

# Содержание

## Введение ..... 7

## Глава 1. Основы решения аналитических задач ..... 10

1.1.	Аналитические задачи: природа и классификация .....	11
	Природа аналитических задач.....	13
	Классификация аналитических задач.....	15
1.2.	Нечеткая технология: математические инструменты и алгоритмы .....	24
	Почему мы предлагаем использовать именно нечеткую технологию?.....	24
	Что такое нечеткая технология? .....	29
	Математические инструменты: нечеткие множества и нечеткие меры.....	29
	Использование математических инструментов для обработки неопределенности.....	39
	Основные приемы использования математических инструментов для решения аналитических задач .....	42
1.3.	Организационная модель решения аналитических задач: ситуационный центр .....	52
	Ситуационный центр, его основные компоненты.....	53
	Организационная модель ситуационного центра для анализа информационно-психологического пространства .....	60

## Глава 2. Задачи анализа внешних политико-экономических и социальных условий ..... 63

2.1.	Оценка риска международных политико-экономических отношений страны .....	64
	Преамбула .....	64
	Концепция решения задачи.....	67
	Сопряженные задачи оценки риска .....	69
	Структура модели .....	71
	Оценка напряженности международных отношений Украины в 2007 г.....	77
	Заключение.....	87
2.2.	Анализ и прогноз международной политико-экономической конкуренции .....	87
	Преамбула .....	88
	Ключевые термины и шкалы.....	90
	Концепция анализа конкуренции .....	98
	Структура комплекса моделей .....	101

Оценка политico-экономической конкуренции в нефтяной отрасли стран европейского и среднеазиатского региона .....	113
Анализ совместного отношения Украины и других ПЭС к изменению ситуации в нефтегазовой отрасли стран европейского и среднеазиатского региона .....	157
Заключение.....	162
<b>2.3. Мониторинг и управление информационным пространством.....</b>	<b>164</b>
Преамбула .....	164
Ключевые термины .....	166
Аналитические задачи по контролю и управлению информационным пространством.....	170
Задача выявления недружественных информационных воздействий.....	175
Концепция решения задачи.....	176
Структура модели .....	179
Математическое описание модели .....	185
Анализ возможности информационного воздействия на русскоязычное национальное меньшинство во время последнего тура президентских выборов в Украине в 2005 г. ....	189
Заключение.....	191

### **Глава 3. Задачи управления: управление ликвидностью и бюджетирование .....** 193

3.1. Управление быстрой ликвидностью на основе событийного прогнозирования финансовых индексов .....	194
Преамбула .....	195
Концепция прогнозирования.....	200
Идея модели .....	204
Математическая модель .....	207
Прогнозирование украинского фондового индекса ПФТС....	214
Прогнозирование курсов валют EUR/USD на рынке Forex....	216
Прогнозирование курсов валют UAH/USD на рынке Forex....	218
Прогнозирование ставок межбанковского кредитования KievPrime.....	219
Прогнозирование котировок евробондов «Украина 2015 EUR» .....	228
Заключение.....	232
<b>3.2. Прогнозирование налоговых поступлений при бюджетном планировании .....</b>	<b>233</b>
Преамбула .....	233
Идея модели .....	234

Структура модели .....	244
Результаты расчетов .....	253
Заключение.....	256
<b>Глава 4. Формирование маркетинговых стратегий .....</b>	<b>258</b>
4.1. Комплекс моделей для формирования маркетинговых стратегий.....	260
Преамбула .....	260
Аналитические задачи формирования маркетинговых стратегий.....	263
Концепция построения комплекса моделей .....	269
Структура моделей .....	275
Алгоритм использования комплекса моделей для формирования маркетинговых стратегий .....	289
Заключение.....	291
4.2. Оценка эффективности начала и реализации нового вида страхования .....	293
Ключевые выводы .....	294
Условия выполнения проекта .....	296
Комплекс маркетинговых стратегий компании.....	298
Итоговые предложения .....	300
Общий финансовый план .....	301
Показатели страховой статистики .....	302
4.2.1. Приложение А. Исходные данные и ограничения .....	303
4.2.2. Приложение Б. Структурная схема исследований.....	308
4.2.3. Приложение В. Исследование условий выполнения проекта .....	310
4.2.4. Приложение Г. Комплекс маркетинговых стратегий ....	330
4.2.5. Приложение Д. Формулы расчета показателей страховой статистики.....	346
4.3. Оценка эффективности начала и реализации проекта по производству сельскохозяйственной продукции .....	347
Пункт 1. Оценка риска проекта с точки зрения кредитора....	348
Пункт 2. Оценка риска проекта с точки зрения распорядителя.....	355
4.3.1. Приложение А. Структура модели оценки кредитного риска .....	363
4.3.2. Приложение Б. Критические параметры проекта .....	367
<b>Глава 5. Краткое описание программных продуктов нечеткой технологии .....</b>	<b>371</b>
5.1. Expert Professional Master .....	372
Назначение .....	372

Структура решения аналитических задач в ExPro .....	373
Эталон идеального объекта и реальные объекты.....	374
Имитационная модель .....	376
Внешние факторы.....	377
Внутренние факторы.....	378
Источники данных .....	380
Модуль отображения результатов решения ExPro Reporter ....	382
Групповая работа пользователей .....	382
5.2. Expert Professional Master Forecast .....	384
Назначение .....	384
Концепция Forecast .....	384
Оценка событий .....	385
Анализ индекса .....	387
Групповая работа .....	391
5.3. Fuzzy for Excel.....	392
Назначение .....	392
Функции Fuzzy for Excel .....	392
Инструменты Fuzzy for Excel .....	393
5.4. Fuzzy Planner .....	396
Назначение .....	396
Информационная структура Planner .....	397
<b>Список использованной литературы.....</b>	<b>401</b>
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>406</b>

# Введение

Бурное развитие науки и техники, развитие информационных технологий, процессы глобализации сегодня значительно ускоряют темп жизни в целом и темп экономических процессов в частности. Это ускорение не только расширяет возможности для бизнеса, но и создает дополнительные ограничения и препятствия. Быстрые изменения ситуации вынуждают компании обратить особое внимание на предвидение изменений, их анализ и оперативную выработку адекватных реакций на появление и новых возможностей, и новых угроз. Объем современных экономических процессов и их скорость не всегда позволяют нам говорить о возможности простых и очевидных решений. Так или иначе, чтобы развиваться, компания должна решать сложные аналитические задачи в условиях существенной неопределенности.

В последнее время несоответствие между теорией и практикой в решении аналитических задач все более отчетливо становится очевидным. С одной стороны, уровень проработки теоретических вопросов управления повышается с каждым годом. Это касается и методов решения прикладных задач, и самой нечеткой технологии. С другой стороны, большинство экспертов и аналитиков предпочтуют использовать в основном описания систем и процессов с помощью вероятностей и нечетких множеств – математических инструментов с весьма ограниченными возможностями из-за особенностей собственной аксиоматики. Именно это несоответствие побудило нас к написанию книги. Более 20 лет мы исследуем сложные задачи управления в условиях неопределенности. За это время мы решили несколько десятков аналитических задач, в которых пытались применить абстрактные математические конструкции к практическим потребностям компаний, корпораций и государственных учреждений. В процессе решения мы накопили некоторый опыт, которым хотим поделиться с читателями. Надеемся, что этот опыт не будет для них лишним. При изложении мы старались не вдаваться в глубокие подробности математических абстракций, хотя некоторое понимание сути базовых инструментов здесь все же необходимо. В первую очередь мы стремились выяснить и пояснить природу задачи, характер неопределенности и вытекающие из этого особенности решения. Мы старались придерживаться естественной и понятной логики и избегали введения искусственных ограничений, которые искажают смысл задачи и могут привести к неадекватным результатам.

Эта книга состоит из пяти частей. В первой части мы рассматриваем природу и классификацию аналитических задач, обобщенные схемы их решения, выясняем источники и характер неопределенности, которую необходимо учитывать. Здесь мы также описываем математические инструменты нечеткой технологии, поясняем их физический смысл и основные приемы, которые далее используются для решения реальных прикладных задач. При изложении мы старались максимально использовать графические образы, которые, по нашему мнению, наиболее понятны читателям. В конце первой части мы рассматриваем принципы построения ситуационных центров как организационной модели использования нечеткой технологии на практике. Во второй части мы рассматриваем приложения нечеткой технологии для решения аналитических задач оценки и прогноза политико-экономических и социальных процессов, которые порождают политические и макроэкономические риски для компаний (корпораций, государственных учреждений). Эти задачи являются фундаментальными с точки зрения построения долгосрочных стратегий в интересах международных корпораций и правительств. В третьей части представлены решения аналитических задач, которые могут быть интересны для компаний и государственных учреждений с точки зрения среднесрочного и краткосрочного планирования и управления. В четвертой части рассмотрены задачи уровня микроэкономики рынков. Сначала описывается комплекс моделей для формирования маркетинговых стратегий, а затем представляются два реальных консалтинговых отчета с акцентами на различные особенности задач. Замыкает книгу описание четырех программных продуктов нечеткой технологии, которые созданы нами и использованы для решения рассмотренных задач. Здесь мы не стремились представить полное и подробное описание программных продуктов, а хотели лишь ознакомить читателей с основными возможностями и принципами их работы. Таким образом, книга охватывает теоретические вопросы нечеткой технологии, ее приложения для решения аналитических задач всех основных уровней управления, а также практические инструменты нечеткой технологии.

Мы старались сделать книгу наглядной и понятной читателям. Поэтому книга содержит множество рисунков, таблиц и графиков для пояснения методов и результатов решения аналитических задач. Для достижения наглядности решение задач изложено в следующей последовательности: сущность задачи, идея метода и пояснения терминов, логическая модель решения, алгоритм решения и пример

решения из нашей практики. Мы надеемся, что книга будет полезна для читателей. Мы также будем рады, если наша книга вызовет дискуссию среди них. Как говорится, истина рождается в споре. Поэтому мы открыты для обсуждения и просим присыпать мнения и вопросы на наши электронные адреса: «Sergey Sveshnikov» <sveshnikovsv@yandex.ru> и «Victor Bocharnikov» <bocharnikovvp@yandex.ru>. Мы благодарны нашим коллегам за помошь в расчетах: Константину Захарову, Виктору Дерибасу, Роману Дмитренко, Степану Возняку и Владимиру Юзефовичу.

# Глава 1

## Основы решения аналитических задач

- 
- |      |  |    |
|------|--|----|
| 1.1. | Аналитические задачи:<br>природа<br>и классификация.....                             | 11 |
| 1.2. | Нечеткая технология:<br>математические<br>инструменты<br>и алгоритмы .....           | 24 |
| 1.3. | Организационная<br>модель решения<br>аналитических задач:<br>ситуационный центр..... | 52 |

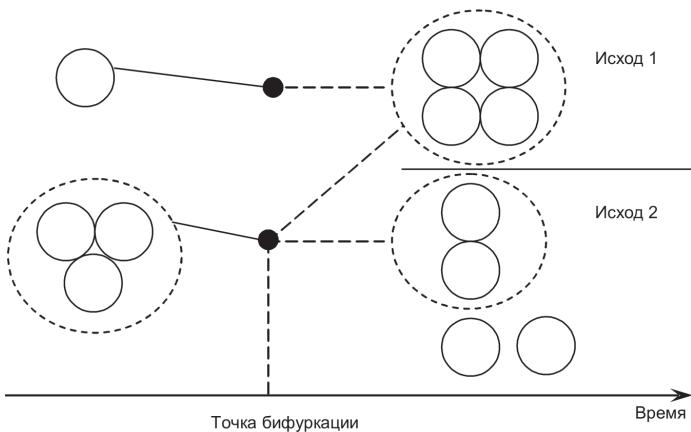
В этой части книги рассматривается природа задач, которые аналитики должны решать при управлении компаниями, корпорациями, государственными учреждениями. С целью пояснения общих закономерностей и подходов к решению этих задач представлены их классификация, обобщенные схемы решения, а также краткая характеристика математических методов и приемов решения. Так как процесс решения аналитических задач не является абстрактным понятием, а аналитики решают аналитические задачи в рамках конкретных подразделений, в конце этой части предложен взгляд на организационные модели, которые, по нашему мнению, являются наиболее эффективными при решении аналитических задач.

## **1.1. Аналитические задачи: природа и классификация**

Хорошо известно, что эффективность бизнеса, как и любого организационно-технического процесса, зависит не только от эффективности производственных процессов (работы оборудования, станков, технологий), но и во многом от эффективности системы управления. Поддержка эффективного управления является особенно важной в неблагоприятных условиях внешней среды, которые проявляются в виде волатильности рынков ресурсов и рынков сбыта, высокой конкуренции, политических и административных рисков.

Во время кризиса требования к оперативности и качеству управления особенно возрастают. Это утверждение в полной мере относится не только к условиям глобального финансово-экономического кризиса, который начался в 2008 г. Оно также относится к локальным явлениям, которые похожи на кризис по признаку резкого изменения «правил игры». То есть в не-кризисное время условия и правила функционирования экономических систем или их частей также могут существенно изменяться. Приверженцы теории циклов называют такие моменты точками бифуркации (см. [1]). В этих точках накопленные количественные изменения в экономической системе приближаются к критическому уровню. В системе нарушаются важные балансы: что-то отпадает, что-то добавляется, перестраивается. В результате система приобретает новое качество. На рис. 1.1.1 упрощено изображено изменение состава системы при прохождении точки бифуркации.

Через подобный процесс преобразований проходят все без исключения системы: природные, общественные, экономические, полити-



*Рис. 1.1.1. Прохождение системой точки бифуркации*

ческие. Здесь и далее мы будем рассматривать системы, которые имеют в своем составе активные компоненты: органы управления. Эти органы управления имеют возможность принимать и реализовывать решения, то есть возможность активно влиять на развитие системы. Форма и содержание деятельности органов управления должны соответствовать условиям функционирования системы.

На рис. 1.1.1 мы изобразили расслоение возможностей, которое появляется в точке бифуркации: или система присоединит к себе новый элемент, или система потеряет свой элемент.

От чего же зависит исход бифуркации? В первую очередь он зависит от своевременности и величины усилия, которое может быть приложено к системе в момент бифуркации. Обратите внимание на то, что в такие критические моменты, как правило, не требуется прилагать больших усилий, чтобы переломить траекторию движения системы. То есть не обязательно тратить большие ресурсы, чтобы кардинально изменить ситуацию. Важно лишь правильно определить момент.

Иногда большие игроки на международных рынках преднамеренно создают подобные критические ситуации. Один из самых ярких примеров – это банкротство Проминвестбанка (Украина) с помощью кратковременного информационного воздействия [2]. Этот банк имел один из наивысших рейтингов среди украинских банков. Он обеспечивал трансферты правительства, имел хорошую репутацию и большую клиентскую базу. Однако неизвестные начали по-

сылать клиентам банка текстовые сообщения, в которых говорилось о возможном банкротстве банка. Эти сообщения вызвали панику, и через неделю поток требований клиентов полностью заблокировал деятельность банка. В результате владельцы банка были вынуждены продать банк по минимальной цене.

Здесь мы не стремимся научиться преднамеренно создавать какие-либо деструктивные воздействия. Однако очевидно, что компании должны постоянно изучать ситуацию, предсказывать возможные деструктивные воздействия и своевременно нейтрализовать их. Эти рассуждения также относятся к любым возможным изменениям условий бизнеса.

## **Природа аналитических задач**

Поэтому орган управления системой должен постоянно решать два типа ключевых задач:

- сбор и обработка необходимой информации;
- анализ собранной информации для адекватной оценки обстановки и формирования эффективных решений.

Первый тип задач называется информационными задачами, второй тип задач – аналитическими. Чем отличаются друг от друга эти задачи?

При решении информационных задач орган управления:

- собирает информацию;
- формализует ее;
- сохраняет информацию, например в архивах;
- сортирует, обобщает и отображает информацию, чтобы лучше ее анализировать.

На практике информационные задачи могут быть разнообразны. Решение этих задач базируется на современных информационных технологиях. Но их главная особенность состоит в том, что в результате обработки информации эти задачи не вырабатывают принципиально новых знаний о системе и внешней среде:

$$Inf_{input} \equiv Inf_{result}.$$

Эта условная формула обозначает: информация, которую мы получаем как результат решения информационной задачи, тождественна исходной информации.

В отличие от информационных задач, аналитические задачи используются для получения новых знаний:

$$Inf_{input} < Inf_{result}.$$

Эта условная формула обозначает, что информация, которую мы получаем как результат решения аналитической задачи, «как бы больше» исходной информации. То есть аналитическая задача, в отличие от информационной задачи, генерирует новое знание. Это новое знание дает нам возможность оценить ситуацию, спрогнозировать ее развитие и принять решение, которое будет реализовано в надежде на успех. Безусловно, чтобы новое знание было адекватным и принесло нам пользу, необходимо выполнить четыре ключевых условия:

- правильно и точно сформулировать задачу, то есть правильно определить цель анализа, объект анализа, выделить наиболее значимые свойства этого объекта и отбросить свойства, которыми можно пренебречь;
- собрать минимально достаточный объем исходной информации для решения задачи;
- создать адекватную модель системы, которая нас интересует, то есть правильно описать внутренние механизмы системы, внешние условия, допущения и ограничения;
- организовать процесс исследования полученной модели системы, обеспечить эффективность работы персонала.

Методы системного анализа обеспечивают выполнение **первого условия**. Читатель может самостоятельно ознакомиться с известной литературой, например [3]. Здесь мы лишь хотим обратить внимание на важность правильной формулировки задачи. Если задача изначально сформулирована неправильно, шансов на ее успешное решение очень мало. С этой точки зрения классификация аналитических задач играет важную роль.

Решение информационных задач обеспечивает выполнение **второго условия**. В этой книге мы не будем подробно останавливаться на информационных задачах. Однако следует подчеркнуть две особенности. Первая особенность – это противоречие между объемом необходимой информации и затратами на ее добывание: большой объем необходимой информации требует больших усилий и времени для сбора. Вторая особенность состоит в противоречивости, неполноте, неточности и нечеткости информации. Информационные задачи должны учитывать эти свойства информации.

Специальные методы решения аналитических задач обеспечивают выполнение **третьего условия**. Например, хорошо известно, что для прогнозирования могут использоваться десятки различных методов, которые построены на самых различных принципах. Каждый из методов имеет собственные допущения, ограничения, условия ис-

пользования, которые необходимо учитывать при выборе метода решения конкретной аналитической задачи. Также необходимо учитывать реальные свойства входной информации. Например, не следует использовать статистические методы, если входная информация не имеет свойств статистической выборки. Иначе решение будет ошибочным.

Специальные организационные модели обеспечивают выполнение **четвертого условия**. Это совокупность специальных аналитических подразделений, организационных процедур по решению аналитических задач, конфигурации технических и программных средств, средств связи и других устройств, которые обеспечивают эффективную работу персонала. То есть организационные модели также рассматриваются как важные аспекты решения аналитических задач на практике.

При соблюдении всех этих условий можно надеяться на выработку эффективного решения. В этом разделе мы рассмотрим, что необходимо сделать, чтобы их выполнить.

## **Классификация аналитических задач**

На практике аналитические задачи разнообразны. Исследователи используют различные классификационные схемы в зависимости от совокупности признаков задач и цели исследования. Мы предлагаем рассмотреть классификацию аналитических задач с точки зрения цели их решения, то есть с точки зрения типа результатов решения. Таблица 1.1.1 показывает такую классификацию. В таблице с помощью подчеркивания показаны типовые задачи, которые наиболее часто встречаются на практике.

Рассмотрим далее схемы решения типовых задач. Эти схемы являются универсальными и могут использоваться для решения различных задач соответствующих классов.

### **Задача оценки**

Задача оценки возникает, когда необходимо рассчитать оценку соответствия реальных объектов нашим собственным представлениям. Эта задача аналогична задаче измерения. Например, человек измеряет длину стола с помощью линейки. В задаче оценки аналитик строит эталон идеального объекта (линейку), с которым он соотносит реальные объекты (столы) по их отдельным параметрам (длина). Уровень соответствия реального объекта идеальному объекту является

**Таблица 1.1.1. Классификация аналитических задач**

Задача	Тип результатов решения	Пояснение
<b>Задачи оценивания</b>		
Оценка	Оценка объекта в критерии	Оценка объекта на основе оценок его параметров
Классификация	Оценка принадлежности объекта к сформированным классам	Соотнесение текущего состояния объекта к одному из ранее сформированных классов
Кластеризация	Группы объектов (классы)	Нахождение прототипов классов, разбиение объектов на классы
Динамическая фильтрация	Оценка объекта в критерии	Постоянное оценивание текущего состояния объекта на основе данных из прошлого в условиях шумов
Прогнозирование	Временная последовательность оценок объекта в критерии	Оценка текущего состояния объекта на основе данных из прошлого и предположений о дальнейшем развитии ситуации
<b>Задачи идентификации модели</b>		
Структурная идентификация	Структура модели предметной области	Выявление значимых элементов системы и связей между ними
Параметрическая идентификация	Значения параметров связей в модели предметной области	Настройка параметров модели после структурной идентификации
<b>Задачи управления</b>		
Выбор решения	Объект, который имеет наилучшую оценку в критерии	Оценка объектов и выбор наилучшего объекта
Ранжирования	Упорядоченные оценки объектов в критерии	Оценка объектов на основе их параметров и упорядочение
Динамического управления	Управляющие воздействия, которые являются рациональными (оптимальными) с точки зрения выбранного критерия	Формирование последовательности управляющих воздействий, которые приводят объект в требуемое состояние с учетом условий внешней среды. Состояние внешней среды не зависит от действий других управляемых объектов
Игровое динамическое управление	Управляющие воздействия, которые являются рациональными (оптимальными) с точки зрения выбранного критерия	Формирование последовательности управляющих воздействий, которые приводят объект в требуемое состояние с учетом условий внешней среды. Состояние внешней среды зависит от действий других управляемых объектов

результатом решения задачи. Алгоритм рассчитывает этот уровень в главном критерии оценки. Уровень соответствия чаще всего измеряется в относительной шкале, например в интервале  $[0, 1]$ . Рисунок 1.1.2 иллюстрирует схему решения задачи оценки.

Акцентируем внимание на нескольких важных особенностях задачи:

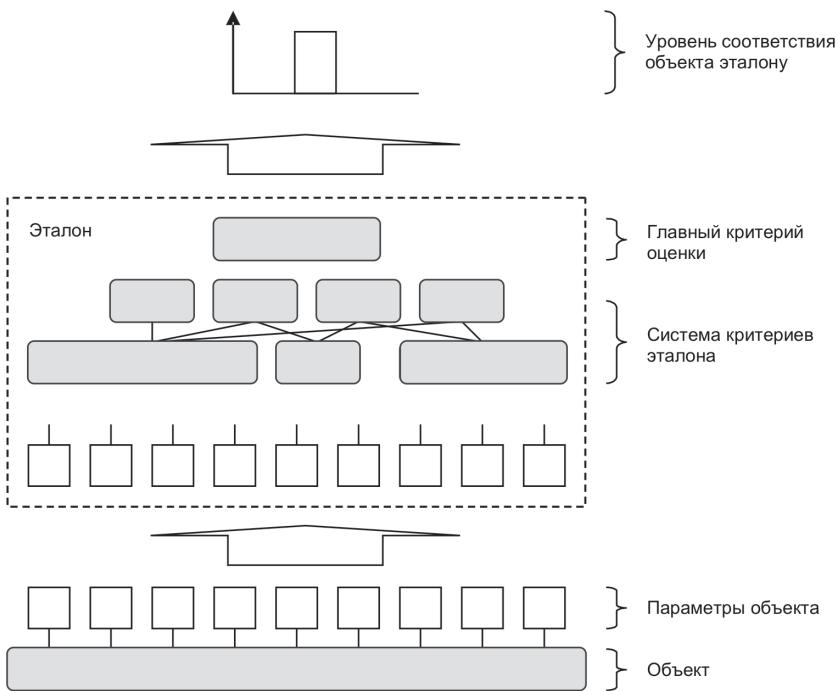


Рис. 1.1.2. Условная схема решения задачи оценки

- задача оценки не учитывает времени, то есть является статической задачей;
- количество и тип параметров идеального и реального объектов должны совпадать;
- разные задачи могут по-разному оценивать один и тот же объект;
- разные параметры объектов могут измеряться в разных шкалах (числовых или лингвистических);
- структура эталона должна иметь единственный выход, в котором измеряется уровень соответствия;
- эталон идеального объекта может быть использован многократно.

Классический пример задачи оценки – это задача оценки риска заемщика. В этой задаче заемщик с максимальным риском является идеальным объектом. Он имеет риск, равный 1. Реальные заемщики оцениваются с учетом множества параметров: активы, пассивы, кре-

дитная история и др. Также необходимо учитывать, что на практике не всегда можно точно оценить некоторые параметры заемщика. Поэтому и эталон, и входная информация должны правильно «работать» с неопределенностью. Результатом решения задачи является уровень соответствия заемщику с максимальным риском.

### ***Задача классификации***

Задача классификации рассматривается как задача соотнесения реального объекта к ранее сформированным классам. То есть перед решением задачи необходимо иметь описания этих классов в виде соответствующих эталонов. В задаче требуется получить оценку соответствия объекта этим классам.

Данная задача сводится к задаче оценки. В этой задаче строится несколько эталонов идеальных объектов (классов), с которыми соотносится реальный объект. Результатом решения задачи является класс с максимальной оценкой из множества оценок объекта для всех классов. Особенности этой задачи аналогичны особенностям задачи оценки. Наиболее показательный пример – это задача классификации активов по ликвидности или задача классификации кредитов по группам риска.

### ***Задача кластеризации***

Задача кластеризации рассматривается как задача разбиения множества объектов на классы.

Задача кластеризации возникает, когда имеется несколько объектов, которые необходимо сгруппировать на основе значений их параметров. На первом шаге решается задача оценки каждого объекта. Затем формируется отношение сходства между объектами и после этого – отношение эквивалентности. Способы получения отношений сходства и эквивалентности могут быть различными. Рисунок 1.1.3 иллюстрирует схему задачи группирования (кластеризации). На рисунке уровень закраски ячеек в матрице эквивалентности иллюстрирует уровень эквивалентности объектов в строке и столбце этой матрицы.

Результатом решения задачи являются группы объектов, для которых величина эквивалентности больше либо равна заданного уровня. На уровне 1 каждый объект эквивалентен только самому себе, то есть количество групп равно количеству объектов. На уровне 0 существует только одна группа, которая включает в себя все объекты. На промежуточных уровнях проявляется разное количество групп.