптимальный план транспортной задачи, ибо он всегда существует.

11. Алгоритм метода потенциалов

- 1) проверяем тип модели транспортной задачи и в случае открытой модели сводим ее к закрытой;
- 2) находим опорный план перевозок путем составления 1-й таблицы одним из способов - северо-западного угла или наименьшего тарифа;
- 3) проверяем план (таблицу) на удовлетворение системе уравнений и на не вырожденность; в случае вырождения плана добавляем условно заполненные клетки с помощью « 0 »;
- 4) проверяем опорный план на оптимальность, для чего:
 - а) составляем систему уравнений потенциалов по заполненным клеткам;
 - б) находим одно из ее решений при $\alpha_1 = 0$;
 - в) находим суммы $\alpha_i + \beta_j = C'_{ij}$ («косвенные тарифы») для всех пустых клеток;
 - г) сравниваем косвенные тарифы с истинными: если косвенные тарифы не превосходят соответствующих истинных ($C'_{ij} \leq C_{ij}$) во всех пустых клетках, то план оптимален (критерий оптимальности). Решение закончено: ответ дается в виде плана перевозок последней таблицы и значения $\min f$. Если критерий оптимальности не выполняется, то переходим к следующему шагу.

5) Для перехода к следующей таблице (плану):

а) выбираем одну из пустых клеток, где косвенный тариф больше истинного ($C'_{ij} = \alpha_i + \beta_j > C_{ij}$);

б) составляем цикл пересчета для этой клетки и расставляем знаки « + », « - » в вершинах цикла путем их чередования, приписывая пустой клетке « + »;

в) находим число перерасчета по циклу: число $X = \min\{X_{ij}\}$, где X_{ij} - числа в заполненных клетках со знаком « - »;

г) составляем новую таблицу, добавляя X в плюсовые клетки и отнимая X из минусовых клеток цикла.

д) см. п. 3 и т.д.

Через конечное число шагов (циклов) обязательно приходим к ответу, ибо транспортная задача всегда имеет решение.

12. Алгоритмы

Слово "Алгоритм" происходит от algorithmi - латинского написания имени аль-Хорезми, под которым в средневековой Европе знали величайшего математика из Хорезма (город в современном Узбекистане) - Мухаммеда бен Мусу, жившего в 783-850 гг.

В своей книге "Об индийском счете" он сформулировал правила записи натуральных чисел с помощью арабских цифр и правила действий над ними столбиком. В дальнейшем алгоритмом стали называть **точное предписание, определяющее последовательность действий, обеспечивающую получение требуемого результата из исходных данных.**

Алгоритм может быть предназначен для выполнения его человеком или автоматическим устройством. Создание алгоритма, пусть даже самого простого - процесс творческий. Он доступен исключительно живым существам, а долгое время считалось, что только человеку. Другое дело - реали-

зация уже имеющегося алгоритма. Ее можно поручить субъекту или объекту, который не обязан вникать в существо дела, а возможно, и не способен его понять. Такой субъект или объект принято называть **формальным исполнителем**. Примером формального исполнителя может служить стиральная машина-автомат, которая неукоснительно исполняет предписанные ей действия, даже если вы забыли положить в нее порошок. Человек тоже может выступать в роли формального исполнителя, но в первую очередь формальными исполнителями являются различные автоматические устройства, включая компьютер.

Каждый алгоритм создается в расчете на вполне конкретного исполнителя. Те действия, которые может совершать исполнитель, называются его **допустимыми действиями**. Совокупность допустимых действий образует **систему команд исполнителя**. Алгоритм должен содержать только те действия, которые допустимы для данного исполнителя.

Объекты, над которыми исполнитель может совершать действия, образуют так называемую **среду исполнителя**. Для алгоритмов, встречающихся в математике, средой того или иного исполнителя могут быть числа разной природы - натуральные, действительные и т.п., буквы, буквенные выражения, уравнения, тождества и т.п.

Данное выше определение алгоритма нельзя считать строгим. Не вполне ясно, что такое "точное предписание" или "последовательность действий, обеспечивающая получение требуемого результата". Поэтому обычно формулируют несколько общих свойств алгоритмов, позволяющих отличать алгоритмы от других инструкций.

Таковыми свойствами являются:

- **дискретность** (прерывность, отдельность) - алгоритм должен представлять процесс решения задачи как последовательное выполнение простых (или ранее определенных) шагов. Каждое действие, предусмотренное

алгоритмом, исполняется только после того, как закончилось исполнение предыдущего;

- **определенность** - каждое правило алгоритма должно быть четким, однозначным и не оставлять места для произвола. Благодаря этому свойству выполнение алгоритма носит механический характер и не требует никаких дополнительных указаний или сведений о решаемой задаче;

- **результативность** (конечность) - алгоритм должен приводить к решению задачи за конечное число шагов;

- **массовость** - алгоритм решения задачи разрабатывается в общем виде, то есть, он должен быть применим для некоторого класса задач, различающихся только исходными данными. При этом исходные данные могут выбираться из некоторой области, которая называется областью применимости алгоритма.

На основании этих свойств иногда дается определение алгоритма, например, “Алгоритм - это последовательность математических, логических или вместе взятых операций, отличающихся детерминированностью, массовостью, направленностью и приводящая к решению всех задач данного класса за конечное число шагов.” Такая трактовка понятия “алгоритм” является неполной и неточной. Во-первых, неверно связывать алгоритм с решением какой-либо задачи. Алгоритм вообще может не решать никакой задачи. Во-вторых, понятие “массовость” относится не к алгоритмам как к таковым, а к математическим методам в целом. Решение поставленных практикой задач математическими методами основано на абстрагировании - мы выделяем ряд существенных признаков, характерных для некоторого круга явлений, и строим на основании этих признаков математическую модель, отбрасывая несущественные признаки каждого конкретного явления. В этом смысле любая математическая модель обладает свойством массовости.

Если в рамках построенной модели мы решаем задачу и решение представляем в виде алгоритма, то решение будет “массовым” благодаря природе математических методов, а не благодаря “массовости” алгоритма.

Разъясняя понятие алгоритма, часто приводят примеры “бытовых алгоритмов”: вскипятить воду, открыть дверь ключом, перейти улицу и т. д.: рецепты приготовления какого-либо лекарства или кулинарные рецепты являются алгоритмами. Но для того, чтобы приготовить лекарство по рецепту, необходимо знать фармакологию, а для приготовления блюда по кулинарному рецепту нужно уметь варить. Между тем исполнение алгоритма - это бездумное, автоматическое выполнение предписаний, которое в принципе не требует никаких знаний. Если бы кулинарные рецепты представляли собой алгоритмы, то у нас просто не было бы такой специальности - повар.

Правила выполнения арифметических операций или геометрических построений представляют собой алгоритмы. При этом остается без ответа вопрос, чем же отличается понятие алгоритма от таких понятий, как “метод”, “способ”, “правило”. Можно даже встретить утверждение, что слова “алгоритм”, “способ”, “правило” выражают одно и то же (т.е. являются синонимами), хотя такое утверждение, очевидно, противоречит “свойствам алгоритма”.

Само выражение - “свойства алгоритма” некорректно. Свойствами обладают объективно существующие реальности. Можно говорить, например, о свойствах какого-либо вещества. Алгоритм - искусственная конструкция, которую мы сооружаем для достижения своих целей. Чтобы алгоритм выполнил свое предназначение, его необходимо строить по определенным правилам. Поэтому нужно говорить не о свойствах алгоритма, а о правилах построения алгоритма, или о требованиях, предъявляемых к алгоритму.

Первое правило.

При построении алгоритма, прежде всего, необходимо задать множество объектов, с которыми будет работать алгоритм. Формализованное (закодированное) представление этих объектов носит название данных. Алгоритм приступает к работе с некоторым набором данных, которые называются входными, и в результате своей работы выдает данные, которые называются выходными.

Таким образом, алгоритм преобразует входные данные в выходные. Это правило позволяет сразу отделить алгоритмы от “методов” и “способов”. Пока мы не имеем формализованных входных данных, мы не можем построить алгоритм.

Второе правило.

Для работы алгоритма требуется память. В памяти размещаются входные данные, с которыми алгоритм начинает работать, промежуточные данные и выходные данные, которые являются результатом работы алгоритма. Память является дискретной, т.е. состоящей из отдельных ячеек. Поименованная ячейка памяти носит название переменной. В теории алгоритмов размеры памяти не ограничиваются, т. е. считается, что мы можем предоставить алгоритму любой необходимый для работы объем памяти.

В школьной “теории алгоритмов” эти два правила не рассматриваются. В то же время практическая работа с алгоритмами (программирование) начинается именно с реализации этих правил. В языках программирования распределение памяти осуществляется декларативными операторами (операторами описания переменных). В языке Бейсик не все переменные описываются, обычно описываются только массивы. Но все равно при запуске программы транслятор языка анализирует все идентификаторы в тексте программы и отводит память под соответствующие переменные.

Третье правило - дискретность.

Алгоритм строится из отдельных шагов (действий, операций, команд). Множество шагов, из которых составлен алгоритм, конечно.

Четвертое правило - детерминированность.

После каждого шага необходимо указывать, какой шаг выполняется следующим, либо давать команду остановки.

Пятое правило - сходимость (результативность).

Алгоритм должен завершать работу после конечного числа шагов. При этом необходимо указать, что считать результатом работы алгоритма.

Итак, алгоритм - неопределяемое понятие теории алгоритмов. Алгоритм каждому определенному набору входных данных ставит в соответствие некоторый набор выходных данных, т. е. вычисляет (реализует) функцию. При рассмотрении конкретных вопросов в теории алгоритмов всегда имеется в виду какая-то конкретная модель алгоритма.

Любая работа на компьютере - это есть обработка информации. Работу компьютера можно схематически изобразить следующим образом:



“Информация” слева и “информация” справа - это разные информации.

Компьютер воспринимает информацию извне и в качестве результата своей работы выдает новую информацию. Информация, с которой работает компьютер, носит название “данные”.

Компьютер преобразует информацию по определенным правилам. Эти правила (операции, команды) заранее занесены в память компьютера. В совокупности эти правила преобразования информации называются алго-

ритмом. Данные, которые поступают в компьютер, называются входными данными. Результат работы компьютера - выходные данные.

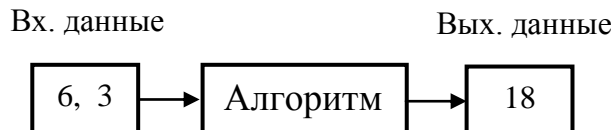
Таким образом, алгоритм преобразует входные данные в выходные:



Теперь можно поставить вопрос: а может ли человек обрабатывать информацию? Конечно, может. В качестве примера можно привести обычный школьный урок.

Учитель задает вопрос (входные данные), ученик отвечает (выходные данные).

Самый простой пример: учитель дает задание – умножить 6 на 3 и результат записать на доске. Здесь числа 6 и 3 – входные данные, операция умножение – алгоритм, результат – выходные данные.



Вывод.

Решение математических задач - частный случай преобразования информации. Компьютер (по-английски означает вычислитель, на русском языке - ЭВМ, электронная вычислительная машина) был создан как раз для выполнения математических расчетов.

Рассмотрим следующую задачу.

Длина класса 7 метров, ширина - 5 метров, высота - 3 метра. В классе 25 учеников. Сколько кв. м площади и сколько куб. м воздуха приходится на одного ученика ?

Решение задачи:

1. Вычислить площадь класса:

$$7 \times 5 = 35 \text{ (м}^2\text{)}.$$

2. Вычислить объем класса:

$$35 \times 3 = 105 \text{ (м}^3\text{)}.$$

3. Вычислить, сколько квадратных метров площади приходится на одного ученика:

$$85 : 25 = 1,4 \text{ (м}^2\text{)}.$$

4. Вычислить, сколько куб. метров воздуха приходится на одного ученика:

$$105 : 25 = 4,2 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Ответ: на одного ученика приходится 1,4 кв. метров площади и 4,2 куб. метров воздуха.

Если теперь убрать вычисления и оставить только “действия”, то получим алгоритм - перечень операций, которые необходимо выполнить, чтобы решить данную задачу.

Получается, что при решении любой математической задачи мы составляем алгоритм решения. Но прежде мы сами и выполняли этот алгоритм, то есть доводили решение до ответа. Теперь же мы будем только писать, что нужно сделать, но вычисления проводить не будем. Вычислять будет компьютер. Наш алгоритм будет представлять собой набор указаний (команд) компьютеру.

Когда мы вычисляем какую-либо величину, мы записываем результат на бумаге. Компьютер записывает результат своей работы в память в виде переменной. Поэтому каждая команда алгоритма должна включать указание, в какую переменную записывается результат. Алгоритм решения нашей задачи будет выглядеть так:

1. Вычислить площадь класса и записать в переменную S.

2. Вычислить объем класса и записать в переменную V.

3. Вычислить, сколько квадратных метров площади приходится на одного ученика и записать в переменную S1.

4. Вычислить, сколько куб. метров воздуха приходится на одного ученика и записать в переменную V1.

Вывести на экран значения переменных S1 и V1.

Теперь остается только перевести команды алгоритма с русского языка на язык, понятный компьютеру, и получится программа. Программирование - это есть перевод алгоритма с “человеческого” языка на “компьютерный” язык.

Трактовка работы алгоритма, как преобразования входных данных в выходные, естественным образом подводит нас к рассмотрению понятия “постановка задачи”.

Для того, чтобы составить алгоритм решения задачи, необходимо из условия выделить те величины, которые будут входными данными и четко сформулировать, какие именно величины требуется найти. Другими словами, условие задачи требуется сформулировать в виде “Дано ... Требуется” - это и есть постановка задачи.

Алгоритм применительно к вычислительной машине - точное предписание, т.е. набор операций и правил их чередования, при помощи которого, начиная с некоторых исходных данных, можно решить любую задачу фиксированного типа.

Виды алгоритмов как логико-математических средств отражают указанные компоненты человеческой деятельности и тенденции, а сами алгоритмы в зависимости от цели, начальных условий задачи, путей ее решения, определения действий исполнителя подразделяются следующим образом:

- **механические алгоритмы**, или иначе детерминированные, жесткие (например, алгоритм работы машины, двигателя и т.п.);

- **гибкие алгоритмы**, например, стохастические, т.е. вероятностные и эвристические.

Механический алгоритм задает определенные действия, обозначая их в единственной и достоверной последовательности, обеспечивая тем самым однозначный требуемый или искомый результат, если выполняются те условия процесса, задачи, для которых разработан алгоритм.

Вероятностный (стохастический) алгоритм дает программу решения задачи несколькими путями или способами, приводящими к вероятному достижению результата.

Эвристический алгоритм (от греческого слова “эврика”) - это такой алгоритм, в котором достижение конечного результата программы действий однозначно не предопределено, так же как не обозначена вся последовательность действий, не выявлены все действия исполнителя. К эвристическим алгоритмам относят, например, инструкции и предписания. В этих алгоритмах используются универсальные логические процедуры и способы принятия решений, основанные на аналогиях, ассоциациях и прошлом опыте решения схожих задач.

Линейный алгоритм - набор команд (указаний), выполняемых последовательно во времени друг за другом.

Разветвляющийся алгоритм - алгоритм, содержащий хотя бы одно условие, в результате проверки которого ЭВМ обеспечивает переход на один из двух возможных шагов.

Циклический алгоритм - алгоритм, предусматривающий многократное повторение одного и того же действия (одних и тех же операций) над новыми исходными данными. К циклическим алгоритмам сводится большинство методов вычислений, перебора вариантов.

Цикл программы - последовательность команд (серия, тело цикла), которая может выполняться многократно (для новых исходных данных) до удовлетворения некоторого условия.

На рисунке 1 продемонстрированы в условных обозначениях схемы основных конструкций алгоритмов:

(а) - линейного алгоритма;

(б), (в), (г) - разветвляющихся алгоритмов (б - ответвление, в - раздвоение, г - переключение);

(д), (е), (ж) - циклических алгоритмов ((д), (ж) - проверка в начале цикла, (е) - проверка в конце цикла).

Вспомогательный (подчиненный) **алгоритм** (процедура) - алгоритм, ранее разработанный и целиком используемый при алгоритмизации конкретной задачи. В некоторых случаях при наличии одинаковых последовательностей указаний (команд) для различных данных с целью сокращения записи также выделяют вспомогательный алгоритм.

На всех этапах подготовки к алгоритмизации задачи широко используется структурное представление алгоритма.

Структурная (блок-, граф-) **схема алгоритма** - графическое изображение алгоритма в виде схемы связанных между собой с помощью стрелок (линий перехода) блоков - графических символов, каждый из которых соответствует одному шагу алгоритма. Внутри блока дается описание соответствующего действия.

Графическое изображение алгоритма (рис.1) широко используется перед программированием задачи вследствие его наглядности, т.к. зрительное восприятие обычно облегчает процесс написания программы, ее корректи-

ровки при возможных ошибках, осмысливание процесса обработки информации.

Можно встретить даже такое утверждение: “Внешне алгоритм представляет собой схему - набор прямоугольников и других символов, внутри которых записывается, что вычисляется, что вводится в машину и что выдается на печать и другие средства отображения информации “. Здесь форма представления алгоритма смешивается с самим алгоритмом.

Принцип программирования “сверху вниз” требует, чтобы блок-схема поэтапно конкретизировалась и каждый блок “расписывался” до элементарных операций. Но такой подход можно осуществить при решении несложных задач. При решении сколько-нибудь серьезной задачи блок-схема “расползется” до такой степени, что ее невозможно будет охватить одним взглядом.

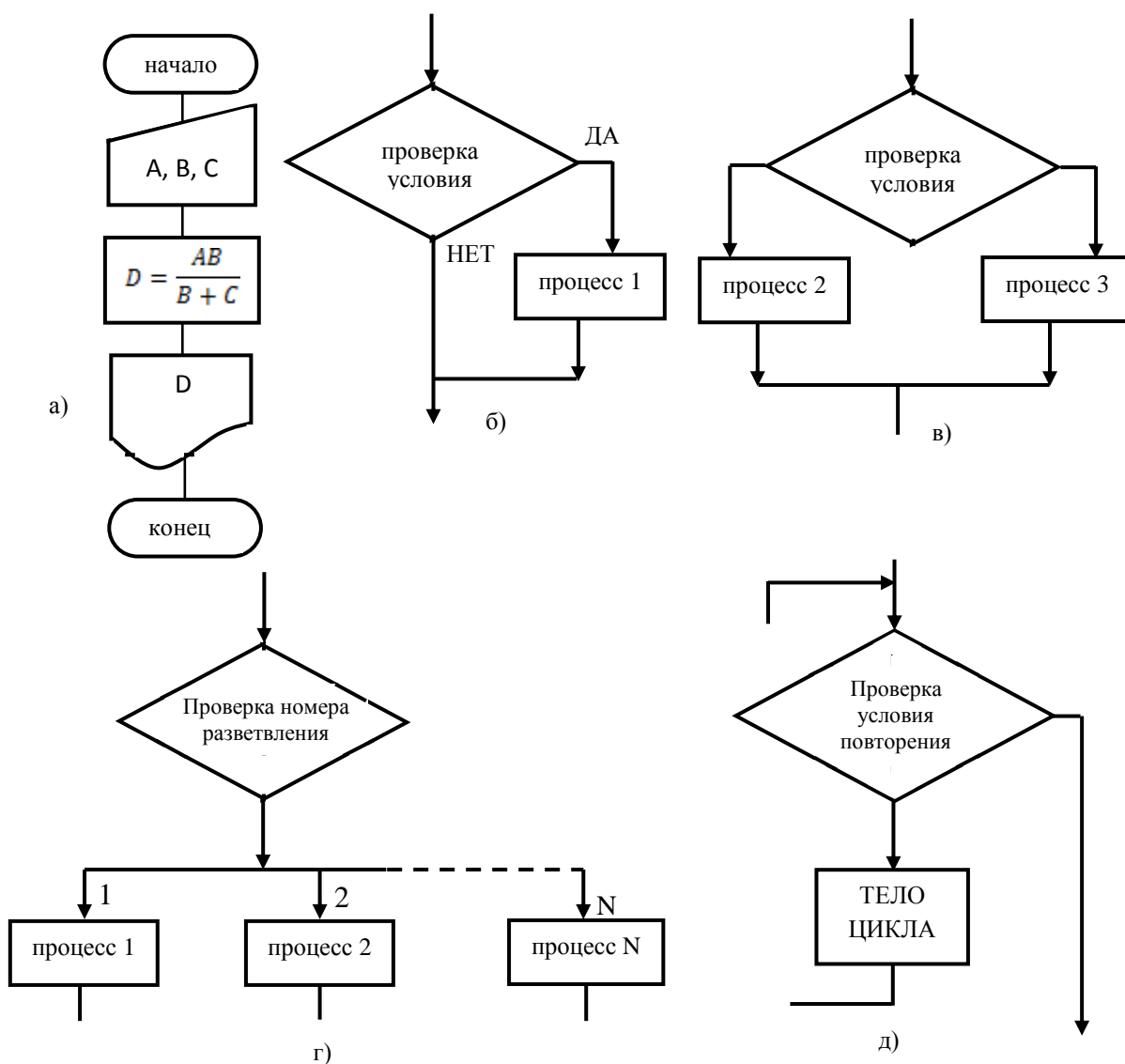
Блок-схемы алгоритмов удобно использовать для объяснения работы уже готового алгоритма, при этом в качестве блоков берутся действительно блоки алгоритма, работа которых не требует пояснений. Блок-схема алгоритма должна служить для упрощения изображения алгоритма, а не для усложнения.

При решении задач на компьютере необходимо не столько умение составлять алгоритмы, сколько знание методов решения задач (как и вообще в математике) . Поэтому изучать нужно не программирование как таковое (и не алгоритмизацию), а методы решения математических задач на компьютере. Задачи следует классифицировать не по типам данных, как это обычно делается (задачи на массивы, на символьные переменные и т. д.), а по разделу “Требуется”.

В информатике процесс решения задачи распределяется между двумя субъектами: программистом и компьютером. Программист составляет алгоритм (программу), компьютер его исполняет. В традиционной математике

такого разделения нет, задачу решает один человек, который составляет алгоритм решения задачи и сам выполняет его. Сущность алгоритмизации не в том, что решение задачи представляется в виде набора элементарных операций, а в том, что процесс решения задачи разбивается на два этапа: творческий (программирование) и не творческий (выполнение программы). И выполняют эти этапы разные субъекты - программист и исполнитель.

В учебниках по информатике обычно пишут, что исполнителем алгоритма может быть и человек. На самом деле алгоритмы для людей никто не составляет (не будем забывать, что не всякий набор дискретных операций является алгоритмом).



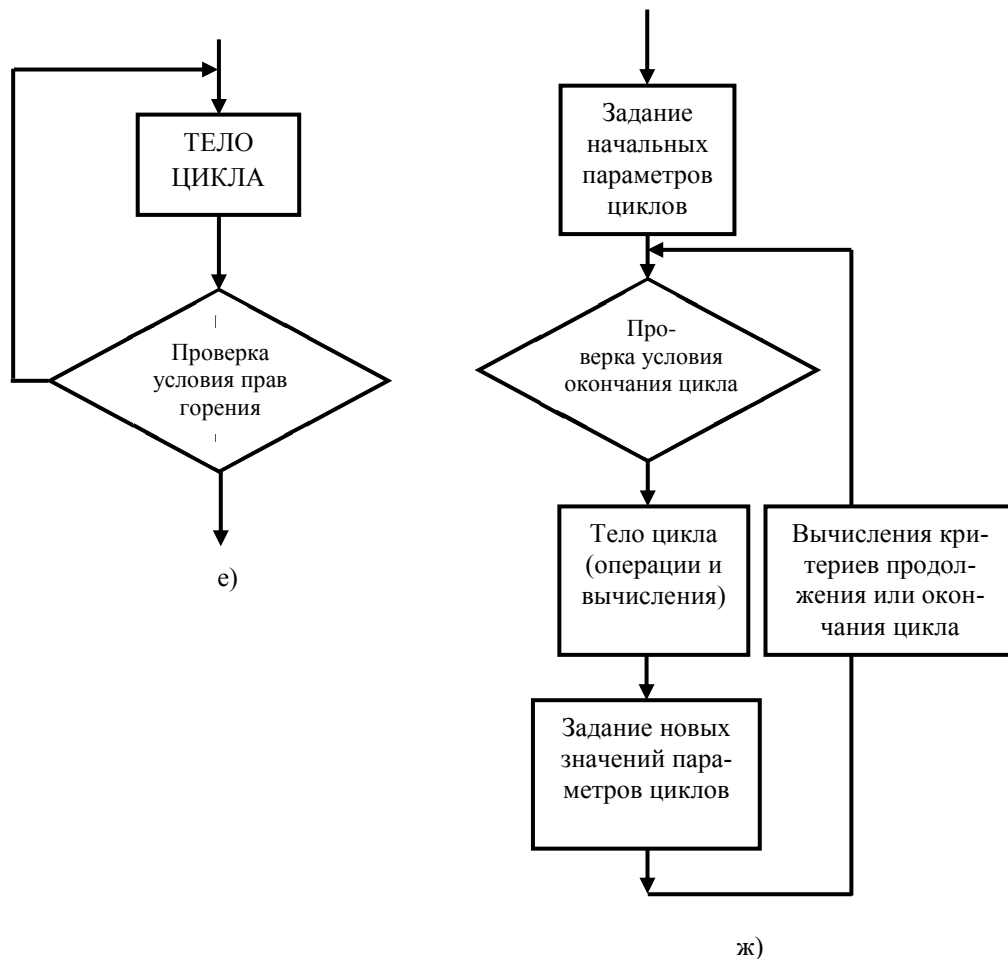


Рис.1

Человек в принципе не может действовать по алгоритму. Выполнение алгоритма - это автоматическое, бездумное выполнение операций. Человек всегда действует осмысленно. Для того, чтобы человек мог выполнять какой-то набор операций, ему нужно объяснить, как это делается. Любую работу человек сможет выполнять только тогда, когда он понимает, как она выполняется.

Вот в этом - “объяснение и понимание” - и кроется различие между понятиями “алгоритм” и “способ”, “метод”, “правило”. Правила выполнения арифметических операций - это именно правила (или способы), а не алгоритмы. Конечно, эти правила можно изложить в виде алгоритмов, но тол-

ку от этого не будет. Для того, чтобы человек смог считать по правилам арифметики, его нужно научить. А если есть процесс обучения, значит, мы имеем дело не с алгоритмом, а с методом.

При составлении алгоритма программист никому ничего не объясняет, а исполнитель не пытается ничего понять. Алгоритм размещается в памяти компьютера, который извлекает команды по одной и исполняет их. Человек действует по-другому. Чтобы решить задачу, человеку требуется держать в памяти метод решения задачи в целом, а воплощает этот метод каждый по-своему.

Очень ярко эта особенность человеческой психологии - неалгоритмичность мышления - проявилась в методическом пособии А. Г. Гейна и В. Ф. Шолоховича. В пособии излагаются решения задач из известного учебника. Решения задач должны быть представлены в виде алгоритмов. Однако авторы пособия понимают, что если просто написать алгоритм решения задачи, то разобраться в самом решении будет трудно. Поэтому они сначала приводят “нечеткое изложение алгоритма” (т. е. объясняют решение задачи), а затем пишут сам алгоритм.

Компьютерное моделирование социально-экономических систем (СЭС)

Теория темпов рекомендует следующие положения моделирования СЭС.

1. Основой моделирования СЭС, развитие такой сложнейшей системы как большой город является системный анализ. Главной процедурой в этом случае является построение единой (обобщенной) модели объекта, которая отражает важнейшие факторы и взаимосвязи основных составляющих частей и уровней реальной системы. Практически это требует создания комплекса моделей с развитыми динамическими и информационными связями между ними на всех уровнях.

2. СЭС города имеет сложную внутреннюю структуру, в составе которой могут быть следующие подсистемы: население, производство, торговая сеть, транспорт, непроизводственная сфера, экология, пространство, финансы, внешняя экологическая среда и др. В городе имеет место иерархическая система управления, с активно действующими подсистемами и обязательным учетом воздействия внешней среды.

3. Вместе с тем город, как объект моделирования характеризуется следующими особенностями:

- отсутствием теории (плана) развития города;
- качественными и количественными характеристиками знаний о системе, при этом большой долей экспертных знаний об объекте моделирования, слабо структурированными задачами управления регионом;
- наличием высокого уровня неопределенности информации (имеет место внутренняя неопределенность), наличием факторов, которые не контролируются лицами, принимающими решения; внешняя неопределенность

определяется постоянным взаимодействием с внешней средой (экология, демография, внешнеполитическая ситуация).

4. Метод компьютерного моделирования обеспечивает интерактивный процесс разработки модели, углубляющей знания о системе, с участием экспертов и специалистов предметной области компьютерного моделирования. Метод решения задачи анализа или синтеза сложной системы на основе использования ее компьютерной модели, позволяет получать количественные и качественные результаты исследования.

5. Под компьютерной моделью (КМ) понимают:

а) условный образ объекта (системы), описанный с помощью компьютерных блок-схем, таблиц, диаграмм, графиков и т.д., отображающий функциональную структуру и взаимосвязи элементов объекта (это структурно-функциональная модель);

б) совокупность программ, позволяющих с помощью последовательности вычислений и графического отображения их результатов воспроизводить (имитировать) процессы функционирования объекта при воздействии на него различных (включая случайных) факторов (это имитационная модель);

в) компьютерная модель позволяет не только получать оптимальный план, прогноз, но и определить, какие управляющие воздействия приведут к наилучшему благоприятному развитию объекта управления. Поиск и определение оптимальности варианта управления объектом с целью максимальных показателей его функционирования – основное направление компьютерного моделирования. Системный анализ, положение теории темпов – методологическая основа компьютерного моделирования (см. раздел 2).

6. Имитационное моделирование (ИМ) – один из видов КМ, использующий методологию системного анализа при построении упрощенной модели, отображающей факты реальной системы.

а) ИМ адекватно отображает исследуемый объект при помощи логико-математической модели, программная реализация которой характеризует функционирование объекта в условиях определенности и при наличии воздействующих на него вероятностных факторов.

б) Под имитацией понимают проведение на компьютерах различных экспериментов на моделях, которые представлены наборами компьютерных программ.

в) Возможно многократное воспроизведение модели реальных процессов с последующей их статистической обработкой, при этом позволяет учитывать случайные внешние воздействия на исследуемый объект. Выбирается при этом оптимальный вариант формирования ОУ.

7. Принятие решений в условиях риска требует введения диалоговых процедур формирования статистически достоверных результатов и сопоставления их при помощи цены риска. Это расширяет возможности лиц, принимающих решения в условиях неопределенности (см. выше р.2).

8. ИМ является удобным для системного аналитика, реальным средством поиска рационального решения определенной проблемы. При этом эксперт может ответить на вопрос: «Что будет, если ...», т.е. с помощью эксперимента на модели вырабатывается стратегия развития объекта.

9. В последнее время ведутся работы с системами ИМ, способными оказать эксперту помощь при ответе на вопрос: «Что надо, чтобы ...»? Это целевое моделирование.

Системно-динамический подход ИМ начинается с попытки понять ту систему причин, которая разгадает проблему. Для этого собирают необходимые данные из различных источников (литературы, мониторов, экспертов и т.д.) и производят специальные количественные оценки исследуемым фактам. Далее, формально модель преобразуют в сетевую, а сетевая модель преобразуется в ее математический аналог – систему уравнений, которая

решается численными методами. Результаты моделирования анализируются, если возникает необходимость, модель корректируется (до полного соответствия реальной ситуации).

10. ИМ – гибкое средство, помогающее исследователю более глубоко понимать изучаемую проблему. В сфере современных информационных технологий ИМ занимает в научных исследованиях все более весомое значение. При этом решаются задачи самой широкой направленности (стратегическое планирование, бизнес-моделирование, моделирование финансовых проектов, управление производством и сбытом продукции, моделирование маркетинга). Получены положительные результаты при прогнозировании социально-экономического развития региональных и городских систем.

11. При моделировании городских систем целесообразно использовать модели системной динамики, позволяющие моделировать динамические процессы на высоком уровне (совокупности потоков: денежных, продукции, человеческих). Это соответствует постулатам теории темпов.

Модели городов – это модели ресурсного типа (трудовые, финансовые, природные и т.д.). С помощью систем моделирования (Think, vensim, dynamo и т.д.) формируются специальные модели, системные потоковые диаграммы, структурируют знания экспертов по разным видам потребления ресурсов (и потребителей).

12. В блоках принятия решений на основе этой информации выдаются управляющие команды для воздействия на различные объекты. Цель решения подобных задач – установление баланса используемых ресурсов в системе. Модели системной динамики используются вместе с дифференциальными уравнениями балансного типа, логистики управления, оптимизации управления. Необходимо учитывать цели каждой отдельной подсистемы и обеспечить главное – комплексное развитие города в целом.

13. Анализ риска информационных технологий выявляет основные тенденции в области современных систем моделирования. В качестве доминирующих базовых концепций в этих моделях применяют:

- для дискретного моделирования – системы описания процессов на сетевых концептах (Extend, Arena, Pro Model, Witness, Taylor и др.);

- для систем непрерывного (аналогового) моделирования – модели и методы системной динамики (Vensim, Powersirn, Dynamo, Stella, Ithink и др.).

14. Большинство систем моделирования имеют достаточно удобный графический интерфейс. Имитационные системы моделирования становятся все более, проблемно ориентированными. Известны системы моделирования производственных систем (ТОМАС, SIRE и др.), медицинского обслуживания (MEDMODEL), области коммуникаций (COMNET) и др.

15. В современных системах моделирования создаются комплексы взаимосвязанных моделей (т.н. стратифицированных) машинно- ориентированных подсистем (производится конструирование баз данных и баз знаний, с помощью которых выполняются вычислительные процессы решения задач анализа и синтеза).

16. Имитационное моделирование требует сервисного математического и информационного обеспечения в части вычислительных процедур (план эксперимента, оптимальное решение, большой объем данных, принятие решений в условиях неопределенности).

Ниже в таблице 1 даны характеристики систем моделирования до 2012 года, включительно.

Характеристики систем моделирования (до 2012 г. включительно)

Таблица 1

Система моделирования	Производитель ПО	Приложения	Моделируемая среда и поддержка			
			Графическое конструирование. ИМ	Авторское моделирование, программирование	Анимация в реальном времени	Поддержка анализа результатов
ARENA	System modeling corporation	Производство, бизнес-план, дискрет. модел.	Блок-схемы	-	-	-
EXTEND	Imagine That	Стратегич. планир. бизнес-планир.	Блок-схемы	-	-	-
СрSS/N PROOF	Wolverme Software	Общее назнач.: - производство, транспорт	Блоки непрерывного, дискретного моделир.	Язык Mad	-	Анализ чувствительности
ITHINK	High	Управление	Блок-схемы	-	-	ANOVA
VENSIN	Ventana Systems	Модели системной динамики	Диаграммы	-	-	-
DINAMO	Espentation Software	Модели системной динамики	Блок-схемы	-	-	-

Пакет Powersim 2.01 компании Model Data - лучший продукт для непрерывного моделирования.

Пакет Ithink 3.0.6 компании High Performance может быть использован при разработке как непрерывных, так и дискретных моделей.

Пакет Vensim 3.0 PLe компании Vensim CO – для недорогого непрерывного моделирования.

Выводы.

1. Приведенный в Приложении 2 материал имеет достаточно убедительный общий (информационный) характер по современному информацион-

ному моделированию. Предложена таблица современных систем моделирования.

2. К сожалению, не приведены результаты практического использования этих моделей на отечественных объектах: кто, где, когда использован, когда какая получена эффективность от применения.

3. Что касается моделей ресурсного типа при имитационном моделировании городского хозяйства (больших городов), то можно порекомендовать энергосберегающее управление техническими процессами производства пищевых перерабатывающих предприятий г. Москвы [1], с применением многоканальных, многофазовых систем массового обслуживания, как базы ИМ.

Ситуации

1. Ситуационная система

1) Что такое ситуация? В работах Д.А.Поспелова и Ю.Н. Клыкова ситуация отождествляется с состоянием, событием, процессом, положением и т.д. При этом под ситуацией (дискретной совокупностью) понимается множество оперативных элементов (транзактов), расположенных в определенных позициях (точках) статической системы. Позднее в понятие ситуации добавлено понятие информации. При этом подразумеваются причинно-следственные связи, выражающиеся последовательными процессами и событиями.

Таким образом, ситуации отличаются от состояния и события, соответствующих одному моменту времени. Ситуация как некоторое обобщение, которое можно представить на схеме рис. 1.

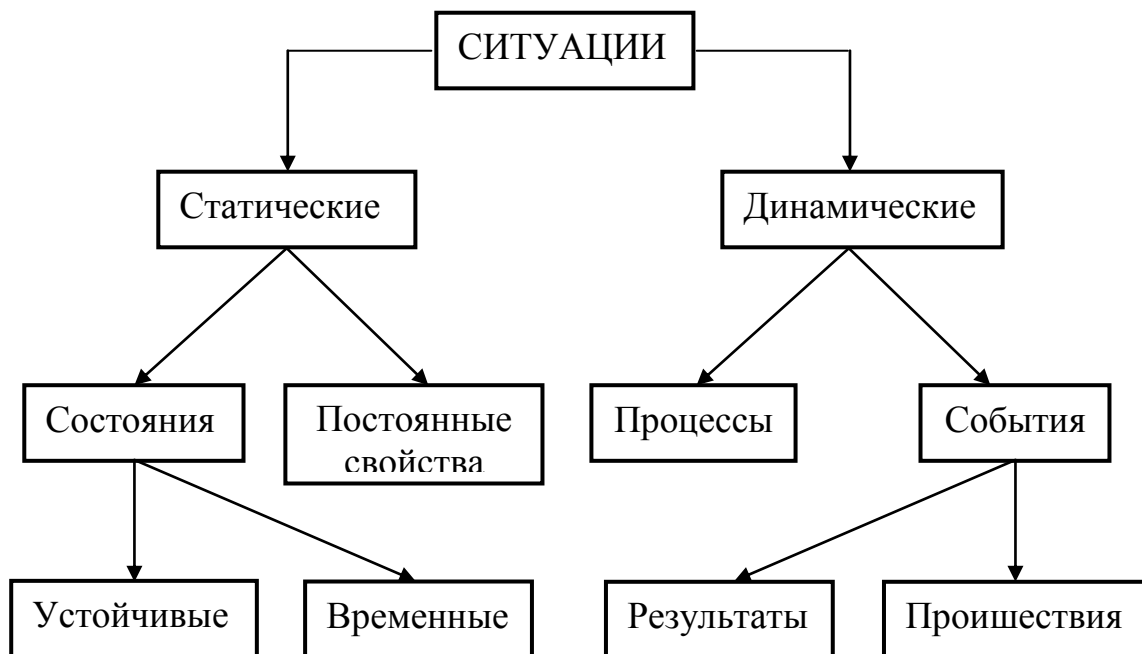


Рис.1. Обобщенное понятие ситуаций

2) У ситуации множество неоднородных исходных данных. Ситуация – это оценка (анализ, обобщение) совокупность характеристик объектов системы и связей между ними, которые находятся в причинно-следственных отношениях, зависящих от произошедших событий и протекающих процессов.

3) Система, описанная с помощью ситуаций, называется ситуационной моделью (СМ). Ситуационные системы, таким образом, являются системами ситуационного моделирования (ССМ). ССМ – комплексы программных и аппаратных средств, которые позволяют хранить, отображать, имитировать, анализировать информацию на основе СМ.

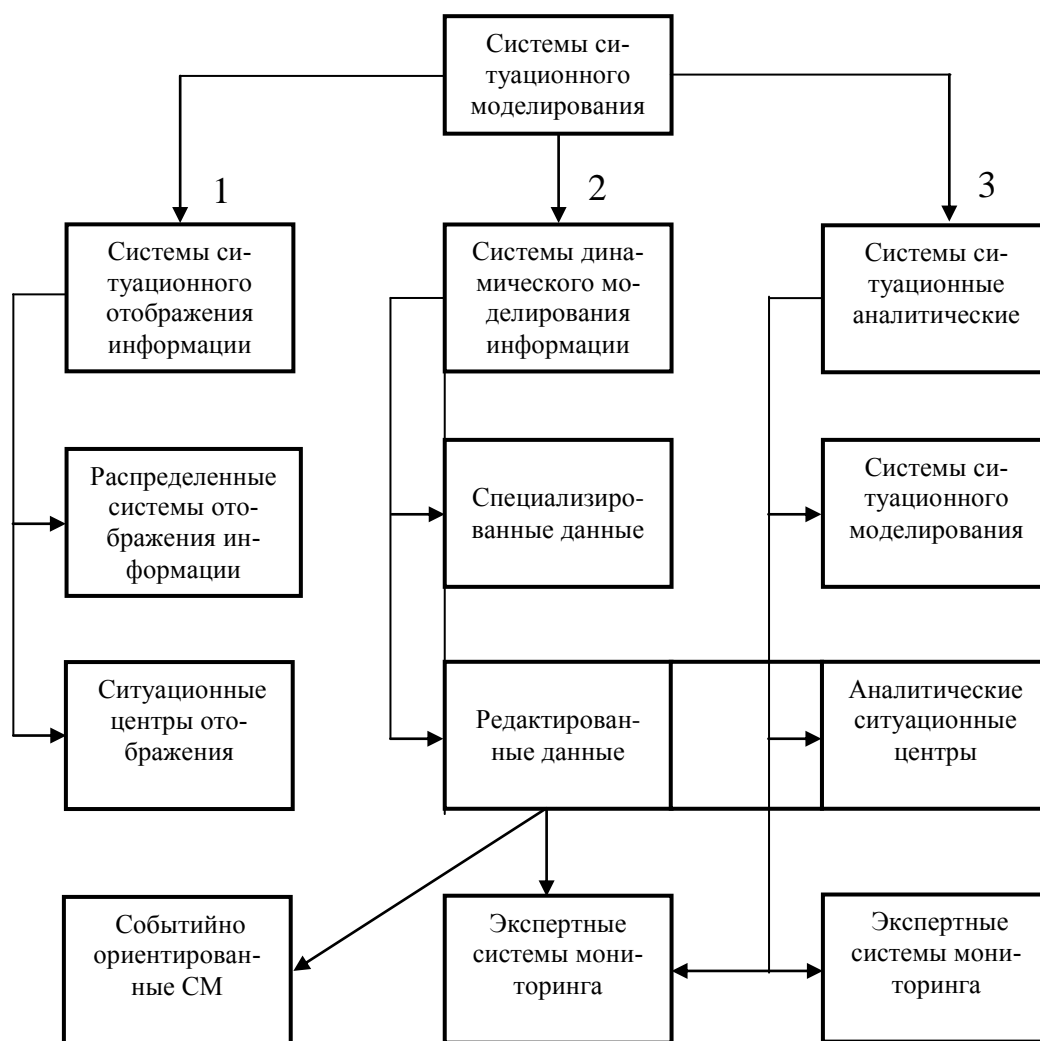


Рис.2 Системы ситуационного моделирования

4) По назначению ССМ подразделяют на три основных класса (рис.2):

- системы ситуационного отображения информации – ССОИ;
- системы динамического моделирования ситуаций – СДМС;
- системы ситуационные, аналитические – ССА.

5) Большинство ССОИ представляют собой ситуационные центры отображения (наблюдения) (СЦО). К этому классу относятся, например, системы отображения информации в центре управления космическими полетами. Такими ситуационными системами отображения информации является задача наблюдения за сложными технологическими процессами (например, на атомных электростанциях), управления за крупными транспортными узлами.

б) Основные задачи социальных центров отображения (СЦО) – строить наглядные образы ситуаций, возникающих в предметной области, на основе которых принимаются управленческие решения. Особенности СЦО:

- в СЦО входит оперативный состав потребителей;
- в СЦО строятся информационные модели и структуры сложных ситуаций реального мира;
- СЦО располагаются в ситуационных залах управления (наблюдения на базе мощной вычислительной среды).

7) Специально разработанных СДМС в настоящее время практически не существует.

8) К ССА относят системы ситуационного управления (ССУ) и (ЭС) реального времени. На основе анализа исходных данных определяют ситуации и принимают соответствующие управленческие решения.

2. Ситуационный центр, состав, назначение

Структура СЦ, как и любая АСУ, включает различные виды обеспечения (обеспечивающие подсистемы) – информационное, научно-математическое, программное, техническое, организационное, экономиче-

ское. Например, научно-математическое обеспечение (высший уровень) представляет собой совокупность научных теорий, методов, алгоритмов, исследований, разработок для реализации других обеспечивающих подсистем (других уровней). Организационно-инженерный уровень обеспечивает работу аппаратно-программных средств, специальных программ и алгоритмов системы. В указанные выше уровни включены следующие компоненты:

- измерительный (сенсорная среда);
- информационный (ситуационная или имитационная модели);
- среда информационной поддержки;
- среда визуализации;
- оперативный состав.

Измерительная среда - аппаратные средства получения информации о состоянии контролируемой среды.

Информационный компонент – совокупность моделируемых понятий предметной области среды, ситуационная модель среды.

Среда информационной поддержки – совокупность информационных потоков ССМ.

Классификация СЦ

Ситуационные центры (СЦ) классифицируются по ряду следующих принципов:

1. По составу ССМ:

- СЦ наблюдения (отображения);
- СЦ аналитические;
- СЦ совмещения отображения, моделирования, анализа ситуации.

2. По масштабу:

- СЦ стратегические (отрасль, регион, крупные предприятия);
- СЦ оперативные (предприятия, процессы);

- СЦ персональные (позволить первому лицу фирмы быть в курсе событий по ОУ).

3. По размещению:

СЦ – стационарные (привязаны к конкретным помещениям);

СЦ – мобильные (разворачиваются на месте событий);

СЦ – виртуальные (при наличии каналов вида ЛВС, ГВС).

4. По степени детерминированности решаемых задач:

СЦ – слабо детерминированные (хаотичность ситуации, высокая энтропия);

СЦ – детерминированная (учет, контроль);

СЦ – жестко детерминированная (полет ракеты).

5. По специфике целевых функций:

СЦ – контроль объекта управления (ОУ);

СЦ – управление объектом;

СЦ – в кризисной ситуации (например, в Рос энерго Атоме Минатома);

СЦ – обучение специалистов;

СЦ – многоцелевые.

6. По способу отображения ситуационной информации:

СЦ – коллективного использования;

СЦ – коллективного и индивидуального использования;

СЦ индивидуального использования.

7. По универсальности:

СЦ - специального назначения;

СЦ – широкого использования.

В настоящее время СЦ и ситуационная система активно разрабатываются, создается их большое количество, совершенствуется информационная

технология этих достаточно сложных систем. Работы ведутся на основе использования концепций системотехники и теории темпов (см. ниже).

3. Концепции системотехники

Сложные ситуационные системы, ситуационные центры,

Сложные системы автоматизированного управления строятся на основе системного подхода, системотехники. Системотехника включает всестороннее и всеобъемлющее рассмотрение требуемого результата.

Главные концепции системотехники можно в краткой форме выразить в виде таблицы.

Идея изменений

Изменения всегда имеют место, необходимо знать их природу и изучить. Изучив, насколько прошлое подобно или отлично от настоящего, можно определить темп изменений, полезный при оценке будущего.

Настоящее равно \int (темп изменений в прошлом) dt .

Будущее равно \int (темп изменений в будущем) dt плюс настоящее.

Системы проектируются и разрабатываются одними людьми, а эксплуатируются другими, следовательно, необходима подготовка персонала к эксплуатации, а система должна быть предрасположена к развитию и совершенствованию (не прекращая свою работу по достижению цели).

1) Альтернативность путей достижения

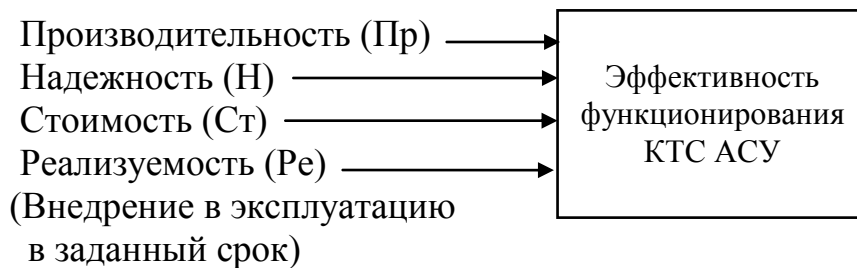
Необходимо рассматривать все возможные альтернативные варианты достижения цели, а выбирать тот вариант, который наиболее полно удовлетворяет предъявленным к системе требованиям.

Таблица

Концепции системотехни-	
1	2
Идея изменений :	
Заключается в том, что действия системы должны соответствовать заданному периоду её службы	
Альтернативность избранных вариантов (путей)	
Какие из множества рассмотренных вариантов вами выбраны, как наиболее эффективные с точки зрения достижения поставленной цели	
Множество показателей оценки системы, например, ЛВС:	
1)Производительность (для локальной сети) ЛВС; 2) надежность; 3)стоимость; 4) реализуемость в заданный срок	
Воздействие внешней среды:	
1)случайное внешне воздействие; 2) постоянные возмущения; 3) определение всех входов и выходов системы; 4) использование в решении проблемы новейших достижений науки и техники данной проблемной области	
Использование вычислительной техники и экспериментов:	
1)постановка задачи; 2) построение математической модели; 3)выбор математического метода решения; 4) разработка алгоритма; 5) моделирование; 6) прогнозирование этапов развития системы, которую необходимо развивать	

2) Множество показателей (критериев) оценки системы

Например, оценка эффективности КТС АСУ на основе использования локальной вычислительной сети.



Эфф. = $f(\text{Пр}, \text{Н}, \text{Ст}, \text{Ре})$, самое простое: аддитивная зависимость:
КТС

$$\text{Эфф} = \alpha\text{Пр} + \beta\text{Н} + \gamma\text{Ст} + \varphi\text{Ре},$$

где $\alpha, \beta, \gamma, \varphi$ – коэффициенты удельных весов Пр, Н, Ст, Ре.

3) Воздействие внешней среды

Это может быть следующее:

- случайные внешние воздействия;
- постоянные внешние возмущения;
- определение всех входов и выходов системы;
- использование в решении проблем управления системой новейших достижений науки и техники данной проблемной области.

4) Использование вычислительной техники и проведение экспериментов при разработке и решении задач автоматизированного управления сложными системами:

- содержательная постановка задачи;
- построение математической модели;
- выбор математического метода решения задачи;
- разработка алгоритма решения задачи;
- решение задачи на ЭВМ;
- прогнозирование развития и совершенствования системы.

Указанные концепции полностью соответствуют положениям и постулатам теории темпов.

Информационно-программный комплекс «ТРЕНД»

1. Инструментально-программный комплекс «Тренд»

(инструментарий, аналитика)

Инструментально-программный комплекс (ИПК) «Тренд» позволяет производить исследование объектов и процессов, прогнозировать изменение их состояния (на период до двух месяцев с вероятностью до 65% и более).

Этапы формирования ИПК «Тренд»:

1. Из БД и БЗ выбирают необходимую информацию, характеризующую исследуемые ситуации, формируют её образ.
2. Осуществляют процедуру сравнения «образа» с исследуемым аналогом.
3. Создается набор аналогов ситуаций для определения развития ситуаций (в сторону успеха, в сторону кризиса).
4. Использование системой правил и критериев для формирования результата.
5. Составляют отчет с таблицами и выводами:
 - по критичности ситуации вокруг исследуемого ОУ;
 - представляются публикации по исследуемой проблеме (по источникам);
 - выявление предполагаемых признаков кризисности;
 - аннотируются сообщения публикаций в последнем временном интервале исследования.

ИПК «Тренд» позволяет исследовать данные о внутренних сторонах функционирования объектов и развития процессов, поддерживает и организует, как внешние, так и внутренние потоки актуальной информации.

Набор функций комплекса «Тренд» позволяет определить полный перечень работ, выполняемых аналитиком, поиска и ввода информации; получает оценку тенденций развития процессов и исследуемого объекта в целом. Производится использование отдельных функций – инструментов ИПК для изучения всех сторон объекта или события, включая автоматизированный синтез необходимых отчетов (с оценкой временных интервалов исследуемых процессов и событий) [2].

Примеры задач, решаемых с использованием ИПК «Тренд»

1) PR проблематика.

- Изучение «образа» объекта в СМИ (по времени и источникам).
- Выявление активных событий, относящихся к объекту в прошлом.
- Выявление РК компании против объекта (признаки, источники, заказчики).
- Эффективность рекламы в СМИ и PR-компаний.
- Автоматизированное создание информационных продуктов для менеджмента компании.
- Контекст-анализ.

2) Маркетинговая проблематика.

- Выявление причин кризисного состояния рынка.
- Изучение и прогноз тенденций спроса и предложения.
- Сегментация рынка.
- Социологическое исследование рынка.
- Изучение неконкурентоспособности продукции и услуг (оценка качества собственных продуктов).
- Маркетинг.
- Анализ причин убытков.

3) Проблематика деловой разведки.

Изучение конкурентов.

Выявление ситуаций вокруг проблемы собственности, например,:

- быстрое банкротство;
- деловое банкротство;
- эмиссия;
- вывод активов;
- активность скупки акций головной кампанией;
- активность скупки дочерних фирм;
- планы продажи акций;
- искусственный разогрев рынка акций;
- появление иностранных скупщиков;
- соглашение с кредиторами о реструктуризации задолженности;
- недружественное поглощение;
- слияние, поглощение компаний.

Выявление кадровых проблем:

- отставки (назначения);
- конфликт менеджеров и владельцев;
- кризис, приход антикризисных управленцев;
- приход группы западных менеджеров;
- увольнение группы специалистов (конфликт с руководством).

Исследование общих характеристик бизнеса:

- положительные финансовые показатели;
- отрицательные финансовые показатели;
- рекордный рост доходов;

- рост (снижение) темпов капитализации;
- анализ серьезных убытков.

4) Проблематика безопасности.

- прогнозирование острых ситуаций;
- выемка и проверка документов;
- арест физических лиц;
- внезапные проверки (наезды);
- прогнозирование криминальных угроз, в том числе менеджментам компании;
- исследование проблем внутренней безопасности;
- изучение уровня лояльности коллектива;
- клиентная база с точки зрения безопасности бизнеса;
- изучение социальной напряженности на предприятии, прогноз острых ситуаций, изучение причин;
- акции протеста;
- несанкционированные схемы протеста;
- предупреждение возможных акций протеста;
- выход из забастовки;
- общая социальная напряженность (в стране, городе, регионе).

5) Дополнительная проблематика.

- взаимодействие с государственными органами и структурами, оценка, прогноз;
- соответствие деятельности корпорации политическому курсу государства;
- оценка и прогноз хода предвыборной компании;

- прогнозирование и управление возможными рисками.

б) Технические требования к оборудованию (КТС) ИПК «Тренд».

Программа разработана с использованием лицензионных продуктов, языка DELPHI 5.0 ENTERPRISE и СУБД PARADOX 7.0. Общий объем исходных модулей программы 160 тыс. строк, дистрибутив БДЕ - 5 Мб, программы – 8 Мб. Объем используемых БД – 6 Гб. Программная среда WINDOWS (версии выше 95). Рекомендуемый объем свободного пространства на жестком диске 100 Мб, минимальный объем оперативной памяти 128 Мб. Тактовая частота процессора > 400 Гц. Для загрузки системы желательно иметь CD-ROM. Используются системы как в локальном, так и многопользовательском режимах Файл-Сервера.

7) Условия поставки ИПК «Тренд».

В комплект поставки входят модуль «контент-анализ», модуль «Тренд», годовая подписка на ежедневное обновление информационных потоков, стандартная библиотека фильтров, обучение персонала, «горячая линия»; стандартный пакет включает в себя лицензии на 5PC (раб. станд.) и один сервер локальной вычислительной сети. Необходимы: поставка архивов данных за предыдущие годы нестандартных потоков информации, разработка библиотек специальных форматов, шаблонов, оценок поставки конвертеров и факторов ввода клиентами собственных потоков информации.

Информационно-аналитическая система «Тренд» И. Наймушина

Система применяется в деловой разведке, анализе экономической ситуации, социальной напряженности, кризиса.

1) Основная задача аналитической деятельности – получение

информации, ее систематизация, анализ, обработка, прогноз выработки рекомендаций по принятию управленческих решений.

2) Источниками информации могут быть: СМИ, БД, БЗ, служебные документы, данные от контактов. В условиях постоянного роста информационных потоков основной задачей аналитика является автоматизированная обработка потоков информации, их анализ.

3) Информационно-аналитическая система (ИАС) «Тренд» - это уникальный программный комплекс, в котором синтезирована лингвистика и специальные направления математики.

4) ИАС «Тренд» исследует объекты и процессы и прогнозирует их Состояния в период до 2-х месяцев. Сравниваются информационные образы и процессы с эталонами информационных образов (фильтрами) позиций исследований.

Примеры.

1) Система используется в таких разделах физики, как механика и квантовая механика. При этом в механике система касается внешней стороны физических объектов, в квантовой механике – их внутреннее состояние и его измерения на уровне микромира.

2) Информационный образ объекта или процесса на квантовом уровне содержит информацию обо всех сторонах деятельности и развития исследуемых процессов (не отраженных в СМИ и текстовых данных), отсекая информационные выбросы и шумы.

3) ИАС «Тренд» позволяет изучить динамику развития функционирования объектов и процессов (см. постулаты «Теории темпов»), что позволяет дать прогноз по ним на два месяца (с точностью до 67%). Это

позволяет руководству корпораций принимать необходимые меры по локализации кризисных явлений (в случае их появления).

Область применения ИАС «Тренд»

- 1) Деловая разведка – изучение конкурентов.
- 2) Внутренняя и внешняя безопасность – исследования характера и источников угроз, уточнение служебной информации, конфликтных и кризисных явлений в коллективе.
- 3) Маркетинг-исследования состояния рынка и положения на нем Компании, эффективности рекламы и др.
- 4) Исследование получаемых экономических, социальных ситуаций в стране и регионе, своевременное выявление негативных тенденций (см. постулаты теории темпов).
- 5) Выборные и PR компании, их подготовка и прогноз.
- 6) Выявление подготовки террористических актов и других преступлений на значимых объектах, направленных против руководителей органов государственной власти и коммерческих структур.
- 7) Позволяет руководству корпораций принимать необходимые меры по локализации кризисных явлений (в случае их появления).

Пример американской технологии «окно фактов»

1) Информационные технологии американских спецслужб предлагают метод «окно фактов». В соответствии с этим методом из каждой публикации извлекаются факты деятельности изучаемых организаций, персон, процессов. Полученные факты классифицируются, и на каждый создаются шаблонные карточки. Для изучения потоков информации, извлекаемой из прессы, привлекаются большие группы специалистов-операторов. Аналитики системы «окно фатов» объединяют выявленные факты в закон-

ченную целостную картину. Анализ ее в полном объеме дает очень эффективный результат исследования.

2) Для успешной работы такой системы необходима информационная база (хранилище) знаний. Такая база знаний позволяет накапливать и хранить различные факты об объекте (место работы, контакты, проекты, факты дружбы и вражды, партнерство, конкуренция и др.). Объектно ориентированная модель хранилища знаний позволяет организовать «окно знаний».

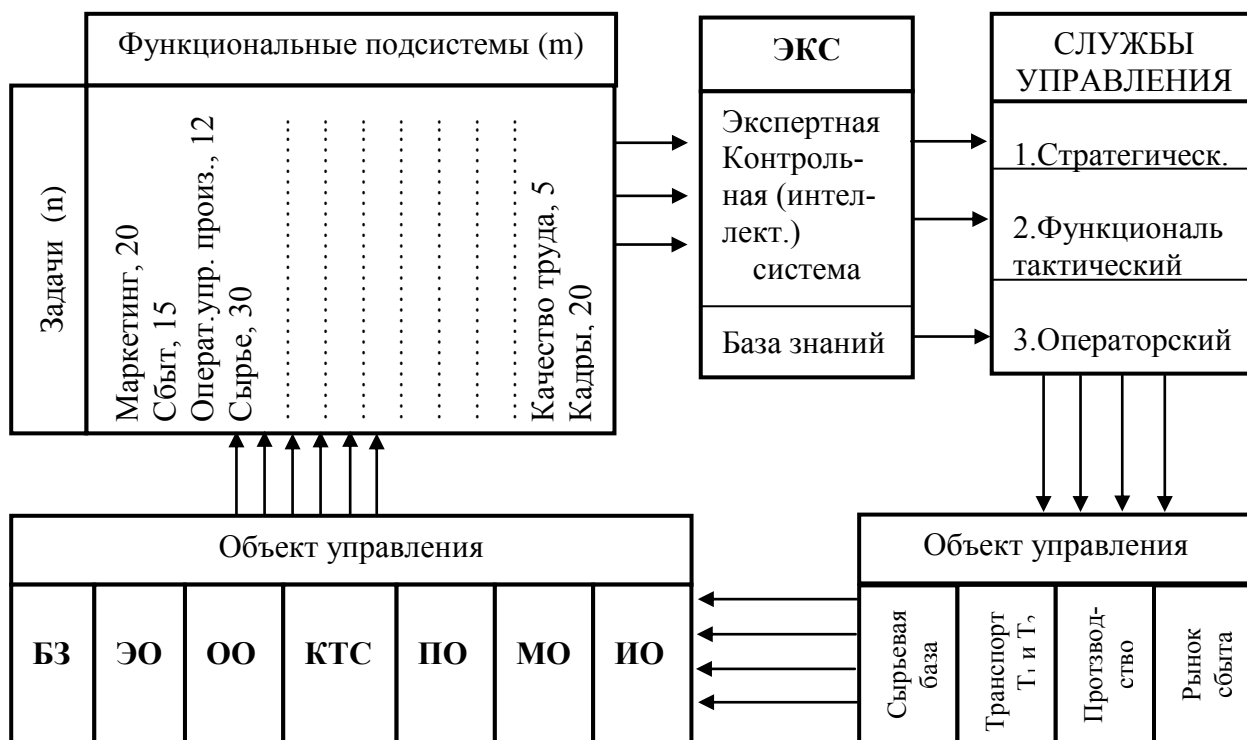
3) Если компании требуется такое хранилище, целесообразно использовать ИАС «Семантический архив».

4) Примерами успешной работы по методу «окно фактов» являются журналистские расследования в США по выборам президента и специальные расследования спецслужб.

**Автоматизированная информационная система
(АИИС)**

Структура, универсально объединяющая
предложенный выше материал, включая
приложения 1-4

Автоматизированная информационная интеллектуальная система (городского перерабатывающего пищевого предприятия)



m – число функциональных подсистем, n – число задач.

Обеспечивающие подсистемы:

ИО – информационное обеспечение; МО - математическое обеспечение; ПО – программное обеспечение; КТС – комплекс технических средств на базе ЛВС; ОО – организационное обеспечение; ЭО – экономическое обеспечение; БЗ – база знаний о предметной области (предприятии).

Примечание. Представленная функциональная структура может быть использована для любого объекта управления