***ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,***

***Российская Федерация***

**218 Лекция №13. По дисциплине Интеллектуальные информационные системы и технологии. Проблемы распознавания образов.**

**Резюме**

Лекция посвящена проблеме распознавания образов, её задачам, методам и связи с принятием решений.

1. **Введение и контекст:**
   * Лекция №13 по дисциплине "Интеллектуальные информационные системы и технологии".
   * Основная тема: Проблема распознавания образов.
2. **Проблема распознавания образов:**
   * Сводится к двум задачам: обучение и распознавание (идентификация).
   * **Распознавание:**
     + Строгий запрос: точное совпадение признаков объекта с запросом.
     + Нечеткий запрос с неполнотой: не все признаки известны.
     + Нечеткий запрос с шумом: часть признаков известна ошибочно.
     + Ранжирование результатов по количеству совпавших признаков.
     + Учет весов признаков: разные признаки имеют разную значимость.
     + Классификация запроса: отнесение к обобщенному образу (классу).
   * **Обучение:**
     + Предъявление системе объектов с указанием их принадлежности к классам (обучение с учителем).
     + Самообучение: классы определяются автоматически путем кластерного анализа обучающей выборки.
     + Цель обучения: научить систему правильно относить объекты к классам и не относить к чужим.
3. **Классификация методов распознавания образов (по В.А. Дюку):**
   * **Интенсиональное представление знаний:** Основано на схемах связей между признаками (атрибутами). Примеры: методы, основанные на принципе разделения, статистические, потенциальных функций, вычисления оценок (голосования), исчисления высказываний (алгебра логики). Связано с работой левого полушария мозга (логика, закономерности).
   * **Экстенсиональное представление знаний:** Основано на конкретных фактах, объектах, примерах. Пример: эвристический подход (используется в экспертных системах), основанный на знаниях и интуиции исследователя. Связано с работой правого полушария мозга (целостное, образное восприятие).
   * **Дополнительность методов:** Эффективные системы должны сочетать оба подхода (интенсиональный и экстенсиональный), как это реализовано в системе Eidos.
4. **Связь распознавания с идентификацией и прогнозированием:**
   * Идентификация, распознавание, классификация, диагностика – часто синонимы.
   * Отличие прогнозирования от идентификации: при прогнозировании признаки (факторы) относятся к прошлому, а прогнозируемое состояние – к будущему. При идентификации все относится к одному моменту времени.
   * Системы распознавания могут успешно применяться для прогнозирования.
5. **Роль распознавания в автоматизации управления:**
   * В цикле управления (объект -> информация -> управляющая система -> воздействие -> объект) система распознавания (идентификации) определяет текущее состояние объекта управления на основе поступающей информации.
   * Принятие управляющего решения базируется на модели, которая включает распознавание состояния и прогнозирование последствий управляющих воздействий.
6. **Кластерный анализ:**
   * Операция автоматической классификации, объединяющая объекты в группы (кластеры) по степени сходства.
   * Цель: минимизировать различия внутри кластера и максимизировать между кластерами.
   * Используется при самообучении систем распознавания.
   * Методы: агломеративные (объединение), дивизимные (разделение), К-средних, когнитивная кластеризация (реализована в Eidos).
7. **Принятие решений (ПР):**
   * Действие над множеством альтернатив, сужающее его (выбор).
   * Связано с достижением целей.
   * **Классификация задач ПР:**
     + По множеству альтернатив (конечное, счетное, континуальное; закрытое, открытое).
     + По оценке альтернатив (один или несколько критериев; количественные, качественные).
     + По характеру выбора (разовый, многократный с обратной связью).
     + По последствиям (детерминированные, вероятностные, неопределенные).
     + По ответственности (отсутствует, индивидуальная, групповая).
   * **Подходы к ПР:**
     + Формализация (оптимизация) – возможна для простых, хорошо изученных задач.
     + Эвристический (экспертный) – для слабоструктурированных задач, основан на опыте и интуиции.
     + Комбинированный (СППР, ЭС, нейросети, когнитивные системы) – сочетание способностей человека и формальных методов.
   * **Информационный подход к ПР (Хартли, Шенон):**
     + Выбор/ПР рассматривается как снятие неопределенности и получение информации.
     + Количество информации измеряется логарифмически (бит).
     + Формула Хартли: I = log₂(n) для равновероятных альтернатив.
     + Формула Шенона: H = - Σ Pᵢ log₂(Pᵢ) для неравновероятных альтернатив (средневзвешенное количество информации, энтропия).

**Детальная расшифровка текста**

Здравствуйте, ребята.  
Здравствуйте.  
Да, доброе утро.  
Доброе утро.

**0. Введение и контекст**

Так, сегодня у нас двадцать первое одиннадцатого две тысячи двадцатого.  
Первая пара.  
Да, кстати, это суббота.  
Первая пара, 8:00-9:30.  
Лекция тринадцатая по дисциплине интеллектуальные информационные системы и технологии.  
И мы с вами рассматриваем вопрос, остановились на вопросе проблема распознавания образов.  
Лекционное занятие.  
И должно быть вас побольше. Причём гораздо побольше должно быть. Потому что все три группы сейчас здесь.  
Поэтому давайте, звоните в группы, там зовите кого, кого нет, чтобы здесь были.  
Может прийти проверка, а вас тут вообще семь человек.

Ребят, пожалуйста, позовите остальных.

То есть мы изучаем системы распознавания образов сейчас, и у нас занятия продолжаются на эту тему. Эта тема большая, конечно.  
Ну хорошо.

**1. Проблема распознавания образов**

**1.1. Задачи обучения и распознавания**

Значит, проблема распознавания образов сводится к двум задачам. Одна называется задача обучения, а другая задача распознавания.

**1.2. Типы запросов и распознавание**

Прежде чем сформулировать задачу обучения распознаванию образов, уточним, в чём же смысл их распознавания.  
Простейшим вариантом распознавания является строгий запрос на поиск объекта в базе данных по его признакам, который реализуется в информационно-поисковых системах. При этом каждому полю соответствует признак, описательная шкала. И значению поля соответствует значение признака, то есть какая-то градация описательной шкалы. Если в базе данных есть записи, все значения заданных полей которых точно совпадают со значениями, заданными в запросе на поиск, то эти записи извлекаются в отчёт, иначе запись не извлекается. То есть извлекаются только те записи, которые полностью, полностью соответствуют всем полям, заполненным в запросе.

Более сложными вариантами распознавания являются нечёткий запрос, запрос с неполнотой информации, когда не все признаки искомых объектов задаются в запросе на поиск, так как не все они вообще и известны. А также нечёткий запрос с шумом, когда не все признаки объекта известны, а некоторые считаются известными ошибочно. То есть люди думают, что они известны, на самом деле они просто вносят шум в систему. В этих случаях из базы данных извлекаются все объекты, у которых совпадает хотя бы один признак. И в отчёте объекты сортируются, ранжируются в порядке убывания количества совпавших признаков.

**1.3. Роль весов признаков и обобщенных образов**

При этом при определении ранга объекта в отсортированном списке все признаки считаются имеющими одинаковый вес, и учитывается только их количество. Примерно как в мере достоверности, мере Ван Рисбергена.

Однако, во-первых, на самом деле признаки имеют разный вес, разное значение. То есть один и тот же признак в разной степени характерен для различных объектов. Это первое.  
Второе. Нас могут интересовать не столько сами объекты, извлекаемые из базы данных прецедентов по запросу, сколько классификация самого запроса, то есть отнесение его к определённой категории, то есть к тому или иному обобщённому образу класса.

Если реализация строгих и даже нечётких запросов не вызывает особых сложностей, то распознавание, как идентификация с обобщёнными образами классов, причём с учётом различных весов признаков, представляет собой определённую проблему.

**1.4. Обучение систем распознавания**

Обучение осуществляется путём предъявления системе отдельных объектов, описанных на языке признаков, с указанием их принадлежности к тому или другому классу.  
Значит, ещё есть третий вариант. Ещё более развитый вариант поиска может быть реализован в системах, в которых пользователь задаёт веса признаков, и для каждого найденного объекта в базе данных учитывается сумма баллов по тем признакам, которые у него совпали с запросом.  
Вот. Это ещё более развитый вариант поиска. Вы поняли, ребят, что я сейчас написал здесь, нет?  
То есть может быть такой вариант поисковой системы, где пользователь задаёт не только сами значения полей в запросе, но также и может задать веса этих полей, что это поле для него более важно, это менее важно.  
И для каждой записи в базе данных, описывающих или нескольких... В общем, для каждого объекта, каждого объекта в базе данных подсчитывается суммарное количество баллов, которое набирается по тем полям, которые у него есть. И уже вот это число баллов является и для сортировки, является ключом сортировки. И объекты ранжируются не просто по числу полей совпавших с запросом, но и по баллам. Чем больше всего, прежде всего по баллам, которые они набрали, эти поля, которые совпали. И может даже так выйти, что какое-то очень важное поле имеет такой высокий балл, что даже если только оно одно там есть, совпало, то уже объект попадает на достаточно высокий уровень по рангу при поиске. То есть это поле является определяющим. Ну и остальные тоже как-то влияют.

Обучение осуществляется путём предъявления системе отдельных объектов, описанных на языке признаков, с указанием их принадлежности. При этом сама принадлежность классам сообщается системе человеком, учителем или экспертом. Я написал: это обучение с учителем называется, когда человек сообщает. А при самообучении классы определяются методом кластеризации самих объектов обучающей выборки.

Вот. Так что проблема-то в чём? В том, что если есть модель, то система относит объекты к тем классам, которым они принадлежат, иногда при этом ошибается. Иногда относят объекты к тем классам, которым они не... то есть не относят объекты к тем классам, которым они не принадлежат, что что она и должна делать. Иногда тоже при этом ошибается. И задача состоит в том, чтобы создать модель, которая меньше всего допускает ложных решений и больше истинных решений.

**2. Классификация методов распознавания образов**

**2.1. Подход В.А. Дюка: Интенсиональное и Экстенсиональное представление**

Следующий вопрос, ребята, 4 2 3. Классификация методов распознавания образов.  
Немножко кто-то проснулся, да?

Распознаванием образов называется задача установления отношения эквивалентности между конкретными и обобщёнными образами (моделями) объектов реального и идеального мира. Отношение эквивалентности выражает принадлежность оцениваемых объектов каким-либо классам, рассматриваемым как самостоятельные семантические, смысловые единицы.  
При построении алгоритмов распознавания классы эквивалентности могут задаваться исследователем, который пользуется собственным содержательным представлением и использует внешнюю дополнительную информацию о сходстве и различии объектов в контексте решаемой задачи. Тогда говорят о распознавании с учителем. Вот, ну точнее даже не о распознавании, а об обучении учителя. Но распознавание включает в себя обучение и идентификацию. В противном случае, то есть когда автоматизированная система решает задачу классификации без привлечения внешней обучающей информации, говорят об автоматической классификации или о распознавании без учителя.  
Ну, те задачи, которые мы решали, у нас обычно, у нас, как правило, было с учителем. Вот, но, то есть не правило, а 100% наших задач, которые мы решали, это было распознавание с учителем. Но кластерный анализ тоже есть, мы видели в системе Eidos. И вот можно было бы что сделать? Можно было бы взять, , в обучающей выборке все объекты отнести к классам, которым они сами, , ну, которым они, так сказать, являются. То есть формировать столько классов, сколько объектов, и каждый класс формировать на основе примера одного объекта. Ну, допустим, это были бы студенты, допустим, группы, и классы были бы тоже студенты группы. И каждый к самому классу относится. Вот. Потом взять, провести кластеризацию этой модели, и она объединит студентов по степени их сходства в кластеры. А потом взять и создать модель, в которой вот эти кластеры уже являются классами распознавания. А несколько классов, то есть несколько объектов, которые относятся к одному кластеру, в обучающей выборке будет информация о том, что они относятся именно к этому классу, соответствующему этому кластеру.  
Ну, грубо говоря, так вот, допустим, мы взяли, провели ваше исследование вашей группы и определили, что там путём кластеризации, что есть там студенты, а есть студентки. И потом взяли и всех студентов охарактеризовали этой информацией, к какому кластеру они относятся, студентов или студенток. А потом провели обучение опять и создали модель, в которой мы уже поняли, что наиболее характерно для обобщённого образа студентов и что наиболее характерно для обобщённого образа студенток. Вот такая задача. Это обучение без учителя называется.

Большинство алгоритмов распознавания образов требуют привлечения весьма значительных вычислительных мощностей, которые могут быть обеспечены только современной компьютерной техникой, высокопроизводительной.  
Различные авторы дают разную классификацию методов распознавания образов. Одни авторы различают параметрические, непараметрические, эвристические методы, другие выделяют группы методов, исходя из исторически сложившихся школ и направлений в данной области.

Мне импонирует классификация методов распознавания образов, которая дана в работах Дюка. Это петербургский учёный, исследователь, довольно известный. У него очень хорошая, обоснованная точка зрения излагается в его работах, собственная его точка зрения.  
Он даёт следующую классификацию. Это методы, основанные на принципе разделения, статистические методы, методы, основанные на методе, значит, методы, построенные на основе потенциальных функций, методы вычисления оценок голосования, методы, основанные на исчислении высказываний, в частности на аппарате алгебры логики.  
В основе этой классификации лежит различие формальных методов распознавания образов, и поэтому опущено рассмотрение эвристического подхода к распознаванию, получившего полное и адекватное развитие в экспертных системах. Эвристический подход основан на трудно формализуемых знаниях и интуиции исследователя. При этом исследователь сам определяет, какую информацию и каким образом система должна использовать для достижения требуемого эффекта распознавания. Подобная типология методов распознавания с той или иной степенью детализации встречается во многих работах по распознаванию образов. В то же время известные типологии не учитывают одну очень существенную характеристику, которая отражает специфику способа представления знаний о предметной области с помощью какого-либо формального алгоритма распознавания.

В работах Дюка выделяются два основных способа представления знаний:

* Интенсиональное – в виде схемы связи между признаками (атрибутами).
* Экстенсиональное – с помощью конкретных фактов, объекта и примера. Фактом является обнаружение у объекта, относящегося к определённому классу, определённого свойства (признака). Например, вот мы эту задачу решаем: студенты, студентки, да? Модель, которая идентифицирует студентов и студенток. И у нас один из студентов в обучающей выборке имеет там, допустим, карие глаза или там серые глаза. Это и есть факт, что студент, относящийся к определённому классу, имеет вот такой признак. Вот. А в этой строке, которая описывает объект обучающей выборки, если это описано в виде таблицы, там мы видим, что у него там много есть признаков. Каждой описательной шкале соответствует признак.

Что интересно, что в системе Eidos представлены оба эти варианта. То есть у нас есть и когнитивные диаграммы, и дендрограммы признаков, и также есть и обучающая выборка, в которой строки, , объекты описаны своими признаками и принадлежностью к каким-то классам. И каждое описание объекта представляет собой совокупность фактов.

**2.2. Связь с работой полушарий мозга и дополнительность подходов**

На наш взгляд, можно провести глубокую и далеко идущую аналогию между интенсиональными и экстенсиональными представлениями знаний и механизмами, лежащими в основе деятельности левого и правого полушарий головного мозга. Для правого полушария характерна целостная прототипная репрезентация окружающего мира (то есть это образное мышление), то левое полушарие обычно оперирует закономерностями, отражающими связи атрибутов этого мира (, ну, типа логики).

Описанные выше два фундаментальных способа представления знаний позволяют предложить следующую классификацию методов распознавания образов:

* Интенсиональные методы, основанные на операциях с признаками.
* Экстенсиональные методы, основанные на операциях с объектами.

Необходимо особо подчеркнуть, что существование именно этих двух и только этих двух групп методов распознавания, оперирующих с признаками и оперирующих с объектами, на наш взгляд, глубоко закономерно. С этой точки зрения ни один из этих методов, взятый по отдельности от другого, не позволяет сформировать адекватное отражение предметной области. Между этими методами существует отношение дополнительности, в том же смысле, в каком это, о котором говорил о дополнительности физик выдающийся Нильс Бор. Поэтому перспективные системы распознавания должны обеспечивать реализацию обоих этих методов, а не какого-либо одного из них. Именно так и сделано в системе Eidos. Да, так и сделано в интеллектуальной системе Eidos.

Таким образом, в основу классификации методов распознавания, предложенной Дюком, положены фундаментальные закономерности, лежащие в основе человеческого способа познания вообще, что ставит её в совершенно особое привилегированное положение по сравнению с другими классификациями, которые на этом фоне выглядят более легковесными, искусственными и менее аргументированными.

**3. Связь распознавания с идентификацией и прогнозированием**

Применение... Следующий вопрос, ребята, 4 2 4. Применение распознавания образов для идентификации и прогнозирования. Сходство и различия в содержании понятий идентификации и прогнозирования.  
Ну, часть, часть представлений, конечно, я вам даю на лабораторных работах, практических занятиях, поэтому когда объясняю конкретные задачи, поэтому вы многие вещи уже знаете. Но в лекциях тоже я это вам отмечу, это эти понятия.  
Термины распознавания образов и идентификации являются синонимами. Также синонимами этих двух терминов являются термины классификация и диагностика.  
Но вот идентификация и прогнозирование часто встречаются как различные понятия. И тут интересно что? Что они практически ничем друг от друга не отличаются по математическим методам, методам и алгоритмам. Но всё-таки у них различия, конечно, есть, и состоит оно в том, что при идентификации признаки и состояния объекта относятся к одному времени при идентификации. Считается, что они одновременно наблюдаются. А при прогнозировании считается, что признаки, то есть факторы, относятся к прошлому времени, а состояние – к будущему. Это означает, что система распознавания образов с успехом могут применяться не только для решения задач идентификации, но и прогнозирования.

**4. Роль распознавания в автоматизации управления**

Следующий вопрос 4 2 5. Роль и место распознавания образов в автоматизации управления сложными системами.  
Ребята, я вам рассказывал о алгоритме принятия решений развитом. И при этом приводил схему управления, где у нас есть объект управления, управляющая система, управляющие факторы, действующие со стороны управляющей системы на объект управления, информация обратной связи о состоянии объекта управления, на которой основывается управляющая система, когда вырабатывает управляющие решения. А также задаются как извне системе управления, задаётся извне цель управления, и на объект управления действуют не только управляющие факторы, но и окружающая среда.  
Это общая схема цикла управления, которая повторяется периодически, , значит, , циклически, почему и называется цикл. То есть вырабатывается решение, оказывается управляющее воздействие на объект управления, он как-то реагирует. Потом это повторяется. Информация об этом получает управляющая система о том, как он среагировал, опять вырабатываются управляющие решения и так далее.  
Так вот, управляющие решения вырабатываются на основе модели. А эта модель как раз и и используется для того, чтобы создать образ состояния текущего объекта управления. Это означает, что эта модель является моделью распознавания образов. А также выработать управляющее решение, то есть она должна уметь и прогнозировать развитие объекта управления при воздействии на него тех или иных факторов, а также должна решать и собственно задачу выработки управляющих воздействий.  
То есть это идентификация состояния объекта управления, выработка управляющего воздействия и оказание управляющего воздействия на объект управления.

И следующий вопрос 4 2 5 2. Место системы идентификации в системе управления. Ну, из этого уже того, что я сейчас вам сказал, что ясно, что раз должна быть идентификация осуществляться, то это и есть как раз основная функция системы распознавания образов. Поэтому в состав системы управления входит система идентификации. В простейшем варианте эта система идентификации состояния объекта управления, она просто измеряет какие-то его параметры, которыми мы мы на основе которых мы вырабатываем управляющие решения. Но в более развитых вариантах эти управляющие параметры, то есть, вернее так, эти параметры объекта управления, они используются для того, чтобы идентифицировать его состояние.

**5. Принятие решений (ПР)**

Следующий вопрос 4 2 5 3. Принятие решений по управлению как задача, обратная идентификации и прогнозированию.  
Значит, ясно, что, хмм, если мы можем прогнозировать, то есть мы можем применить систему распознавания образов для прогнозирования, то есть рассматривать значение признаков как, , признаки объекта как значение факторов, а будущее состояние объекта управления как классы, то мы можем, в общем-то, понять, что может произойти с объектом управления, если на него воздействовать теми или иными факторами. Вот. Но надо сказать, что если у нас много вариантов воздействий, много факторов, много разных значений у этих факторов, много разных сочетаний этих значений, то, конечно, довольно проблематично будет все эти варианты перебрать. Вообще просто вообще невозможно.  
Поэтому сложно, сложно себе представить, чтобы чтобы вырабатывалось решение управляющего воздействия путём прогнозирования. То есть это возможно только в простых случаях.  
Значит, , если мы в качестве классов распознавания возьмём будущие состояния, желательные и нежелательные, то есть целевые и нежелательные, вот, то , может быть, , система распознавания использована и для принятия решений, но только в одном случае: если модель, которая там используется математическая, позволяет решать обратную задачу, обратную задачу прогнозирования. То есть мы не по факторам определяем будущее состояние, а по по целевому будущему состоянию определяем, какие должны быть факторы, чтобы перевести объект в это состояние. То есть, по сути, выработать решение об управляющем воздействии.  
Задача выбора факторов по целевому состоянию является обратной по отношению к задаче прогнозирования.  
Ну, это в простейшем варианте только так. В более развитом варианте принятие решений представляет собой более сложную задачу. Почему? Потому что у нас может быть несколько состояний целевых, они могут друг другу противоречить или они могут быть достижимы одновременно.  
И возникает вопрос: можно ли эти состояния достичь одновременно или нет?  
Для того, чтобы его решить, для этого нужно решить задачу сравнения самих этих будущих состояний по тем факторам, которыми обуславливают переход объекта управления в эти состояния. То есть выходит, что нужно уже иметь в составе системы, принимающей решения, не только систему прогнозирования и решение, систему решающую обратную задачу прогнозирования, ну и , нужно ещё и кластерный анализ классов осуществлять. А потом, если, допустим, состояния целевые достижимы одновременно, то может ещё другая быть проблема, что те факторы, которые рекомендуются при обратном решении, при решении обратной задачи прогнозирования, вот, может оказаться, что некоторые из этих факторов мы не можем использовать. Тогда возникает вопрос: а что получится, если мы вообще их не будем использовать? И что получится, если мы, значит, ну, допустим, могло получиться так, что если мы какие-то факторы, которых у нас нет возможности использовать, не будем использовать, то может либо быть достигнуто целевое состояние, либо не быть. Вот если оно достигается, тогда особых таких вопросов не возникает, что делать дальше. Если же оно не достигается по результатам прогнозирования, то возникает вопрос о том, а как можно, , чем можно заменить те факторы, которые мы не можем использовать? Есть ли возможность заменить их какими-то другими факторами, которые у нас есть в нашем распоряжении? А для этого тоже нужен кластерный анализ, только уже не классов, а значений факторов. Получается, что в развитой форме при принятии решений мы должны использовать и само прогнозирование, и решение обратной задачи прогнозирования, и также использовать кластерный анализ классов будущих состояний целевых и нежелательных всех, и , кластерный анализ значений факторов. Вот все эти задачи нужно уметь решать, чтобы принимать решения об управлении в развитой форме.

Какие же существуют факторы, действующие на объект управления? Это факторы внутренние для него самого, характеризующие сам этот объект управления, его предысторию и его актуальное состояние. Управляющие факторы, которые действуют со стороны управляющей системы, а также факторы окружающей среды. Для самого объекта управления никакой разницы между ними, между этими видами факторов нет. Все они на него влияют, и он может даже и, так скажем, не детализировать, откуда эти факторы взялись, каков их источник.

Так что системы распознавания образов могут быть применены в составе автоматизированных систем управления в подсистемах идентификации состояния объекта управления, в подсистеме выработки управляющих воздействий. И это целесообразно в том случае, когда объект управления представляет собой сложную активную систему, динамичную.

**6. Кластерный анализ**

Вопрос 4 2 6. Методы кластерного анализа.  
Сам этот термин "кластерный анализ" впервые ввёл Трион в 1939 году. То есть, по-видимому, можно считать, что он термин "кластер" перевёл из бытовой сферы в научную.  
Кластеризация – это операция автоматической классификации, в ходе которой объекты объединяются в группы, которые называются кластерами, таким образом, что внутри этих групп, внутри кластеров, различия между объектами минимальны, а между кластерами максимальны. При этом в ходе кластеризации не только определяется состав кластеров, но и сам их набор и границы.  
Поэтому вполне обоснованно считается, что методы кластерного анализа используются в большинстве случаев тогда, когда нет каких-либо априорных гипотез, то есть до опыта, так сказать, это до начала решения задачи относительно классов. То есть исследование находится на первой эмпирической стадии, описательной. То есть мы какие-то признаки объектов обнаруживаем, а отнести эти объекты к каким-то категориям, классам не можем. То есть идёт описание объектов наблюдения, а идентификации ещё нет. Это означает, что мы эти объекты описываем, но не узнаём. То есть у нас нет процесса их идентификации этих объектов. А раз нет идентификации, тогда и фактов нет. Есть только признаки. А фактом является наблюдение признаков у объектов определённой категории.

Существует большое количество различных алгоритмов кластеризации, которые обычно связаны с полным перебором объектов и весьма трудоёмки в вычислительном отношении. Здесь же мы упомянем лишь о трёх из них. Существует также метод когнитивной кластеризации, предложенный мною в 2012 году.  
Существуют следующие методы кластеризации: путём объединения – это древовидная кластеризация, двухвходовое объединение и метод К-средних. Существует также дивизивная кластеризация. Агломеративное – это объединение, и дивизивное – это разделение.  
Хорошее описание методов кластеризации даётся на сайте StatSoft.

Следующий вопрос, ребята, рассмотрим. Да, метод когнитивной кластеризации реализован в системе Eidos. Других систем, реализующих этот метод, не существует. Я даже о нём никто, наверное, не слышал, хотя я написал статьи об этом, книжки.

Значит, рассмотрим следующий вопрос. Значит, это вопрос 4 2 6 1. Древовидная кластеризация. Что она собой представляет, что собой представляет древовидная кластеризация?  
Значит, обычно древовидная кластеризация начинается с конкретных объектов, которые расположены в левой части диаграммы. Вот.  
Теперь вопрос возникает такой: какие объекты являются уникальными, а какие нет? То есть вы смотрите, насколько какие-то объекты похожи друг на друга. И как только вы обнаруживаете, что при каком-то уровне сходства какие-то два объекта похожи друг на друга, вы их объединяете в кластер. В результате вы связываете вместе всё больше и большее число объектов и агрегируете, объединяете их всё больше и больше кластеров, состоящих из всё сильнее различающихся элементов. И окончательно на последнем шаге все объекты объединяются в один кластер вместе.  
Сейчас я вам дам экран посмотреть, где есть диаграмма агломеративной кластеризации в классическом таком виде. Как это выглядит в системе, по-моему, в системе Статистика. Ну, нечто подобное вы видели и в системе Eidos. Я когда реализовал там алгоритмы кластеризации, то я тоже, в общем-то, взял за основу именно вот такого рода изображение, дерево. Вот, слева наименование объектов или признаков, а по оси X брал расстояние между кластерами, между объектами, которые включаются в кластер, между кластерами. И строил также график межкластерного расстояния.

Метод... Вопрос 4 2 6 2. Двухходовое объединение. Исследователь может кластеризовать конкретные образы наблюдаемых объектов для определения кластеров объектов со сходными признаками. Он может также кластеризовать признаки для определения кластеров признаков, которые связаны со сходными конкретными объектами. В двухходовом алгоритме эти процессы осуществляются одновременно. То есть там и по оси X, и по оси Y идут деревья. И получается такая своеобразная, очень интересная диаграмма. В системе Eidos это не реализовано в целостном виде, именно вот в плане двухходового объединения. А есть только отдельно для классов дендрограммы агломеративные и для признаков дендрограммы агломеративные. А вот это двухходовое объединение – это одновременно эти две, два этих метода, алгоритма объединяются, и получается общая дендрограмма. Но она не в виде дерева выглядит, а просто разными цветами обозначены на прямоугольном поле кластеры.

Вопрос 4 2 6 3. Метод К ближайших средних. В этом методе принадлежность объекта к кластеру определяется таким образом, чтобы минимизировать изменчивость, различия объектов внутри классов и максимизировать изменчивость объектов между кластерами. Это, в общем, очень разумный, такой хорошо обоснованный подход.

**7. Принятие решений (продолжение)**

Вопрос 4 3. Это можно сказать, тема следующая, такая довольно крупная. Это математические методы и автоматизированные системы поддержки принятия решений (СППР сокращённо, системы поддержки принятия решений).  
Здесь есть следующие учебные вопросы в этом, в этой теме:

1. Многообразие задач принятия решений.
2. Языки описания методов принятия решений.
3. Выбор в условиях неопределённости.
4. Решение как компромисс и баланс различных интересов.
5. О некоторых ограничениях оптимизационного подхода.
6. Пятый вопрос: экспертные методы выбора.
7. Шестой: юридическая ответственность за решения, принятые с применением систем поддержки принятия решений.
8. Седьмой: условия корректности использования систем принятия решений.
9. И восьмой вопрос: хранилища данных для принятия решений.

И рассматриваем эти вопросы.  
Вопрос 4 3 1. Многообразие задач принятия решений.  
И первый подвопрос рассматриваем: 4 3 1 1. Принятие решений как реализация целей.  
Определение. Принятие решения есть действие над множеством альтернатив, в результате которого исходное множество альтернатив сужается. Это действие называется выбор.  
Ну, напрашивается на ум сразу же самый простой способ принятия решения – это принятие решения наугад. Допустим, берём... Кстати, теория игр доказывается, что случайный способ принятия решений является оптимальным, когда у нас нет информации о предметной области, и мы не можем применить более развитые методы принятия решений. Это в теории антагонистических игр. И что интересно, вот Цезарь, когда у него не было данных разведки о расположении войск противника, то он применял решения вот таким именно образом, случайным. То есть он, есть такая фраза, он бросал жребий. Бросить жребий – это примерно то же самое, что бросить, бросить кубик игральный, на котором шесть граней. Вот если туда, значит, туда идём, если сюда, значит, туда пойдём. Какие-то варианты загадывает заранее, бросает кубик и идёт туда, наступает в этом направлении. Значит, к чему это приводило? К тому, что противник никогда не знал, что он сейчас выкинет, грубо говоря. И для него любые действия Цезаря были неожиданностью. А раз это так, то он получал явное преимущество уже связанное с тем, что противник не мог заранее приготовиться к его действию. И получалось так, что он оказывался относительно сильнее.  
Ну представьте себе, что у противника есть разведка. Разведка донесла, что там у них в штабе карты лежат, разработан план наступления. А Цезарь вышел на командный пункт, кинул этот жребий и сказал, куда наступать. И все эти планы, которые там рисовали, они оказались просто дезинформацией. И к ним противник готовился, к тому, что там будут наступать, там засады уже сделали, там уже укрепления сделали. Он вообще пошёл в другую сторону, совершенно неудобную для наступления, где его никто и не ждал. И там никто его и не смог остановить. И он там прошёл, где с тыла ударил потом, и эти укрепления оказались вообще совершенно бессмысленными. Он даже через них и не шёл, через эти укрепления, обошёл их сбоку там и так далее, и так далее.  
Вот. Так что вот, , если у нас есть игральный кубик, шесть альтернатив у него, и мы бросаем, и получается одна из них реализуется. Вот, пожалуйста, вам решение.

Полина, ты мне письмо написала. Пришли мне вот этот файл исходных данных и файлик, который я там написал в письме 2 3 2 2 R. Я проверю, в чём там дело. Я не думаю, чтобы это было связано с самой системой, ошибка, потому что ты хотя и написала, что вот я обновила, и возникла ошибка, но дело в том, что система-то работает, и вот эти режимы, которые вот вводят эту информацию, они не менялись. Там в этом не было никаких изменений. Вот. Поэтому там в чём-то дело в другом. Вот я посмотрю, определюсь. Хорошо, Полина?  
Конечно. Да?

Да, я знаю, что демонстрация не включена, потому что я вам излагаю по учебному пособию просто. Это учебное пособие есть в Moodle, вернее, оно там в ResearchGate размещено, а в Moodle ссылочка на него есть. И вы можете смотреть. А я просто вам рассказываю. А смотреть здесь особо не на что, здесь текст передо мной сейчас просто. Когда какие-то картинки там, таблицы, я буду показывать.

Таким образом, выбор является действием, придающим всей деятельности целенаправленность. Именно через акты выбора реализуется подчинённость всей нашей деятельности определённой цели или совокупности взаимосвязанных целей, которые являются этапами достижения какой-то сверхцели.  
Таким образом, для того, чтобы стал возможен акт выбора, необходимо следующее:

1. Сначала необходимо обнаружить или породить множество альтернатив, над которым предстоит совершить выбор.
2. Затем следует определить цели, ради достижения которых осуществляется выбор.
3. А затем уже разработать и применить способ сравнения альтернатив между собой, то есть определить рейтинг предпочтения для каждой альтернативы согласно определённым критериям, позволяющим косвенно оценивать, насколько каждая альтернатива соответствует цели.

Современные работы в области поддержки принятия решений выявили характерную ситуацию, которая состоит в том, что полная формализация нахождения наилучшего в определённом смысле решения возможна только для хорошо изученных, относительно простых задач, тогда как на практике чаще встречаются слабоструктурированные задачи, для которых полностью формализованных алгоритмов не реализовано, не разработано. Если не считать полного перебора и метода проб и ошибок.  
Фактически, когда мы не знаем, как принять решение, то принимаем каким, как попало. То есть мы просто принимаем то, что нам на ум приходит, и потом за это расплачиваемся.  
Вместе с тем, опытные, компетентные и талантливые, способные специалисты часто делают выбор, который оказывается достаточно хорошим.  
Ну, мы знаем, в условиях, допустим, войны, на примере Второй мировой войны мы можем это сказать. Вот был такой маршал выдающийся, он был заместителем Верховного главнокомандующего, маршал Жуков. Вот он когда приезжал на какой-то участок фронта, то там начиналось наступление. Вот. И его планы, которые он разрабатывал стратегические, оперативные, тактические, стратегические, они реализовывались, и фашисты уже знали, что если сейчас сюда приезжает маршал Жуков, то ничего хорошего им это не светит, ничем хорошим это не светит. И были совершенно в этом правы. И он в открытую просто, вот в этом противостоянии стратегов фашистских и наших, он просто их обыгрывал, побеждал. Ну, примерно как вот шахматисты побеждают, скажем, мастер спорта побеждает третьеразрядника. Вот. Не физической силой, а тем, что он лучше понимает, как это можно сделать.  
Поэтому современная тенденция практики принятия решений в естественных ситуациях состоит в сочетании способностей человека решать слабо формализованные или вообще не формализованные задачи с возможностями формальных методов и компьютерного моделирования, диалоговые системы поддержки принятия решений, экспертные системы, адаптивные человеко-машинные автоматизированные системы управления, нейронные сети и когнитивные системы применяются в этих областях.

**7.1. Информационный подход к принятию решений**

Очень интересным вопросом или взглядом на принятие решений является взгляд с позиции теории информации. Рассматриваем вопрос 4 3 1 2. Принятие решений как снятие неопределённости. Подход теории информации, информационный подход.  
Ну я вам уже с самого начала сказал, что само определение выбора, оно связано с понятием неопределённости и связано конкретно с понятием сужения пространства альтернатив и с уменьшением степени неопределённости. Ну, понятно, что эти понятия очень тесно связаны с энтропией, с мерой Больцмана и с её простейшим вариантом – это мерой Хартли.  
Чем отличается мера Больцмана от или мера Хартли от меры Больцмана? Только тем, что у Хартли альтернативы конечны полностью, однозначно известны, а у Больцмана неоднозначны, то есть у него неопределённость снижается, но не до нуля.  
Процесс получения информации можно рассматривать как уменьшение неопределённости в результате приёма сигнала, а количество информации – как количественную меру степени снятия неопределённости. Но в результате выбора некоторого подмножества альтернатив из множества, то есть в результате принятия решений, происходит то же самое – то есть уменьшение неопределённости. Это значит, что каждый выбор, каждое решение порождает определённое количество информации. Это значит, может быть описано в терминах теории информации.  
Простейшее понятие информации – подход Хартли рассматриваем. Будем считать, что если существует множество элементов и осуществляется выбор одного из них, то тем самым сообщается или генерируется определённое количество информации. Эта информация состоит в том, что если до выбора не было известно, какой элемент будет выбран, то после выбора это становится известным.  
Сейчас я вам расскажу эвристический подход, то есть это не строгое доказательство математическое, но как бы ход мыслей, который позволяет определить формулу Хартли.  
Значит, на качественном уровне рассуждения Хартли могли выглядеть следующим образом: если множество элементов, из которых осуществляется выбор, состоит из одного единственного элемента, то ясно, что его выбор предопределён, то есть никакой неопределённости нет. То есть выбор из одного элемента – это выбор этого элемента, да? Таким образом, если мы знаем, что выбран этот единственный элемент, то очевидно, мы при этом не получаем никакой новой информации. Или можно так сказать, получаем нулевое количество информации. То есть когда один элемент, то количество информации ноль.  
Если же множество состоит из двух элементов, то неопределённость выбора минимальна. В этом случае минимально и количество информации, которое мы получаем, узнав, что совершён выбор одного из этих элементов. Минимальное количество информации получается при выборе одного из двух равновероятных вариантов. Это количество информации принято за единицу измерения и называется бит (двоичная единица информации, binary там).  
Чем больше элементов в множестве, тем больше неопределённость выбора, тем больше информации мы получаем, узнав о том, какой выбран элемент. На количественном уровне эти рассуждения могли бы иметь следующий вид: рассмотрим множество, состоящее из чисел в двоичной системе счисления длиной и двоичных разрядов. При этом каждый из разрядов может принимать значение только ноль и единица.  
Ну вот и смотрим. Левая часть таблицы. Мы видим, что одно состояние двоичное, то есть, вернее, один разряд двоичный позволяет два состояния пронумеровать, два разряда – четыре, три разряда – восемь, четыре – 16. И вообще, и разрядов позволяет пронумеровать два в степени и различных состояний. А вот справа мы видим сами эти разряды и соответствующие числа двоичные. Вот там, где у нас двоечка, вот здесь вот у нас есть, двоичная система счисления, мы здесь четыре разряда я привёл. Вот. Первый разряд, когда только один разряд, то с голубого, на голубом фоне написано 0 1. Когда мы добавляем ещё один разряд, вот этот жёлтенький фон, да, то у нас 0 1 повторяется два раза. И впереди дописывается либо ноль, либо один. Получается в два раза больше состояний. Вот, то есть четыре состояния. Потом мы, когда ещё один разряд добавляем, то мы берём вот эту вот совокупность этих вот 0 0 1 1, то есть 0 1 0 1, повторяем её ещё один раз. 0 1 0 1. Получается восемь уже состояний, которые нумеруются тремя разрядами. На второй разряд, то есть первые два разряда повторяются, а впереди на третьем разряде дописывается либо нолик дописывается, либо единичка дописывается. И в конце концов вот следующий шаг, мы берём, повторяем полностью вот эту колоночку 0 1 0 1, ещё раз. Добавляем ещё один разряд и у нас получается два раза это эти восемь состояний, то есть получается 16 состояний, а впереди либо ноль, либо один. Вот. И то же самое в шестнадцатеричной системе счисления, одного разряда хватает от нуля до F. А в десятичной системе счисления двух разрядов хватает, чтобы пронумеровать 16 состояний. Это от нуля до 15.  
И потом также вы понимаете прекрасно, что если ещё в два раза увеличить число состояний, вот, то будет 5 бит и так далее. И если будет 8 бит, то получится 256 состояний. Анализируя эту табличку, можно заметить, что при увеличении числа разрядов на один, число состояний, которое можно пронумеровать с помощью этих чисел, возрастает в два раза. То есть при одном разряде два состояния можно пронумеровать, при двух разрядах – четыре, при трёх – восемь, при четырёх – 16. И при, когда у нас и разрядов, то можно n пронумеровать, которое равно 2 в степени i. Аналогичное утверждение верно для чисел в любой системе счисления. При увеличении количества разрядов в числах в системе счисления с основанием E на один, количество состояний, которое можно пронумеровать с помощью тех чисел, этих чисел, возрастает в E раз. Например, при дописывании нуля к десятичному числу справа, оно увеличивается в 10 раз. А если дописать ноль к двоичному числу, то оно увеличивается в два раза. А если дописать ноль к шестнадцатеричному числу справа, то будет в 16 раз оно увеличится. То есть сдвиг числа влево на один разряд соответствует умножению на основание системы счисления.  
Вот.  
И из таблицы 9 видно, что если у нас количество этих чисел элементов в множестве равно n, то для их записи в системе счисления с основанием 2 необходимо 2 в степени i разрядов. Вот. Если же мы возьмём справа от правой и левой части этого равенства тождества логарифм, то тождество не изменится. И у нас получится логарифм n = логарифм 2 в степени i. Используя свойство логарифмов, мы можем этот показатель степени вынести за логарифм. И у нас получится логарифм n = i логарифм двух. А логарифм от числа, которое равно основанию логарифма, всегда равен единице. Получается, что у нас i = логарифм n. А это и есть формула Хартли.  
Вот. То есть если мы принимаем какое-то решение из этих решений равновероятные, и у нас этих вариантов n, то мы получаем и количество информации равно логарифму множества альтернатив.

**7.2. Мера Шенона**

Следующий вопрос или подвопрос небольшой – это мера Шенона как обобщение меры Хартли для неравновероятных событий.  
Шенон высказал такую мысль, что по каналу связи может передаваться алфавит, состоящий не, то есть сообщение, основанное на алфавите, в котором состоит не из двух символов 0 1, а M символов. То есть передаётся M символов, ну, текст некий, в котором используется алфавит, в котором есть M символов. И при этом объектов... Ну, эти символы можно пронумеровать: А – первое, второе, третье и так вот до М. И вот, , каждого вида символов существует, там в этом сообщении n-итое сообщается.  
Вот, например, в мешке имеются бильярдные шары, на которых написаны числа 2 4 8. Имеется два шара с надписью два, четыре шара с надписью четыре, восемь шаров с надписью восемь. Опечатка просто. Два шара с надписью два, четыре шара с надписью четыре, восемь шаров с надписью восемь. Ну просто была опечатка в книжке, ребята, в пособии.  
Вот. Тогда по Хартли, если мы извлекаем какой-то шар, то мы извлекаем один из этих шаров. То получаем количество информации, равное логарифм по основанию 2 от n-итого. То есть, допустим, если у нас i равно двум, то мы получаем единицу. Когда какой-то из этих шаров. Если, значит, мы извлекаем шар, на котором написано четыре, то мы получаем два бита информации. Если шар извлекаем, на котором написано восемь, получаем три бита информации. Вот получается это у нас, видите? Один бит, там два бита и так далее.  
И это я логику Шенона излагаю вам. Если мы посчитаем, сколько в среднем получается, то мы можем просто разделить логарифм по основанию 2 от n-итого на n-итое, на число это объектов. У нас тогда получится среднее количество информации, которое приходится, которое мы получаем, когда узнаём, что некий символ поступил по каналу связи.  
Вот. И здесь количественно написано, как это выглядит. Но нас это даже не очень интересует сейчас. А вот если мы возьмём суммарное количество информации в сообщении, попытаемся посчитать среднее, среднее суммарное количество информации, то мы тогда должны просуммировать это среднее по каждому из символов и получить суммарное среднее количество информации всего сообщения.  
И вот здесь вот интересно есть такой математический нюансик. Смотрите, значит, мы можем одну n-ную, то есть можем разделить на n-итое, а можем умножить на одну n-итую, правильно? Это одно и то же. То есть мы просто выносим n-итое сюда перед логарифмом. А логарифм, ребята, имеет такое свойство, что логарифм от отношения равен логарифму числителя минус логарифм знаменателя. Поэтому если мы напишем под логарифмом не n-итое, а 1 / n-итое, то это равно логарифм единицы минус логарифм n-итое. То есть просто меняется знак логарифма, понимаете? То есть если мы под логарифмом поменяем на обратную величину, то просто надо знак поставить перед ним обратный. Обратный знак – это минус.  
То есть если мы сейчас это сделаем с этой формулой, то у нас получится минус сумма 1 / n-итое логарифм тоже 1 / n-итое. А теперь смотрите, значит, если у нас у кубика n-итое равно шести, шесть граней, то вероятность выпадения одной грани, троечки, например, равна 1/6, правильно? Поэтому Шенон вводит вот такое обозначение для вероятности выпадения какого-то варианта, если этих вариантов n-итое, и они равновероятны, то один из них выпадает с величиной вот обратной, да? Как вот я сейчас на кубике вам объяснил, на примере кубика.  
Значит, получается очень интересная ситуация, что мы можем поменять вот эту частоту относительную 1/n на вероятность P. То есть это и есть формула вероятности фактически. В данном случае она несколько отличается от классической формулы вероятности, но в данном случае она понятна и убедительна. И вот мы, если это сделаем эту замену, смотрите, ребята, то мы получим вот такое выражение: минус, который взялся от того, что мы под логарифмом поменяли на обратную величину, вот, и сумма от первого элемента до последнего сообщения, и под суммой вероятность итого символа умножить на логарифм двоичной вероятности этого же итого символа. Вот это и есть классическая формула Шенона, которая играет огромную роль в теории информации, которую он разработал. И она представляет собой формулу для средневзвешенного количества информации, приходящееся на один объект, получаемое при предъявлении объектов различных видов, причём внутри объектов каждого вида выбор равновероятен. А количество объектов разного вида, вообще говоря, различно. То есть n-итое разные при разных i.  
Ну то есть вот берём некий текст вот такой вот и передаём. Он посчитал, какое количество информации он посчитаем, получаем, если увидели, что буква Ж в сообщении. Посчитал, сколько здесь букв Ж, используя формулу Хартли для того, чтобы получить количество информации, и разделил это количество информации на число же этих самых символов Ж. И также поступил со всеми остальными символами и сложил это всё. Вот, собственно говоря, формула Шенона.  
Вот. Ну, по мне, автор, это не так. Мера Шенона является применением меры Хартли для более сложного объекта – сообщения, чем рассматривался Хартли.

**8. Связь принятия решений и распознавания образов**

Следующий вопрос рассматриваем. Связь принятия решений и распознавания образов.  
Мне кажется, что это вообще-то практически одна задача. Сейчас я вот я вам объясню моё понимание.  
Распознавание образов – это решение задачи идентификации состояния объекта или системы, отнесение его к той или иной классификационной категории, да? Вот. А распознавание образов, принятие решений тесно взаимосвязано. Само распознавание, безусловно, представляет собой принятие решения об отнесении состояния системы к той или иной категории. От того, к какой категории отнесено состояние системы, самым непосредственным образом зависит и решение по управлению этой системой. Математический аппарат распознавания образов и принятия решений имеет очень много общего, иногда просто является одним и тем же. Например, сведение многокритериальной задачи к однокритериальной путём применения интегрального критерия.

**9. Классификация задач принятия решений (продолжение)**

Следующий вопрос 4 3 1 4. Классификация задач принятия решений.  
Значит, задача решения может рассматриваться во многих ситуациях, в разных вариантах. И вот некоторые из этих вариантов:

* Множество альтернатив. С одной стороны, может быть конечным, счётным или континуальным, а с другой – закрытым, то есть известным полностью, или открытым, включающим неизвестные элементы. Вот. Ну, насчёт континуального множества альтернатив я, конечно, , как говорится, без комментариев. Но это что значит континуальное множество альтернатив? Это означает, что у нас есть точки, допустим, на отрезке, и каждому, каждой точке соответствует действительное число. И вот мы выбираем какую-нибудь из этих точек. Тогда у нас континуальное множество, множество альтернатив. Вот, непрерывное множество, бесконечная мощность. Вот. Но есть и другие множества тоже бесконечные, но меньшие, чем континуальные. Это, допустим, счётное множество, множество натуральных чисел. Например, все альтернативы можно пронумеровать. И вот это вот нумерация, она может либо обрываться, либо не обрываться. То есть конечное может быть число альтернатив или бесконечное, даже счётное. Вот. Но я могу вам сказать, что, конечно, на практике таких задач не встречается, где бесконечное множество альтернатив. Это всё фантазии математиков, я считаю. То есть, да, математические методы можно разрабатывать в таких предположениях, что вот множество альтернатив является там континуальным, счётным, конечным, бесконечным, открытым, закрытым. Но на самом деле оно всегда конечное это множество альтернатив на практике. И вот насчёт того, все ли они известны, да, действительно так, что они могут быть или все известны, или не все. То есть какие-то альтернативы могут быть неизвестны. Это да, это действительно так. Но в моделях, которые мы используем для решения задач, конечно, , если альтернативы соответствуют классам, например, в моделях системы Eidos, то понятно, что там мы их перечисляем все эти альтернативы и приводим в соответствие, ну, соответствующий набор классов формируем. Но я сейчас подумал, что если это множество открытое, то мы можем предусмотреть какой-то класс дополнительный, который будет означать все остальные альтернативы, иное как бы, другой вариант. Вот так вот можно сказать. Это возможно.
* Как может осуществляться оценка альтернатив? Она может осуществляться по одному или нескольким критериям, которые, в свою очередь, могут иметь количественный или качественный характер. То есть это вопрос об интегральном критерии.
* Существо выбора может быть однократным, разовым или многократным, повторяющимся, включающим обратную связь по результатам выбора, то есть допускающим обучение алгоритмов принятия решений с учётом последующих, предыдущих, последствий предыдущих выборов. Это, это принцип дуальности управления Александра Фельдбаума, который говорил о том, что в будущем, возможно, будут созданы системы, и даже он разрабатывал такие системы, которые не только будут обеспечивать достижение цели, но и при этом будут учитывать результаты, последствия применения управляющих решений и улучшать качество решений, то есть будут самообучаться, адаптивными могут быть.
* Последствия выбора каждой альтернативы могут быть точно известны заранее (детерминированные), а также могут иметь вероятностный характер, нечёткий, когда известны вероятности возможных исходов после сделанного выбора (выбор в условиях риска), или иметь неоднозначный исход с неизвестными вероятностями (выбор в условиях неопределённости).
* Ответственность за выбор может отсутствовать, быть индивидуальной – это ответственность или групповой. Вот, , у нас, как мы знаем, ответственность за выбор обычно отсутствует. Ну, например, недавно был очень интересный случай. На Дальнем Востоке институт, , то журнал существовал, существует, , лингвистический журнал, в статьях в этом журнале публиковались статьи по анализу, допустим, эвенкийского языка, ну и других языков. Журнал связан с лингвистикой, понимаете? Вот. И включались в статьи фрагменты на разных языках, которые анализировались. А сами статьи были на русском и английском языке. И в свидетельстве СМИ этого журнала, , в свидетельстве СМИ этого журнала, там было написано, что статьи журнала должны быть на русском и английском языке. И Рособрнадзор или Роспотребнадзор иск в суд подал на этот журнал, что у них в статьях используются не русские тексты, не английские, а, скажем, эвенкийские, например, или китайские. Вот. Ну им объяснили, что вообще-то, , это не статья на китайском языке, а это анализируется в этой статье на английском языке или статье на русском языке, анализируется китайский язык. Это разные совершенно вещи. Ну там есть какие-то фрагменты там, да, на этом вот китайском языке. Но это ж не статья на этом языке. Вот. И вы знаете, что было этим чиновникам? Они там нервы хорошо помотали редакции этого журнала. Им ничего не было. Им сказали: "Ну так нехорошо. Ну что ж вы, ну, ребята, ну". Какие-то там такие вот символические какие-то, , я бы сказал так, моральные взыскания они получили. А вообще это несоответствие требованиям должности. То есть это должно сопровождаться тем, что они сами должны попасть под суд. Но, во-первых, они должны быть уволены, эти сотрудники, это безусловно. И во-вторых, они должны попасть под суд в результате. Потому что они оклеветали людей и вызвали очень много головных болей у этих людей, совершенно компетентных, работающих корректно, в соответствии с законодательством. А им сказали: "Ну, ребята, ну так нехорошо". Ну то есть последствий для них никаких не было, никакой ответственности они не понесли.

Ну, ребята, на этом у нас конец занятия. Практически так пожурили их чуть-чуть, так символически. Такие, такое, такие последствия, они ещё больше в результате будут распоясываться, понимаете? То есть они почувствовали безнаказанность в результате. А должно быть симметрично. Они подали в суд, значит, на них должны теперь подать в суд. Раз они это сделали неправомерно. Они это сделали неправомерно. Значит, они должны попасть под суд. А получилось так: они подали в суд на этот журнал, а им сказали: "Ну, ребят, ну что вы? Так разве можно?" Это безнаказанность и есть. Ну всё, ребят, всего самого хорошего вам. До свидания.  
До свидания. До свидания.  
До свидания.  
До свидания.  
До свидания.