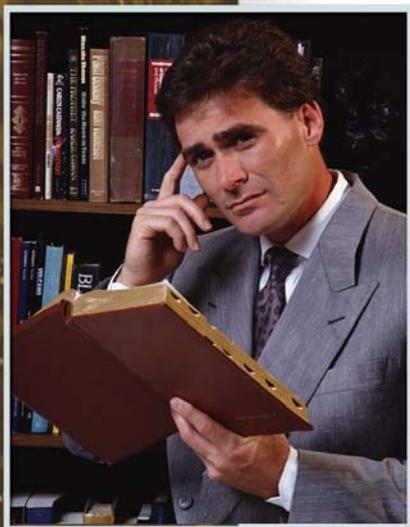


Бочарников В.П.,
Бочарников И.В.,
Свешников С.В.

ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА и управления организациями

Теория и практика



Аналитические задачи при
управлении организациями

Системный анализ и
управление организациями
в условиях неопределенности

Нечеткая технология:
теория и примеры

УДК 007+005.1
ББК 32.81+65.291.2
Б86

Б86 Бочарников В. П., Бочарников И. В., Свешников С. В.
Основы системного анализа и управления организациями. Теория и практика. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 286 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-067-2

В данной книге рассмотрены особенности формализации и решения системных задач в управлении организациями, даны практические рекомендации по формулированию различных системных задач, созданию моделей на основе использования современных подходов Fuzzy-технологии, решению задач анализа и синтеза систем. Даются понятия каналов наблюдения, функций поведения систем. Значительное место занимают математические основы решения системных задач. Приводятся методы и подходы к решению задач реконструктивного анализа, оптимизации целенаправленных систем и другие задачи анализа и синтеза систем.

Книга включает пять тем. Материал представлен в виде теоретического материала и практических задач, которые позволяют получить необходимый объем знаний по направлениям системного анализа и синтеза управления организациями.

Книга будет полезна специалистам в области моделирования сложных систем и решения системных задач анализа и синтеза, аспирантам и студентам высших учебных заведений, научным работникам при освоении современных подходов анализа и синтеза сложных систем управления организациями.

УДК 007+005.1
ББК 32.81+65.291.2

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-97060-067-2

© Бочарников В. П., Бочарников И. В.,
Свешников С. В., 2014
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2014

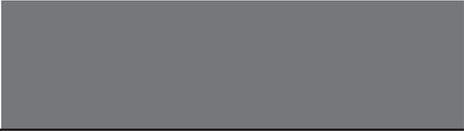
Оглавление

Введение	7
1.1. Процесс принятия решений. Теория принятия решений	8
1.2. Классы аналитических задач при управлении организациями	12
1.3. Существующие подходы к решению аналитических задач поддержки принятия решения в СППР.....	15
1.4. Проблема обработки нечетких данных в задачах управления организациями.....	16
1.5. Общие положения рассматриваемого материала.....	22
П.0. Практические вопросы формализации основных типов аналитических задач	24
Список литературы	32
Тема 1. Основы системного анализа организаций	33
2. Система управления организацией. Основные типы задач при управлении организацией.....	34
2.1. Функциональные задачи организации. Связь организационных структур с функциональными задачами организации	34
2.2. Общая структура функционирования организации как системы управления.....	40
2.3. Основные типы аналитических задач для управления организацией	42
3. Основные понятия системного анализа	45
3.1. Понятия объекта и системы, свойства объекта. Система объекта.....	45
3.2. Переменные и параметры	47
3.3. Система, заданная на объекте	48
3.4. Направленные системы	49
3.5. Системы данных	50
4. Каналы наблюдения и их методологические отличия	51
4.1. Содержание канала наблюдения	51
4.2. Четкие каналы наблюдения.....	52
4.3. Вероятностные каналы наблюдения	56
4.4. Нечеткие каналы наблюдения.....	59
4.5. Методологические отличия множества переменных.....	63
П.1. Практические вопросы построения каналов наблюдения	65
П.1.1. Четкий канал наблюдения.....	65
П.1.2. Вероятностный канал наблюдения	68
П.1.3. Нечеткий канал наблюдения типа А	70
П.1.4. Нечеткий канал наблюдения типа Б	71
Список литературы	73

Тема 2. Математические основы анализа организаций в условиях неопределенности	75
5. Нечеткие множества в моделях управления организациями	76
5.1. Определение нечеткого множества	76
5.2. Области определения функции принадлежности нечеткого множества	78
5.3. Области значения функции принадлежности нечеткого множества	80
5.4. Основные характеристики нечеткого множества	82
5.5. Виды функций принадлежности и их особенности для формализации каналов наблюдения свойств объектов	84
5.6. Операции над нечеткими множествами	87
П.2. Практическое применение операций над нечеткими множествами	88
П.2.1. Операции отрицания	89
П.2.2. Операции объединения и пересечения нечетких множеств	91
П.2.3. Идемпотентные операции объединения и пересечения	92
П.2.4. Строго монотонные архимедовы нормы	93
П.2.5. Нильпотентные операции	94
П.2.6. Операции осреднения	94
П.2.7. Операторы симметрических сумм	96
П.2.8. Принцип обобщения	97
П.2.9. Импликации и логический вывод	97
6. Обработка информации в системах управления организациями на основе нечетких множеств	101
6.1. Нечетко-арифметические зависимости в описании процессов функционирования организации	101
6.2. Нечеткие логические функции. Анализ нечетких логических функций	111
П.3. Практические вопросы расчетов с нечеткими числовыми и логическими данными	114
П.3.1. Расчеты с нечеткими числами	114
П.3.2. Преобразование нечетких функций	127
7. Нечеткие меры в моделях управления организациями	130
7.1. Определение и основные свойства нечеткой меры. Общее определение меры	130
7.2. Построение, семантические модальности и свойства нечетких мер	132
7.3. Формализация нечетких мер. Нечеткие меры Суджено (M. Sugeno)	138
7.4. Условные нечёткие меры	142
7.5. Идентификация и аппроксимация нечетких мер	143
П.4. Практические вопросы расчета нечетких мер	147
8. Обработка информации в системах управления организациями на основе нечетко-интегрального исчисления	155

8.1. Определение нечеткого интеграла М. Суджено	156
8.2. Табличный способ расчета нечеткого интеграла	159
8.3. Сравнение нечеткого интеграла Суджено и интеграла Лебега	161
8.4. Основные свойства нечетких интегралов	163
8.5. Связь пространств с нечеткими мерами	165
П.5. Задачи на расчет нечетких интегралов	166
Список литературы	178
Тема 3. Системный анализ организаций	181
9. Системы с поведением	182
9.1. Выборочные переменные системы	182
9.2. Функции поведения системы	185
9.3. Системы с поведением	186
9.4. Порядок порождения	187
9.5. Направленные порождающие системы с поведением	188
П.6. Практические вопросы построения функций поведения	189
Пример 1. Построение функции поведения четкой системы	190
Пример 2. Построение функции поведения для вероятностной системы	191
Пример 3. Построение функции поведения для системы с оценками возможности появления состояния	192
10. Меры нечеткости систем	195
10.1. Вероятностные меры нечеткости системы	196
10.2. Мера нечеткости вероятностной системы с поведением	198
10.3. Мера нечеткости системы с поведением заданной мерой возможности	200
10.4. Нахождение подходящих систем с поведением	202
П.7. Практические вопросы определения меры нечеткости для вероятностной функции поведения	203
Пример 1. Расчет меры нечеткости для вероятностной функции поведения	203
Пример 2. Расчет меры нечеткости для возможностной функции поведения	205
Список литературы	207
Тема 4. Синтез системного управления организациями	209
11. Структурированные системы	210
11.1. Системы, подсистемы и суперсистемы	210
11.2. Структурированные системы с поведением	213
11.3. Задача идентификации структурированных систем	214
11.4. Задача реконструкции структурированных систем	217
П.8. Практические вопросы проектирования структурированных систем	220

12. Целенаправленные системы как обобщенные системы управления организациями.....	227
12.1. Цель и характеристика системы.....	227
12.2. Целенаправленные системы.....	229
12.3. Структурированные системы, представляющие систему управления организацией	233
П.9. Практические вопросы проектирования целенаправленных систем	236
13. Метасистемы. Адаптивные системы управления организациями	241
13.1. Первичные и вторичные характеристики системы	241
13.2. Метасистемы.....	242
13.3. Идентификация метасистем	244
13.4. Адаптивные системы	245
П.10. Практические вопросы проектирования метасистем.....	248
Список литературы	255
Тема 5. Аналитические задачи системы управления организациями	257
14. Системные задачи управления маркетинговыми стратегиями организации	258
14.1. Общая постановка задачи.....	258
14.2. Задача анализа рынка.....	262
15. Реконструктивный анализ рынка и оптимизация системного управления маркетинговыми стратегиями организации	267
15.1. Реконструкция структурированной системы рынка.....	267
15.2. Задача прогнозирования продажи товаров.....	271
15.3. Задача выбора маркетинговых стратегий компании	274
16. Системные задачи стратегического управления организацией.....	276
16.1. Адаптивная система стратегического управления организацией ..	277
16.2. Система стратегического управления организацией	279
16.3. Системная формализация стратегии организации	281
16.4. Формирование стратегического управления организацией.....	283
Список литературы	285



Введение

1.1. Процесс принятия решений. Теория принятия решений.....	8
1.2. Классы аналитических задач при управлении организациями.....	12
1.3. Существующие подходы к решению аналитических задач поддержки принятия решения в СППР	15
1.4. Проблема обработки нечетких данных в задачах управления организациями.....	16
1.5. Общие положения рассматриваемого материала ...	22
П.0. Практические вопросы формализации основных типов аналитических задач	24
Список литературы	32

1.1. Процесс принятия решений. Теория принятия решений

Целенаправленное управление организациями осуществляется на основе принятых осознанных решений. Процесс управления предполагает три основных стадии [1] (рис. В.1).

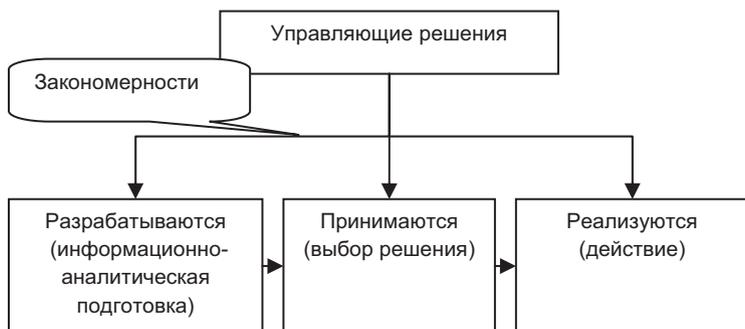


Рис. В.1. Три основных стадии процесса принятия решения

Более детально процесс управления организацией включает:

1. Информационно-аналитическая подготовка решения.
 - 1.1. Постановка задачи.
 - 1.2. Поиск, накопление и предварительная обработка информации для принятия решения.
 - 1.3. Выявление и оценка текущей ситуации с учетом возникшей проблемы.
 - 1.4. Выдвижение гипотез (вариантов, альтернатив, сценариев и т. д.).
2. Выбор решения.
3. Реализация решения.

Первые два этапа процесса выработки и реализации управленческих решений, занимают основную долю времени и усилий. Этот этап называют процессом принятия управленческих решений (ПУР). Практика показала, что только информационно-аналитическая подготовка управленческого решения в организациях решения занимает от 30 до 60 % времени и усилий.

Реализация управленческого решения есть целенаправленное воздействие на организацию. ПУР есть выработка управляющего реше-

ния, реализация которого обеспечивает эффективное управляющее воздействие на организацию.

Управленческое решение есть главный системообразующий результат, который:

1. Выбатывается в процессе ПУР.
2. Реализуется в рамках системы принятия управленческих решений (СПУР).

СПУР является функциональной системой [2] ориентированной на получение конечного результата – **управляющего решения**. СПУР имеет вид, представленный на рис. В.2.



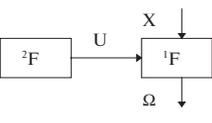
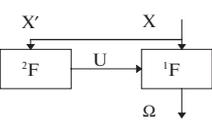
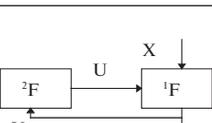
Рис. В.2. СПУР как функциональная система

СПУР обладает **внутренней симметрией**. Симметрия это системная категория, которая обозначает сохранение произвольного множества признаков относительно изменений. СПУР сохраняет без изменения свои структурно-топологические свойства для процесса ПУР любых организаций.

При рассмотрении взаимодействия СПУР организации с внешней средой сохраняется **внешняя симметрия** [3]. Взаимодействие СПУР с внешней средой имеет один из девяти основных типов (табл. В. 1).

1. Состояния входных переменных во множестве X (табл. В.1) определяют характеристики среды функционирования организации.
2. Состояния переменных Ω представляют выходы, на которых определена функция выгоды функционирования организации.
3. Цель функционирования СПУР есть максимизация функции выгоды с помощью выбора и реализации управленческого решения, определенного состояниями переменных U (переменных принятия решений).

Таблица В.1. Структурные варианты взаимодействия СПУР со средой

Структура	№ п.п	Внешняя структура	Обратная связь	Тип
	1.	\emptyset	\emptyset	Без информации
	2.	$X' \subset X$	\emptyset	Частичная информация
	3.	$X' = X$	\emptyset	Полная информация
	4.	\emptyset	$Y \subset \Omega$	Частичная выходная информация
	5.	\emptyset	$Y = \Omega$	Полная выходная информация
	6.	$X' \subset X$	$Y \subset \Omega$	Частичная входная / выходная информация
	7.	$X' = X$	$Y \subset \Omega$	Полная входная / частичная выходная информация
	8.	$X' \subset X$	$Y = \Omega$	Частичная входная / полная выходная информация
	9.	$X' = X$	$Y = \Omega$	Полная входная / выходная информация

В табл. В.1 приняты следующие обозначения:

1F – подсистема (элемент) реализующая цель, то есть подсистема, описывающая конкретные процессы функционирования организации;

2F – подсистема (элемент) выбора цели, в качестве которой выступает орган управления организацией.

В процессе управления организацией выделяются три основных составляющих (рис. В.3).

Рассмотрение процесса ПУР с позиций организации предполагает рассмотрение вопросов:

- статические и динамические свойства объекта воздействия;
- уровень и характер неопределенности существования объекта воздействия;
- физическая природа объекта воздействия (организационный объект, организационно-технический и т. д.);
- возможность формализации процессов существования объекта воздействия;
- характер объекта с точки зрения реальности или абстрактности;
- устойчивость и конфликтность существования объекта воздействия.

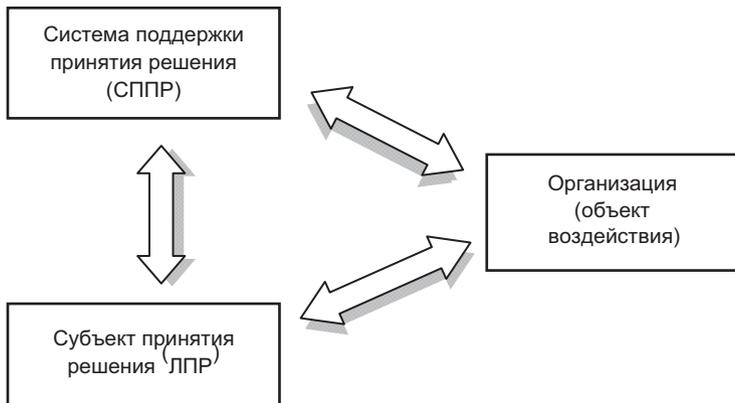


Рис. В.3. Три основных составляющих процесса ПУР

Рассмотрение процесса ПУР с позиций субъекта предполагает рассмотрение вопросов:

- психологические аспекты принятия управленческих решений;
- организационные и юридические вопросы ПУР (групповая работа экспертов и другие аспекты);
- принятие или непринятие риска субъектом;
- нейролингвистические особенности восприятия информации субъектами и воздействия на процесс принятия решения.

Рассмотрение процесса ПУР с позиций СППР предполагает рассмотрение вопросов:

- методологического обеспечения поддержки ПУР;

- математические основы создания и использования моделей при ПУР;
- формализация данных и информации в условиях неопределенности и организация информационного обеспечения процесса ПР;
- организационные вопросы использования СППР.

СППР на сегодняшний день является важнейшей составляющей процесса ПУР. Получаемые на основе СППР рекомендации дают возможность получать более своевременные и обоснованные решения при управлении организациями.

Решаемые в СППР задачи условно можно разделить на

1. Информационные модели и задачи.
2. Аналитические модели и задачи.

К информационным задачам целесообразно отнести все задачи, которые непосредственно связаны со сбором, хранением, отображением массивов и потоков информации. Решение этих задач является важным для обеспечения эффективного принятия решения. Однако, главное назначение СППР это обеспечение оптимизации принимаемых решений, повышение их обоснованности, что достигается за счет использования аналитических моделей и задач.

1.2. Классы аналитических задач при управлении организациями

Функционирование организации как объекта управления формально описывается в виде кортежа [4]:

$$\langle \Omega, X, U, T, Y, \rho, \gamma, \xi \rangle, \quad (1)$$

- где: Ω – пространство состояний (объектов, исходов и т. д.);
 X – множество характеристик, признаков, описывающих состояния объекта управления из множества Ω и принимающих свои значения каждый в своем множестве значений $\{V_i\}$;
 U – пространство управлений (организационных мероприятий, решений, проектов, планов и т. д.);
 T – время (дискретное или непрерывное);
 Y – пространство выходных значений (наблюдаемых проявлений, оценок и т. д.);

- $\rho: (\Omega \times T) \times U \times T \rightarrow \Omega$ – отображение, описывающее динамику изменения состояния объекта, реакцию динамической системы в конкретном состоянии на управляющие воздействия;
- $\gamma: \Omega \times T \rightarrow Y$ – выходное отображение, описывающее процесс наблюдения объекта управления (получения оценок, мнений и т. д.);
- ξ – некоторые внешние неуправляемые факторы, условия и т. д., оказывающие влияние на динамику объекта управления (иногда могут также описываться характеристиками из X).

Для объекта (1) аналитические задачи, необходимые для принятия решений, могут быть разбиты на три основных класса аналитических задач, как приведено на рис. В.4.



Рис. В.4. Классы аналитических задач принятия решений

Аналитические задачи СППР формально могут быть представлены в виде следующих общих постановок задач [4]:

1. Задачи оценки состояния объекта

а) Задача оценки текущего состояния $\omega \in \Omega$ (задача фильтрации).

Пусть объект описывается в виде (1). Необходимо на основе наблюдения динамики состояния объекта и имеющейся его модели в условиях воздействия помех ξ найти такое отображение $\gamma: \Omega \times T \rightarrow \Omega'$, $\Omega \equiv \Omega'$, при котором оценочное состояние объекта $\omega' \in \Omega'$ по критериям $\{K\}$ максимально совпадает с истинным состоянием.

б) Задача разбиения множества состояний Ω на классы состояний (задача кластеризации).

Пусть объект описывается в виде (1). Каждому состоянию $\omega \in \Omega$ соответствуют значения характеристик из X . Множество Ω может быть разбито на некоторое множество классов $\{K\}$. Необходимо определить это множество классов $\{K\}$ и найти отображение $\varphi : \Omega \rightarrow \{K\}$, разбивающее все множество состояний объекта Ω на классы $\{K\}$.

в) Задача отнесения произвольного состояния $\omega \in \Omega$ в один из классов состояний $\{K\}$ (задача классификации).

Пусть объект описывается в виде (1) и пусть определено множество классов $\{K\}$ состояний. Каждому классу состояний соответствуют значения характеристик из X . Необходимо найти отображение $\alpha : \Omega \rightarrow \{K\}$, позволяющее отнести произвольное состояние $\omega \in \Omega$, описываемое характеристиками X , в один из заданных классов состояний $\{K\}$.

г) Задача прогнозирования состояния $\omega \in \Omega$ (задача экстраполяции).

Пусть динамика объекта описывается в виде (1). Необходимо на основе наблюдения и имеющейся модели объекта управления найти такое отображение $\beta : (\Omega \times T) \times U \times T_{\text{пр}} \rightarrow \Omega$, которое позволяет определить прогнозное состояние объекта, оптимально совпадающее с истинным состоянием объекта через время прогноза с точки зрения критериев оптимизации $\{K\}$.

2. Задачи идентификации математической модели объекта управления

Пусть объект описывается в виде (1). В результате наблюдения имеется информация о значениях входных и выходных состояний объекта в течение некоторого промежутка времени. Необходимо по имеющейся информации о динамике объекта управления определить такую его модель $\rho' : (\Omega \times T) \times U \times T \rightarrow \Omega$ (дискретную или непрерывную), которая обеспечивает максимальное совпадение по некоторым критериям $\{K\}$ выходных состояний модели и состояний истинного процесса на фиксированном наборе входных воздействий.

3. Задачи формирования управления и выбора решений

а) Задача формирования оптимального управления.

Пусть объект описывается в виде (1) и пусть перевод объекта в новое состояние оценивается с точки зрения совокупности критериев

$\{K\}$. На множестве $\{K\}$ определена система предпочтений $P: K \times K \rightarrow L$, где L – решётка. Необходимо найти такое управление $u \in U$, которое обеспечит перевод объекта в новое состояние с максимальной оценкой предпочтения в решётке L .

б) Задача ранжирования альтернатив и выбора решений.

Пусть объект описывается в виде (1) и пусть в качестве альтернатив выступают элементы множества U , которые приводят к исходам из Ω . Исходы из Ω оцениваются с точки зрения множества критериев $\{K\}$, на котором определена система предпочтений $P: K \times K \rightarrow L$, где L – решётка. Необходимо найти отображение $\psi: U \rightarrow L$, позволяющее ранжировать элементы из U (альтернативы) с точки зрения системы предпочтений P и осуществить выбор приемлемого решения из множества U .

Формальные постановки аналитических задач позволяют определить круг реальных подзадач, которые должны решаться СППР. На практике решение указанных задач наталкивается на трудности, которые связаны в первую очередь с особенностями исследуемых объектов воздействия, сложностью их математической формализации, отсутствием четкой, достоверной информации об их функционировании. Поэтому во всех аналитических задачах СППР для получения эффективных результатов их решения необходимо всесторонне учитывать свойства объекта управления или рассматриваемой предметной области.

1.3. Существующие подходы к решению аналитических задач поддержки принятия решения в СППР

Для решения аналитических задач в СППР, возникающих в процессе формирования решения и управления организацией, используются различные подходы. В рамках данных подходов для формализации описания объектов воздействия и самих процессов управления используются различные математические модели, которые базируются на определенных математических теориях. Наиболее широко применяемые варианты подходов, моделей и математических теорий для описания сложных объектов приведены на рис. В.5 [4].

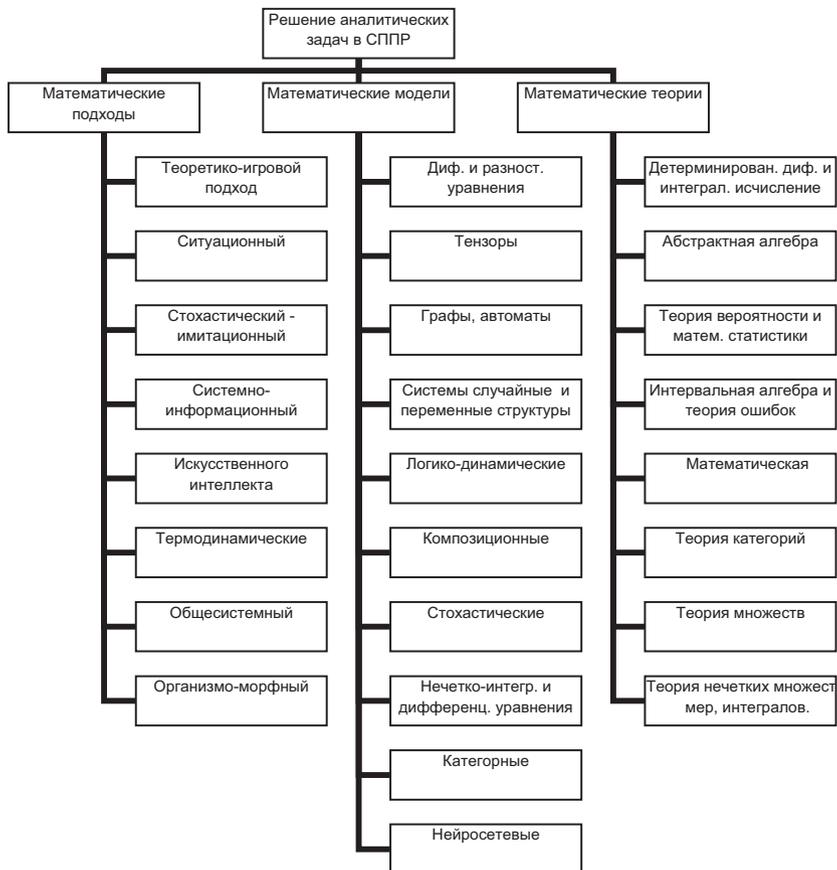


Рис. В.5. Классификация существующих подходов

1.4. Проблема обработки нечетких данных в задачах управления организациями

Практика создания СПУР организации показала, что одним из основных системных свойств функционирования организации является их конфликтная природа. При этом, конфликтующими сторонами,

могут выступать не только действия противоборствующих сил, но и широкий круг других конфликтующих факторов, таких как многокритериальность, неопределенность исходной и текущей информации, действие случайных, не учитываемых факторов и т. д. приводящих к проблемным (конфликтным) ситуациям.

Конфликтная природа функционирования организации требует их рассмотрение как сложных систем. Сложная система имеет большое количество взаимосвязанных различных частей, структур или элементов, аспектов, деталей, понятий. Это затрудняет их изучение и моделирование, понимание происходящих в них процессов при ПУР.

Организация, как сложный объект управления обладает рядом отличительных особенностей:

1. Не все цели выбора управляющих решений и условия, влияющие на этот выбор, могут быть выражены в виде количественных соотношений. Плохо определенными, нечеткими могут быть:
 - множество критериев $\{K\}$;
 - заданная на критериях система предпочтений P ;
 - характеристики классов при решении задач классификации.
2. Отсутствует либо является неприемлемо сложным формализованное описание объекта управления:
 - сложно построить функцию ρ , описывающую динамику объекта управления
 - определить значения переменных, входящих в функцию ρ ;
 - Формально функция ρ может быть нечетким отображением входных переменных в выходные.
3. Значительная часть информации, необходимая для математического описания объекта существует в форме представлений и пожеланий специалистов-экспертов, имеющих опыт работы с данным объектом. Это приводит к нечеткости описания элементов формального представления объекта управления (1). Нечетким может быть:
 - описание состояния объекта Ω и его характеристик X ;
 - описание времени (например, нечеткость запаздывания действия управления, момента начала воздействия внешнего фактора и т. д.);

- нечеткость процесса наблюдения за объектом γ и сами оценки его состояния Y (например, выгодность сложившейся обстановки, степень удовлетворения проекта целям и задачам программы, плана и т. д.);
- На практике могут наблюдаться различные сочетания нечеткости в описании составляющих аналитических задач.

Кроме указанных факторов следует также учитывать неопределенность из-за:

- многокритериальности задач ПУР;
- невозможности учета всех взаимно влияющих факторов «природы»;
- статистической неопределенности;
- наличия конфликтующих сторон, приводящего к игровой неопределенности хода и исхода (иногда называющегося стратегической неопределенностью);
- ограниченности и недостаточной достоверности исходной и текущей информации и многие другие факторы.

Неопределенность присущая задачам управления организацией имеет более общую природу, а не только статистическую. Основные виды неопределенности приведены в виде дерева на рис. В.6. [5].

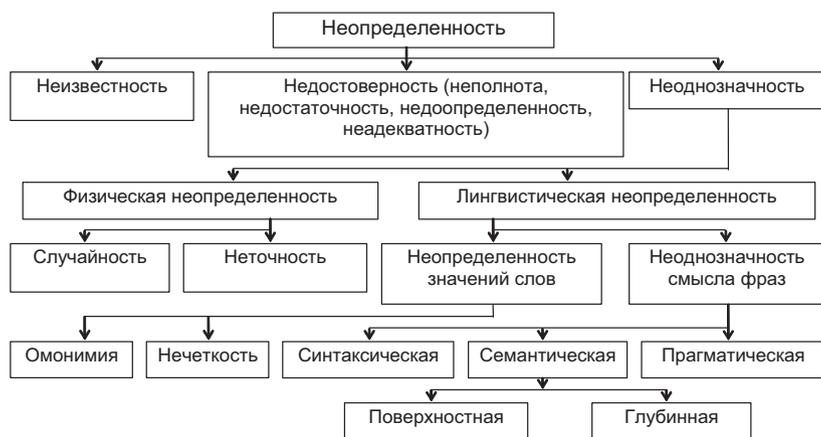


Рис. В.6. Основные виды неопределенности

Стремление к решению указанных аналитических задач в условиях неопределенности на основе традиционных подходов заставляет рассматривать две альтернативы:

- Первая – постараться учесть все возможные факторы, влияющие на поведение объекта. К сожалению, в силу специфики сложных объектов, это попытка «объять необъятное». Если и можно построить такую модель, используя традиционные методы, то она будет громоздкой и неприемлемой для практического использования, что связано как с функциональными, так и экономическими аспектами.
- Вторая альтернатива – упрощение модели в рамках традиционных методов, что неминуемо приведет к неадекватности получаемых управленческих решений вследствие недостаточного полного учета факторов неопределенности.

Решение задач управления организациями наталкивается на проблемы выбора альтернатив, формализации неопределенного объекта в слабоструктурированных (плохо формализуемых) ситуациях. Основная особенность таких задач заключается в том, что модель объекта воздействия может быть построена лишь на основании дополнительной информации, получаемой от специалистов, экспертов, ЛПР в реальных условиях.

Отсюда следует необходимость использования специальных подходов, предназначенных для решения слабо структурированных (смешанных) и неструктурированных (качественно выраженных) задач управления организациями. Эти подходы должны адекватно отражать реальную действительность с учетом характеристик ЛПР. В противном случае полученные рекомендации и решения будут игнорироваться либо неправильно пониматься ЛПР, поскольку часть сведений о закономерностях развития сложных динамических объектов, которыми они располагают, носят характер нечетких описаний на лингвистическом уровне. Именно наличие качественных, нечетких описаний позволяет ЛПР принимать удачные решения в конкретных нечетких ситуациях. Не учет этого обстоятельства в СПУР не допустим.

Альтернативным способом формирования управления в сложных системах, является допущение нечеткости при описании данных. Это утверждение основывается на принципе несовместимости:

«С ростом сложности систем наша способность делать точные и содержательные утверждения об их поведении падает до определенного предела, за которыми такие характеристики, как точность и содержательность (или реальность), становится взаимоисключающими». В этом смысле абсолютно точный количественный анализ

реальных сложных объектов управления не слишком подходит для решения.

На сегодняшний день можно выделить ряд математических теорий предназначенных для формализации неопределенной информации (данных) [4]:

1. Многозначная логика.
2. Теория вероятности.
3. Теория ошибок (Интервальные модели).
4. Теория интервальных средних.
5. Теория субъективных вероятностей.
6. Теория нечетких множеств.
7. Теория нечетких мер и интегралов.

Результаты сравнения математических теорий, с точки зрения их применимости для решения аналитических задач СППР в условиях неопределенности, приведены в табл. В.2 [4].

Таблица В.2. Сравнительный анализ математических подходов

№	Учитываемая характеристика	Подходы к учету факторов неопределенности						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Учет физической числовой неопределенности	-	+	+	+	+	+	+
2.	Учет физической нечисловой (событий) неопределенности	+	+	-	+	+	+	+
3.	Учет нечисловой лингвистической неопределенности	+	-	-	-	+	+	+
4.	Зависимость ошибки конечного результата от точности задания исходных данных	Не допустима	Очень сильно растет		Растет		Не превосходит ошибки на входе	
5.	Возможность учета семантической модальности информации	+	Pr	-	-	Pr	Poss	+
6.	Возможность учета квалификации уровня (количественной оценки) неопределенности	-	+	-	-	+	+	+
7.	Учет квалификации (более чем, значительно, очень и т. д.)	+	-	-	-	-	+	+