

УДК 517

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Омский государственный университет

В.А.Филимонов

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКСПЕРТНЫЙ АНАЛИЗ

Учебное пособие
(для студентов математического факультета)

Версия 1. - 03.03.02
С небольшой правкой 02.11.2010

Издание
ОмГУ

Омск
2002

Филимонов В.А. Интеллектуальные системы и экспертный анализ:
Учебное пособие (для студентов математического факультета).- Омск: Изд-во
ОмГУ, 2002.- 32 с.

Рецензенты:

зав. кафедрой математического моделирования Омского
государственного университета д.ф.-м.н. профессор А.К.Гуц,
зав. кафедрой высшей математики и информатики Омского
государственного института сервиса к.ф.-м.н. доцент О.А.Попова.

Рекомендовано к изданию в качестве учебного пособия учебно-
методическим Советом математического факультета.

Учебное пособие обобщает опыт автора по проведению лекций и семинаров по экспертным системам, экспертному анализу и системам поддержки коллективной работы на математическом факультете Омского государственного университета (ОмГУ) в 1994 – 2001 гг. Опыт, в свою очередь, основан на результатах многолетней разработки “Экран”-технологии компьютерной поддержки работы коллектива экспертов, которой автор занимается в Омском филиале Института математики Сибирского отделения Российской Академии наук (ОФ ИМ СО РАН).

Пособие написано с учетом Государственных образовательных стандартов (ГКО) высшего профессионального образования (ВПО) 431 ен/бак по направлению 511800 “Математика. Компьютерные науки” и 199 ен/сп по специальности 010200 “Прикладная математика и информатика”, в том числе в части разделов “Интеллектуальные системы”, “Экспертные системы”, “Принятие решений”.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
1. ВВЕДЕНИЕ	5
1.1. Что такое ответ на вопрос?	5
1.2. Что вы будете делать с ответом?	6
2. С ЧЕГО НАЧАТЬ – ПРОТОТИП КУРСА	6
2.1. Введение в инженериию знаний	6
2.2. Введение в измерения	9
2.3. Человек как измерительное устройство	11
3. ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ	12
3.1. Структуры представления знаний (продолжение)	12
3.2. Законы систем	13
3.3. Многодисциплинарность и технологии коллективной работы	16
3.4. Обучение как многодисциплинарная коллективная работа	17
4. ПРИКЛАДНАЯ ЗАДАЧА	18
4.1. Системный анализ и “Экран”-технология	18
4.2. Пример задачи: трудоустройство математика	19
5. ФРАГМЕНТЫ И ОБРАЗЦЫ	20
5.1. Примеры определений	20
5.2. Стандарты школы для выпускных работ	21
5.3. Абсолютно анонимный рандомизированный опрос	21
5.4. Двухэтапный статистический анализ согласия распределений	22
5.5. Рефлексивный гомеостат	23
5.6. Задачи рефлексивного анализа	24
5.7. Экспертиза задач распознавания речи	25
5.8. Пример “Экран”-модификации	26
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	27
7. ЛИТЕРАТУРА	28

Предисловие

Предполагается, что у курса три основные категории читателей:

- **постановщики задач** - математики, которые формализуют требования для постановки и решения прикладной математической задачи.
- **когнитологи** - специалисты по инженерии знаний, которые создают интеллектуальные компьютерные системы, в том числе экспертные.
- **аналитики** - многопрофильные специалисты (транспрофессионалы), которые могут формировать и использовать многодисциплинарные информационные технологии.

Данное учебное пособие предназначено для того, чтобы студенты на лекциях размышляли, а не конспектировали. Для этого также предназначен комплект слайдов, которые демонстрируются на лекциях. Основной комплект слайдов представлен в Интернет на сайте автора – см. раздел “Ресурсы”. Курсивом с подчеркиком в скобках и кавычках например, (*“Продажа галстука”*) обозначены истории, которые рассказываются на лекциях для лучшего усвоения материала (и остаются непонятными для тех, кто на лекциях не был), а также тренинги - экспериментальные ситуации.

Последовательность изложения и степень детализации материала на лекциях меняется в зависимости от интересов и подготовки аудитории. Поэтому в учебном пособии материал представлен определёнными блоками, очерёдность изучения которых зависит от траектории конкретного курса.

Степень детализации материала различается: во введении относительно подробно описаны соображения, на которых построен курс, учебный материал дан максимально кратко. В разделе *“Фрагменты и образцы”* приведены оригинальные исследовательские задачи для самостоятельной проработки.

Авторскими “изюминками” курса являются:

- **“ЭКРАН”-ТЕХНОЛОГИЯ** – технология коллективной работы, основанная на многоэкранном и разнообразном представлении знаний с помощью компьютерной и презентационной техники, а также на использовании сервисной группы в составе методолога, игротехника и планшетиста.
- **“ЭКРАН”-ПРОТОТИПИРОВАНИЕ** - технология организации начального этапа исследования, разработки и обучения: создание наиболее простой системы, содержащей наиболее сложный элемент.
- **“ЭКРАН”-МОДИФИКАЦИЯ** - технология изобретений, основанная на теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) С.Г.Альтшуллера, накопленных историей стратагемах и особенностях психики человека.

Учебное пособие – это краткий конспект обширного материала, и в данном качестве выполняет функцию путеводителя по соответствующим информационным ресурсам. Большинство понятий вводятся как концептуальные образцы с минимальной детализацией.

Автор благодарен А.А.Берсу, Ю.В.Воронину, Н.Г.Загоруйко, Ф.П.Тарасенко, у которых он многому научился и продолжает учиться.

Автор выражает признательность рецензентам А.К.Гуцу и О.А.Поповой, а также своему коллеге В.П.Ильеву за доброжелательный “взгляд со стороны”, который позволил устранить часть недостатков текста. За все остальные отвечает автор.



1. ВВЕДЕНИЕ (первый прототип курса)

1.1. Что такое ответ на вопрос? (“Холмс и Ватсон на воздушном шаре”)

Как правило, учебные пособия начинаются с описания основных терминов дисциплины, для изучения которой они предназначены. В курсе математики, например, вводятся термины “треугольник”, “матрица”, “определитель”. Однако у нас сразу возникает **проблема**: существуют разные определения, и не очень понятно, когда, каким и как именно пользоваться. В Интернете содержится свыше 30 тысяч ссылок на “интеллектуальные системы”, свыше 10 тысяч – на “экспертный анализ” и около 900 – на сочетание этих терминов (понятий). Толкования их весьма различаются.

Ситуация достаточно типичная и опасная для математика-прикладника и аналитика (*это утверждение пока примите без доказательства*). Далее возможны два варианта действий. Первый, наиболее распространённый, состоит в констатациях типа: “О вкусах не спорят”, “Сколько людей, столько и мнений” и “На всех не угодишь” с итоговым правилом “Кому надо, тот разберётся”. Для нетерпеливых – определения терминов из названия курса: “интеллектуальные системы” - системы с интеллектом, “экспертный анализ” - анализ, который делают эксперты.

Второй вариант состоит именно в том, чтобы разбираться в причинах многообразия определений (в частности, для термина “модель” их известно более 500), и осмысленно выбрать способ своей работы. Давайте начнём это делать.

Если попробовать дать определения каким-либо терминам, например, “справа” и “слева”, можно обнаружить несколько очень интересных свойств:

- для определения хотя бы одного термина нужно использовать множество других терминов, своего рода логическую систему координат (*или систему логических координат – как лучше?*);
- до того, как эта система координат зафиксирована, термин может означать что угодно из очень большого числа вариантов;
- после фиксации системы координат произвол толкования (интерпретации) термина уменьшается, но, как правило, полностью не устраняется;
- максимальная (хотя и не абсолютная) корректность интерпретации достигается тогда, когда указан тот, кто эту интерпретацию реализует (“сено – солома”).

Давайте попробуем определить сам термин “**определение**”, например, так:

- о-**ПРЕДЕЛ**-ение (как *процесс*) - установление пределов термина.
- о-**ПРЕДЕЛ**-ение (как *результат*) - описание, предназначенное для разграничения одних терминов от других.

Кстати, что такое “термин”?

Можно дать мнемоническое дополнение определению:

О-ПРИ-ДЕЛ-ение – пределы, установленные применительно к определенному делу (*деятельности*).

Закончена ли наша работа? Конечно, нет, потому что дальше можно задать классический вопрос математика-прикладника: “*Ну и что?*” [Хургин].

1.2. Что вы будете делать с ответом?

Вопрос, вынесенный в заголовок, на самом деле распадается на два:

- ✓ **будете ли вы вообще что-либо с ним делать** (и отрицательный ответ избавляет от необходимости вообще отвечать по существу вопроса);
- ✓ **что именно вы собираетесь делать** (для чего и как использовать).

Возможные варианты позволяют сделать предварительную классификацию получателей ответов, например, такую (Таблица 1).

Таблица 1. Классификация получателей ответов

Ответ нужен Получателю?	Получатель знает, как использовать ответ?	
	ДА	НЕТ
ДА	<i>Мастер</i>	<i>Ученик</i>
НЕТ	<i>Эксперт</i>	<i>Наблюдатель</i>

Поясним, что только в очень простых ситуациях ответ можно непосредственно и эффективно использовать (“как засунуть слона в холодильник”). В самых интересных случаях ответ – это возможность сформулировать новый вопрос.

Существенный дефект современных систем образования состоит в том, что изучение дисциплин и жизнь изучающих (в нашем случае - студентов) - два очень слабо связанных процесса. Поиск того, кому нужны ответы на задаваемые в учебных курсах вопросы, является непростой задачей, но для автора эта задача является основной. Поэтому пусть теперь читатель найдёт себя в Таблице 1. Практический результат этой работы проявится уже сейчас:

Эксперты и Наблюдатели могут чтение завершить.

Мастера и Ученики читают дальше.

2. С ЧЕГО НАЧАТЬ – ПРОТОТИП КУРСА (Наиболее простой вариант с наиболее сложным элементом)

2.1. Введение в инженериию знаний (“Моцарт и Сальери”)

Вводим прототипы терминов (технологические и заведомо дефектные).

Знание об объекте (процессе) - структура описания поименованного объекта (процесса). **НЕ-знание** - незаполненная структура. (“Килиманджаро”)

Понимание - формирование структуры, с помощью которой представляется знание. **НЕ-понимание** – отсутствие структуры. (“Шэм ма ши хоу као ши?”)

Узнавание - заполнение свободных фрагментов существующей структуры знания.

Образец представления знаний - фрейм

(“Простое избавление”)

Фрейм (англ. *frame* - рамочная структура) - **иерархическая** структура представления знаний. Фрейм устроен следующим образом (см. также *рис.1*):
ИМЯ: имя (наименование) объекта (и экземпляра);
ПРИЗНАК: свойство (*ПРИ имени ЗНАК*) понятия;
ЗНАЧЕНИЕ: значение признака, характеризующее конкретный экземпляр.

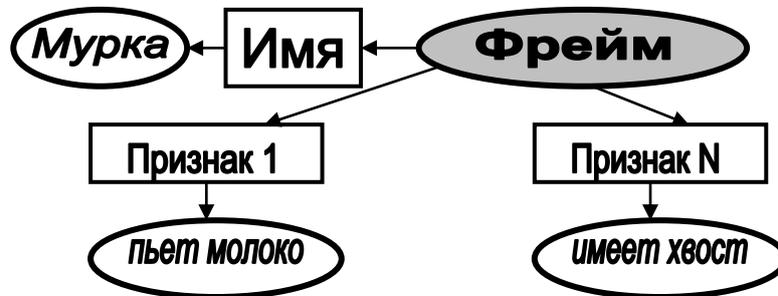


Рис. 1. Пример фрейма

Каждому объекту можно сопоставить очень много признаков. Как определить необходимое и достаточное их количество?

Фрейм "Деятельность", который будет одним из наших основных инструментов, описывается следующим образом:

ДЕЯТЕЛЬ: тот (человек, организация), **КТО** осуществляет деятельность.
ПРОДУКТ: то, (объект, процесс), **ЧТО** получается в деятельности.
МАТЕРИАЛ: то (объект, процесс), **ИЗ ЧЕГО** получается продукт.
ИНСТРУМЕНТ: то (объект, процесс), **ЧЕМ** получается продукт.

Схемы позволяют наглядно описать отношения между элементами системы (фрейма). Примеры схем деятельности представлены на *рис. 2*.

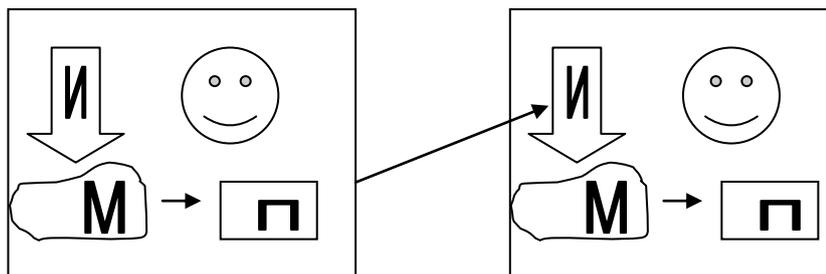


Рис. 2. Примеры схем деятельности

Методологические схемы - схемы, в которых вместе с представлением об объектах и процессах обозначены:

- тот "Я", кто об этих объектах и процессах рассуждает;
- место (позиция) этого "Я".

Смысл деятельности Д1 относительно деятельности Д2 - продукт Д2, в которой Д1 является инструментом. Смыслов Д1 может быть столько, сколько будет создано различных деятельностей Д2 (*“строители храма”*).

Рефлексия - деятельность, материалом которой является (другая) деятельность, а продуктом – реконструированный смысл деятельности. Это позволяет описывать процессы типа "*я оглянулся посмотреть, не оглянулась ли она, чтоб посмотреть, не оглянулся ли я*". Рефлексия предполагает умение изобразить ситуацию (схема, табло, планшет, карта) с обозначением в ней себя и других, а затем организовать соответствующую коммуникацию. Именно это является основным для работы по теме "*Рефлексивный анализ*". Студентам предлагаются задачи, связанные с построением когнитивных карт различных ситуаций, описанных в инструкциях, анекдотах и т.п., а также тренинги на решение рефлексивных задач в процессе взаимодействия с партнерами ("*Гомеостат, Князь, Эксперты-дилетанты*").

Важным свойством интеллекта является (рефлексивное) знание о собственном знании и незнании ("*Я знаю, что я ничего не знаю*"). В частности, экспертные системы отличаются от прочих консультирующих систем тем, что могут пояснить, почему они делают именно этот вывод или задают пользователю именно этот вопрос.

Уровни представления знаний

В процессе исследования происходит углубление понимания объектов и процессов: от имён к отношениям. Пример – в табл. 2.

Таблица 2. Уровни представления знаний об объекте “часы”

Уровни исследования	Примеры описания объекта на заданных уровнях	Уровни изобретения
Имена	<i>Часы (хронометр, будильник, куранты, брегет)</i>	НОВЫЕ Имена
Формы	<i>Песочные, механические, электронные, круглые, прямоугольные, овальные, наручные, настенные, башенные</i>	НОВЫЕ Формы
Функции	<i>Измерение времени в заданных условиях (точность, мобильность, ...), украшение, сигнализация социальный статус</i>	НОВЫЕ Функции
Фундамент (отношения, связи, законы)	<i>раньше/позже, большие /меньше, связь стрелок, порядок следования цифр постоянство (физических) процессов, астрономические закономерности</i>	НОВЫЙ Фундамент (отношения, связи, законы)

Контрольный вопрос: квалифицируйте настенные часы в деканате математического факультета ОмГУ.

Необходимо пояснить, что термин “форма” используется в широком смысле как внешнее проявление функций, отношений, связей и законов (билинейная форма, геометрическая форма, форма описания). Функции определяются деятельностью (см. схему деятельности).

Обусловленность имеет обратный порядок: от отношений к именам (нижний уровень определяет законы и возможности для верхних уровней). Понимание этого позволяет определить уровень новизны изобретения для решения определённой задачи (столбец 3).

2.2. Введение в измерения

Измерение - сравнение с эталоном (10 см., 5 час.). Измерение отношений - сравнение без эталона (выше - ниже, лучше - хуже, раньше - позже). Характеристики множества объектов (статистика): распределение, среднее, интервалы (среднее число пассажиров в автобусе - 17,5 человек).

Существуют законы, принципиально ограничивающие точность измерений (физика - принцип неопределенности, статистика – неравенство Рао-Крамера, психология - принцип дополнительности: нельзя одновременно спрашивать о предполагаемых действиях и об их обоснованиях). Существуют способы “нарушения” законов (цифровая обработка сигнала позволяет улучшить оптические характеристики некоторых приборов сверх пределов, определяемых оптикой).

Существует большое количество инструментов обработки статистических данных: статистические возможности системы электронных таблиц Excel, системы типа STATISTICA, STADIA, CLAB (нейронные сети), системы типа DATA MINING (это название всего множества технологий “глубокой обработки” данных). Их возможности надо изучать по мере необходимости. Сформулируем рекомендации, полезные во многих ситуациях.

Отбрасывание экстремальных значений массива экспериментальных данных часто позволяет увеличить точность оценок. Отбрасываемые значения надо анализировать дополнительно - не несут ли они важную информацию (новый эффект).

Крайне желательно измерять объект и/или процесс в его (объекта) внутренних единицах: ритмах, собственных функциях. Также крайне желательно иметь хотя бы один эталонный вариант (идеализированную модель, теоретический расчет, вариант с повышенной точностью измерений относительно обычной процедуры). Это позволяет оценить саму оценку, в частности, её точность. При этом надо отличать *точность* (меру погрешности) от *адекватности* (степени соответствия точности решаемой задаче).

При малом количестве экспериментальных данных можно использовать метод размножения выборки (*бутстрэп*), а также метод фрагментов: наложение детализации одного из фрагментов процесса на обобщенные характеристики других фрагментов (это напоминает технологию построения “Экран”-прототипа).

Оценка сложной характеристики может быть детализована. Возможная форма детализации - фрейм.

Очень важно, что оценки многих характеристик могут быть изменены в результате деятельности. Это играет большую роль в экономике, политике и других сферах. Для изменения оценки нужно иметь модель того субъекта (человека, организации), поведение которого зависит от данной оценки.

Для измерения *теневых процессов* существуют специальные методики. Одной из таких методик является метод *рандомизированных опросов*, позволяющий приближённо оценить структуру теневого процесса.

В процессе статистических исследований, в частности, при моделировании, часто приходится использовать генераторы случайности — датчики случайных чисел. Необходимо знать, что большинство программных датчиков — плохие, не выдерживающие проверки системой тестов. Датчики плохо имитируют “хвосты” распределений, последовательности чисел оказываются коррелированными. Выход состоит в выборе такого датчика, дефекты которого в наименьшей степени влияют на результаты конкретного эксперимента.

Однако существует детерминированный способ получения случайности лучший (конечно, для определенной задачи), чем сама случайность. Предложенный Л.М.Соболев метод построения псевдослучайных сеток повышенной равномерности (*ЛПт* последовательностей), позволяет организовать более эффективный эксперимент по анализу многомерных зависимостей.

Обратим внимание на то, что все упомянутые способы делают случайность из детерминированности (как добро из зла у Стругацких). При этом естественная случайность может оказаться хуже искусственной, как это показывает пример *ЛПт* последовательностей.

Общий принцип построения эффективной стратегии эксперимента состоит в активности — выборе комплекса “входное воздействие + метод обработки результатов”, адекватного задаче исследования.

Теория измерений — очень большая и сложная тема, однако она достаточно разработана и в этом направлении есть что изучать. Для нас более важны характеристики измерений, которые зависят от человека. (*“НЛО”*)

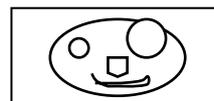
2.3. Человек как измерительное устройство

Человек (субъект) может служить средством получения оценок, а также сам может быть предметом оценивания. Длительное наблюдение за субъектами и сравнение их прогнозов с оценками свершившихся событий (мониторинг экспертов) - позволяет повысить точность представления знаний.

Дополнительный источник повышения точности - модели субъектов. Их много, но мы описываем ту, которой сами пользуемся - модели соционики. Всего различается 16 основных типов, характеристики которых подробно описаны в литературе. Для каждого из типов существуют ситуации, которые он оценивает наиболее адекватно. Важно, что знание типов каждого из группы взаимодействующих субъектов позволяет прогнозировать их отношения, а также характеристики группы в целом.

В нейролингвистическом программировании (НЛП) используется модель предпочтения человеком одного из трёх каналов восприятия информации: зрительного, слухового, кинестетического. Эти предпочтения отражаются в языке, а язык - критический ресурс социальной инженерии. Его свойства, связанные с подсознанием, рассматриваются в психоллингвистике и НЛП. Пример модели - характеристика понятий по координатам: “оценка (хороший - плохой)”, “сила”, “активность”. Другая модель оценивает характеристики компонентов слов - звукобукв (например, “острый”, “горячий”), и затем использует эти оценки для характеристики слов и текстов.

Когнитивная графика



Нагруженные дополнительным смыслом графические образы позволяют подключить к процессу познания дополнительные ресурсы мозга. Например, *фейкодеры* (лица Чернова) используют для представления многопараметрических процессов: значения параметров соответствуют размерам деталей человеческого лица.

Дополнительно к известным средствам когнитивной графики в "Экран"-технологии созданы принципы создания систем пиктограмм - "*Экран*"-пиктографика (включая фейкодеры, бодикодеры и аналогичные конструкции) – размещение пиктограмм объектов, отражающих их (объектов) стадию развития в течение жизненного цикла, в координатах внешней системы. Предложены правила использования обозначений для различных степеней выраженности качественных характеристик, для представления отношений между объектами, для сравнения количественных характеристик). Конкретизация правил (определение способа обозначений) позволяет конструировать алгоритмы формирования образов, адекватных задаче. Основные правила приведены ниже.

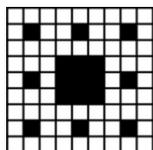
1. Если для модели объекта в жизненном цикле потенциально предусмотрено N этапов, то максимально полное изображение объекта формируется из N элементов. По мере изменения объекта изменяется число (и номенклатура) используемых элементов.
2. Степень выраженности заданных свойств объекта отражается способом выполнения элементов изображения (сплошная или штриховая линия, интенсивность цветовой окраски и т.п.).
3. Отношения между объектами изображаются отношениями между изображениями этих объектов (а не только явным указанием этих отношений, например, на связях схемы).

4. Дополнительно изображения объектов могут быть размещены в системе координат, адекватной решаемой задаче (вариант “логических координат”).

Конкретизация знаний об исследуемых объектах и процессах позволяет дополнять методологические схемы пиктографическими с целью детализации описания ситуации при формировании ее образа.

Еще один вариант когнитивной графики - аналогии с математическими объектами. Линия Пеано проходит через все точки исходной фигуры (квадрата), однако не имеет площади. Ковёр Серпинского имеет ненулевую площадь, хотя практически все точки того же самого квадрата удалены. Похоже, что знание без понимания аналогично линии Пеано, а понимание без знания - коврику Серпинского.

Специалисты, которые знают, что такое линия по Кантору и Урысону, могут эту аналогию сделать более сложной и интересной.



Мы закончили предварительное рассмотрение курса. Теперь можно начать сначала. Идем дальше.

3. ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ (*“Новая тюрьма”*)

3.1. Структуры представления знаний (продолжение)

Описание семантической сети в форме семантической сети (рис. 3):



Рис. 3. Пример семантической сети

Множество фреймов можно связать в семантическую сеть. Из семантической сети можно вырезать фреймы.

Системы **продукций** - это системы правил вида:

[имя правила]: ЕСЛИ < Условие > ТО < Действие >

Таблицей решений называется таблица, составленная из двух частей: Условий и Действий, соотнесенных с набором Объектов. Если некоторое

условие (действие) имеет место, это обозначается в соответствующей клетке таблицы символом “ 1 (Да, Yes, +)”, в противном случае используется символ “-1 (Нет, No, -)”. При необходимости также используется символ безразличия “0”. Пример – таблица 3.

Таблица 3. Пример таблицы решений

УСЛОВИЯ	Объект 1	Объект 2	...	Объект N
Условие 1	1	-1		-1
Условие 2	0	1		-1
...				
Условие M	-1	1		1
ДЕЙСТВИЯ (РЕШЕНИЯ)				
Действие 1	-1	1		1
Действие 2	-1	-1		-1
...				
Действие L	1	0		1

Все типы представления знаний могут быть преобразованы друг в друга. В частности, может быть построена матрица определений этих форм (определение фрейма посредством продукции и т.п.).

3.2. Законы систем

Закономерности и их анализ

Законы фиксируют *устойчивые* отношения объектов (субъектов). Устойчивость может проявляться и как *детерминированная*, и как *случайная* (стохастическая) связь. В *синергетике* введены интересные понятия: “*русла*”, в которых мы можем более или менее точно прогнозировать поведение объектов, и “*джокеры*” - фрагменты траектории, в которых поведение объектов принципиально непредсказуемы. Введение механизма случайности (“*рандомизация*”) позволяет решать достаточно сложные, в том числе математические, задачи (“*Драгомиров, расстрел*”). Еще одно важное различие – “*дискретное – непрерывное*”.

Для аналитика *форма* существования закона - *модель* (комплекс моделей). Пример модели: применение формулы тяготения

$$F = \gamma * (m_1 * m_2) / r^2$$

к анализу пассажиропотока F между двумя городами с населением m_1 и m_2 человек соответственно в каждом и расстоянием r между ними.

Отдельная задача - проверка *адекватности* закона исследуемой ситуации (другими словами, *соответствия* модели решаемой задаче). Проверка адекватности включает в себя процедуру *доказательства* (убеждения потребителя результатов).

В случае, если наши факты (высказывания) и процедуры описываются в терминах двужначной (“*да/нет*”) логики, мы можем применить хорошо разработанный математический аппарат.

Однако даже здесь возникают проблемы, например, рассматриваемые в рамках *темпоральной* (временнО'й) логики. Возьмем выражение: “Сейчас 11 часов 15 минут”. Оно будет истинным или ложным в зависимости от того, сколько времени на самом деле, с какой точностью оно измерено и где то место, относительно которого говорится “СЕЙчас”(Омск, Москва, Гринвич).

Если имеется возможность уТОЧНить значения истинности фактов, например, приписывая фактам меру истинности от $-N$ (абсолютная ложь) до $+N$ (абсолютная истина), то можно построить *многозначную логику*. Значение истинности элементарной формулы складывается из трех значений:

- подтверждающего значения CV в диапазоне $[0, +N]$,
- неподтверждающего значения DV в диапазоне $[0, +N]$,
- истинностного значения TV в диапазоне $[-N, +N]$.

Такое комбинированное истинностное значение позволяет по величинам CV и DV взвесить все “за” и “против”.

Определение основных логических функций может быть сделано таким способом (пример — определение конъюнкции):

$$\begin{aligned} CV(A \& B) &= \min(CV(A), CV(B)), \\ DV(A \& B) &= \max(DV(A), DV(B)), \\ TV(A \& B) &= CV(A \& B) - DV(A \& B). \end{aligned}$$

Данный пример описывает психологию осторожного исследователя. Энтузиаст может поменять местами максимум и минимум, т.е. верить в подтверждения больше, чем в опровержения.

Такие определения позволяют сделать логику *инкрементальной* (т.е. приращиваемой, накапливаемой) и получить интересный эффект: в обычной логике истинность результата не меняется в зависимости от количества различных доказательств, а в инкрементальной может изменяться.

Существует большое число логических инструментов: немонотонные логики, логика знания и веры, предпочтения и полезности, аппарат нечетких (размытых) множеств (*fuzzy sets*) и т.п. Для того, чтобы найти адекватный задаче инструмент, необходимо разбираться в основаниях, на которых эти инструменты построены, и в основаниях того материала (знаний), которым вы располагаете.

Интеллектуальные системы могут сами строить модели (формулировать законы) на основе классификации множества заданных причин и следствий (типа “если A или B и не- C , то D ”), а также статистических данных (типа “из N объектов с признаками $A, B, \text{не-}C$ 70% обладают свойством D ”). Такие системы строятся на основе использования методов логического и/или статистического вывода. Системы могут обучаться на тестовых задачах. Нейрокомпьютеры (и их программные имитаторы) интересны тем, что в них элементарные модули (модели нейронов), изменяют параметры взаимодействий друг с другом в процессе обучения.

Естественное и искусственное

Современный человек живет в мире искусственного, законы которого, с одной стороны, достаточно устойчивы, а с другой - могут быть изменены или компенсированы социотехническими действиями. Технические системы имеют свои законы, например, закон технического совершенства, согласно которому трудоёмкость, вероятность отказа и т.п. характеристики экспоненциально зависят от количества N выпущенных изделий: $F = k1 * \exp(-k2 * N)$, $k1, k2$ - коэффициенты. Основной дефект многих исследований -

отношение ко всем закономерностям как к естественным свойствам объектов. Типичный пример, совершенствование методов измерения, вместо поиска способов воздействия на объект.

Законы развития социотехнических систем подсказывают направления воздействия (в частности следующие, заимствованные из теории решения изобретательских задач):

- переход от МОНОсистем к ПОЛИсистемам;
- свёртка системы (один объект выполняет несколько функций).

Форма, с помощью которой можно "поймать" закон, – методологическая схема.

Знание тенденций развития технических и социальных систем позволяет принимать эффективные решения. Одной из основных тенденций является переход от проектирования отдельных объектов к проектированию поколений объектов и процессов на основе соответствующих инфраструктур. **Технология** характеризуется тем, что знания о том, как изготовить объект, могут быть переданы (транслированы). **Инфраструктурой** (относительно заданного множества технологий) называется система ресурсов (энергетические, финансовые, образовательные и т.п. подсистемы), обеспечивающая существование данного множества технологий.

Информационные технологии существенно отличаются от традиционных по ресурсоёмкости тиражирования и требованиям к культуросообразности (**“Технологии бывают только отечественные” - Д.И.Менделеев**).

Сетевая организация современного общества дала основание для выдвижения гипотезы о формировании нового типа личности - "мозаичного человека" (в том числе транспрофессионала) и создания правил сетевой экономики К.Келли. Заметим, что в этой экономике один из основных ресурсов - **внимание** человека.

Методы творческого мышления

Метод **мозгового штурма** основан на разделении процессов генерации и критики идей.

Метод **морфологического ящика** состоит в разделении проектируемого объекта на части и комбинировании различных вариантов реализации этих частей.

Наиболее совершенным средством творческого мышления в области техники является **ТРИЗ - теория решения изобретательских задач**, разработанная Г.С.Альтшуллером. Эта теория характеризуется введением ряда понятий: ИКР - "идеальный конечный результат" (деталь сама себя обрабатывает), ТП - "техническое противоречие" (эффект должен быть и одновременно его быть не должно), а также наличием системы приёмов преодоления противоречий в конкретных условиях.

Разрабатываются аналоги ТРИЗ для социальной инженерии. Существуют различные эффекты и приёмы, такие, как стратагемы древнего Китая и современные технологии ведения переговоров. “Экран”-модификация использует для этих целей многоуровневую формализацию.

3.3. Многодисциплинарность и технологии коллективной работы

Сложность анализируемых ситуаций ограничивает результативность применения какой-либо одной дисциплины. Исследователи обычно различают понятия “*объект исследования*” - то, на что направлено внимание и арсенал методов исследователя, и “*предмет исследования*” - те стороны объекта, которые “видит” определенная дисциплина. Результат синтеза различных предметов исследования может быть представлен в форме “*конфигуратора*” (термин В.А.Лефевра). Это похоже на сборку трёхмерного изображения по заданным проекциям, но значительно труднее. Конфигуратор, которым пользуемся мы, использует три проекции: “*исследователь*”, “*логика*” (методы представления знаний) и “*онтология*” (описание ситуаций с помощью “логики”).

Многодисциплинарные исследования - исследования, проводимые с использованием арсенала *существующих* дисциплин, например, экономики и математики. *Междисциплинарные* исследования *возникают* тогда, когда для адекватного представления объекта наряду с уже используемыми понятиями и теориями требуются **новые понятия** (терминология), и, соответственно, новые характеристики и связи. При достижении “критической массы” терминологии, методов, гипотез, теорий всё это оформляется в виде новой дисциплины, фиксирующей новый предмет и систему методов исследования.

Многодисциплинарные исследования, это, как правило, коллективная работа, требующая особой организации.

Существующие технологии компьютерной поддержки коллективной работы делятся на четыре категории по степени координации.

- Первая - инфраструктура, способ использования которой определяется самими пользователями (Интернет, вычислительные центры коллективного пользования).
- Вторая – организованный процесс использования инфраструктуры, предусматривающий наличие координаторов процесса (телеконференции, рабочие группы).
- Третья – система функционально различных рабочих мест поддержки коллективной работы (Центр управления полётами).
- (конвейерные технологии).

“Экран”-технология относится к третьей категории.

Если взять в качестве прототипа уже упомянутый выше тезис Д.И.Менделеева “*технологии бывают только отечественные*”, можно сформулировать гипотезу: “*эффективными могут быть только персонализированные технологии*”. Для нас это означает, что соответствующие инструменты (словари, критерии, приёмы и т.п.) создаются конкретным коллективом в ходе реализации складывающегося у него набора проектов. Такой подход, по аналогии с гусеничным транспортом, который движется по собственным рельсам, можно назвать “гусеничной технологией”. Математические аналоги – дифференциальная геометрия, в которой свойства пространства определяются законами, действующими в окрестности заданного фрагмента структуры, а также вейвлет-анализ, в котором базис спектрального разложения формируется с учётом свойств анализируемого процесса.

Технологию и процесс создания таких Виртуальных исследовательских арсеналов (ИНформационных Технологий) с использованием “Экран”-

технологии мы будем называть **винтингом**. Он может быть использован в качестве инфраструктурной основы коллективных многодисциплинарных проектов. На его основе могут быть созданы прикладные дисциплины, например, такие как **винтсервинг** (винтинг для сервиса).

Название дисциплины, как и другие названия и аббревиатуры в “Экран”-технологии (*защитинг, левеверинг, ДАО и ДЭ*), сконструировано с целью формирования ассоциаций, адекватных вводимому понятию. В данном случае используется аналогия исследования со спиральным (вращательно-поступательным) движением целостности (винта).

3.4. Обучение как многодисциплинарная коллективная работа

Если рассматривать обучение группы будущих математиков с позиций “Экран”-технологии, то одним из эффективных способов работы будет использование метода продуктивных ошибок в комплексе с рефлексивным анализом. С этой целью в данном разделе приводятся **два ошибочных определения** именно тех понятий, которые составляют название курса. Итак:

“Интеллектуальные системы” - это системы, работа которых основана на использовании методов искусственного интеллекта, а также методов анализа естественного интеллекта.

“Экспертный анализ” - научное направление, основанное на методах статистической обработки оценок, данных экспертами по результатам исследования заданных объектов, в сочетании с оценками самих экспертов, сделанных по результатам их мониторинга.

4. ПРИКЛАДНАЯ ЗАДАЧА

4.1. Системный анализ и “Экран”-технология

Наиболее распространённые методы постановки прикладных задач - системный анализ и исследование операций (можете обсудить с преподавателями разницу этих методов). В их основе лежат следующие предположения:

- Исследуемый объект (процесс) является системой, в системе можно выделить ПОДсистемы, а сама система взаимодействует с системой более высокого уровня - НАДсистемой.
- Перечисленные системы имеют цели (ПОДцели, НАДцели), которые образуют *дерево целей*. Способ оценки степени достижения цели (а также способ принятия решения, признак на основании которого производится оценка, мерило оценки) называется *критерием* (от греческого *κριτήριον* - средство для суждения). Если ситуацию нельзя описать единственным критерием, надо формулировать многокритериальную задачу.
- Может быть построена модель, которая количественно свяжет степень (качество) достижения целей с характеристиками элементов систем, и тем самым даст возможность найти *оптимальное* решение.

“Экран”-технология, используя возможности системного анализа, отличается от него следующим.

Всегда анализируется ситуация формирования системных представлений, целей, способов получения и использования знаний и т.п. Иными словами, учитывается роль деятеля (исследователя), который придаёт определённость используемым представлениям. На методологической схеме указано, кто и как рассуждает.

Различаются понятия “*цель*”, “*задача*” и “*проблема*”. Задача – это цель плюс условия, в которых эта цель должна быть достигнута. Проблема – задача, для решения которой у Исследователя (держателя проблемы) недостаточно ресурсов.

В качестве единицы процесса (в том числе процесса обучения) используется *проект*, для которого определены сроки, достигаемые рубежи и, главное, тот Мастер или Ученик, кто готов ответить и за успех, и за неудачу.

В области социальной инженерии задача всегда рассматривается как задача формирования *политики* - комплексного и долгосрочного способа разрешения конфликтов.

Существенно используются средства компьютерной поддержки коллективной работы, в частности, методы искусственного интеллекта.

Наконец, особое внимание уделяется задачам *экспертизы* и *презентации* проекта (“*умные и красивые*”). Соответствующие рекомендации приведены в разделе “Фрагменты и образцы”.

4.2. Пример задачи: трудоустройство математика

ПОСТАНОВКА-1: МОДЕЛЬ

Первоначальная постановка задачи формулируется как "Модель выбора места работы выпускником математического факультета ОмГУ" (коротко - "Модель"). Проблемы этого этапа:

- строгое определение различных характеристик (степень интереса к работе, возможности роста, оплата труда, психологический климат в коллективе и т.п.), которое оказывается достаточно сложным даже для такого показателя, как доход;
- построение способов количественного измерения указанных характеристик (способ, оценка точности, трудоёмкости);
- нахождение модели баланса характеристик, с целью получения оптимального решения.

Когда на лекции в ОмГУ эта модель была сформирована в режиме мозгового штурма, лектор задал аудитории два вопроса:

- 1) *“Все ли характеристики вы учли?” - “Да!”.*
- 2) *“Будете ли вы применять эту модель для себя?” - “Нет!”.*

Так для кого делаются модели?

ПОСТАНОВКА-2: ТЕХНОЛОГИЯ

Следующий уровень постановки задачи - создание *технологии*, в которой живёт "Модель". Технология включает в себя:

- описание способа работы с моделью для пользователя;
- описание способа работы с моделью для оператора (человека, который обновляет данные и корректирует формулы в программе);
- создание и описание способа мониторинга данных (в городе, стране и мире), который осуществляет аналитик трудовых ресурсов;
- создание программ для обучения пользователей, операторов и аналитиков.

ПОСТАНОВКА-3: ПОЛИТИКА

Наконец, высший уровень постановки задачи - формирование *политики*, что подразумевает активное влияние на процесс в целом. Политика в данном случае включает в себя:

- определение системы всех сил, действующих на рынке труда: работников, работодателей, профсоюзов, посредников - рекрутинговых агентств и т.п.;
- формирование системы взаимодействия всех этих сил, начиная от моделей и кончая дискотеками;
- формирование "мозгового центра" этой системы, определяющего развитие политики по мере развития социально-экономической ситуации.

Такой подход требует рассмотрения ключевых понятий *“управление”, “адаптация”, “развитие”, “рост”, “становление”*.

Особенность данной темы - **моделирование** студентом **своей профессиональной карьеры** как математика-прикладника.

5. ФРАГМЕНТЫ И ОБРАЗЦЫ

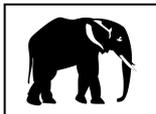
5.1. Примеры определений

Посмотрим, что такое “**системный анализ**”. Системный анализ - это:

- система методов исследования или проектирования сложных систем, поиска, планирования и реализации изменений, предназначенных для ликвидации проблем; прикладная диалектика;... [Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П., с. 381];
- методология решения крупных проблем, основанная на концепции систем (с. 10); формальное рассмотрение альтернативных конструкций системы [С.Л.Оптнер, с. 155];
- универсальный метод изучения и создания чего угодно, имеющий следующие особенности:
 - научность (воспроизводимость, возможность передачи метода через тексты=описания);
 - математизация и компьютеризация;
 - свой специфический набор понятий (система, элемент, и т.п.).

Последний вариант мой, но я не утверждаю, что он самый лучший.

**Вам достаточно
этих определений?**



(“Исследование слона”)

Способ построения определения (как результата процесса определения) поясним на примере термина “**модель**”. Корректное определение этого термина должно содержать следующие отличительные признаки модели (иначе, иметь следующую структуру):

- наличие оригинала (объекта, явления, ситуации и т.п.);
- наличие модели как объекта (явления, ситуации), не тождественного оригиналу;
- наличие исследователя (исследующей системы), относительно которого задаются оригинал и модель;
- указание на то, что результатом оперирования исследователя с моделью и оригиналом является знание (информация);
- указание на то, что исследователь использует знания о модели вместо знаний об оригинале.

Сформулируем определение (одно из возможных): **объект M называется моделью объекта O для исследователя I , если результаты P_M исследования M предназначаются I для использования вместо результатов P_O исследования O .**

В Советском энциклопедическом словаре 1988 г. издания термин “**экспертиза**” (от лат. *expertus* - опытный) - определяется как исследование специалистом (экспертом) каких-либо вопросов, решение которых требует специальных познаний. Более конструктивным является система определений, данная в комментариях к уголовно-процессуальному кодексу РФ, в которой четко разделены виды деятельности и пределы компетенции действующих лиц. Задание для любознательных - построить соответствующие фреймы.

5.2. Стандарты школы для выпускных работ (*Zaschiting* - *защитинг*)

Изготовление выпускной работы

1. Имя (название) работы соответствует работе
2. Дается постановка задачи
3. Объясняется, почему эту задачу вообще надо решать
4. Демонстрируется, как решались похожие задачи (обзор литературы)
5. Описывается использованный метод решения
6. Указываются помощники (авторы цитат, соавторы, консультанты)
7. Приводится решение задачи (формула, программа, графики и т.п.)
8. Дается контрольный пример, подтверждающий получение решения
9. Все, указанное выше, написано грамотно

Представление работы

1. Работа - не учебник: критерий не "правильно", а "грамотно"
2. Грамотность оценивают по докладу, дискуссии, отзывам, справкам и публикациям
3. Оценивается не столько текст, сколько его представление
4. Работу комиссия видит первый и последний раз: объясни главное, подчеркнув его яркой формулировкой, примером и т.п.
5. Тупые вопросы не обязательно задают тупые люди - помоги уточнить вопрос ("Правильно ли я понял(а), что Вы спрашиваете о ... ?")
6. Продублируй слова заготовленной картинкой (схемой) - не всё можно воспринять на слух
7. Дискуссия - умение понимать, объяснять и "держать удар" - признавая свои ошибки и незнание, планировать исправление ситуации

Чему и как можно научиться

1. Знание добывается методом "съедения слона" - по кусочку каждый день
2. Знание стандартов позволяет выходить за их пределы, когда это нужно
3. Образование - то, что остаётся у человека, когда он забыл всё, чему его научили
4. Ум - это способность к анализу личного опыта

5.3. Абсолютно анонимный рандомизированный опрос

Для исследования теневого процесса в 1965 г. С.Л. Уорнером был предложен метод "рандомизированных ответов". Он уникален тем, что его реализация возможна только при наличии интеллектуального объекта исследований (*респондента*), способного осуществлять рефлексивные умозаключения. В нём анонимность потенциально обеспечивается утверждением экспериментатора о том, что он не наблюдает за физическим экспериментом (вращением рулетки, поле которой несимметрично разделено на сектора, соответствующие классификации респондентов). Однако возможности современных технических средств позволяют фиксировать результат любого аналогичного эксперимента без непосредственного наблюдения. Тем не менее при сохранении логической схемы метода (и

расчётных формул) абсолютная конфиденциальность может быть достигнута за счёт изменения организационной схемы. При этом окончательное определение индикатора переносится в сознание респондента. Новая схема даёт основание назвать данный способ *"рефлексивным рандомизированным опросом"*. Схема метода может быть иллюстрирована следующим образом. Пусть в группе из N человек $N\{A\}$ человек относятся к подгруппе A и $N\{B\}$ - к подгруппе B , причем $N\{A\} + N\{B\} = N$, значение N известно, значение $N\{A\}$ подлежит оценке, $N\{B\} = N - N\{A\}$. Испытуемым предлагается вероятностный эксперимент с двумя классами возможных исходов C и D , вероятность $P(C)$ и $P(D)$ известна, причем $P(C) + P(D) = 1$. Событие C (индикатор) связывается с принадлежностью испытуемого к подгруппе A . Испытуемый заранее выбирает для себя (и не сообщает об этом никому), какие именно исходы он связывает с событием C . Например, две определённые грани игральной кости могут быть связаны с событием C , а оставшиеся четыре – с событием D . Затем проводится эксперимент, по результатам которого каждый сообщает свой личный результат: совпало ("ДА") или не совпало ("НЕТ") случайное событие в эксперименте с его принадлежностью к подгруппе. Поскольку ответ не раскрывает принадлежности, индивидуальная анонимность гарантирована. При этом знание числа ответов $N(\text{ДА})$ и $N(\text{НЕТ})$, где $N(\text{ДА}) + N(\text{НЕТ}) = N$, позволяет получить оценку доли $q = N\{A\}/N$ членов группы с характеристикой A в виде $q = (N * (1 - P(C)) - N(\text{ДА})) / (N * (1 - 2 * P(C)))$.

Платой за анонимность является некоторая потеря точности, а также сложность организации эксперимента. Автор рекомендует перед основным вопросом, например, *"принимали ли респонденты тяжёлые наркотики"*, задавать вопросы с очевидными ответами (*"вы находитесь в данной аудитории?" – 100%*; *"ваши пол мужской?" – Q%*), которые демонстрируют как анонимность, так и относительную точность оценки (либо непонимание условий эксперимента).

Весьма важным представляется перспектива использования метода при организации тайного голосования в компьютерных сетях типа Интернет или аналогичных. Подчеркнём, что в данной модификации метод обеспечивает абсолютную юридическую защиту респондента, чего не гарантируют никакие другие методы и технические средства. В качестве респондентов могут выступать системы искусственного интеллекта - виртуальные агенты и интеллектуальные кентавры-маски.

5.4. Двухэтапный статистический анализ согласия распределений

Двухэтапная обработка результатов измерений – это мета-статистический принцип, состоящий в том, что результаты первого этапа являются исходным материалом для последующего. Его особенность (например, отличие от дискретизации или удаления шума) состоит в том, что результаты первого этапа качественно отличаются от исходной информации и могут быть самостоятельно интерпретированы.

При использовании критериев согласия распределений (это важный частный случай) этапы могут быть описаны следующим образом:

- этап 1: получение одного значения критерия для каждого подмножества экспериментальных данных;
- этап 2: анализ распределения полученного множества значений критерия.

Поясним этот подход на примере. Пусть имеется L реализаций (наборов данных) некоторого эксперимента, каждая из которых содержит различное число N_l данных и описывается своей индивидуальной теоретической функцией распределения F_l , $l=1, \dots, L$, причем различие может заключаться как в значениях параметров, так и в типе распределения. Если для каждой из L реализаций вычислены значения критерия (например, χ^2), то следует построить эмпирическое распределение этих значений и проверить гипотезу о том, что они имеют распределение χ^2 с $L-1$ степенями свободы.

Общая рекомендация: *целесообразно моделировать поведение самого аппарата статистических исследований до начала или параллельно с осуществлением обработки данных эксперимента.*

5.5. Рефлексивный гомеостат

Для анализа небольших групп используется известный гомеостат Ф.Д.Горбова и его модификации - система связанных между собой измерительных приборов, которыми манипулируют члены группы (напр., психодиагностический комплекс "Гомеостат" предприятия "Нейроком"). Автором был предложен дискретный вариант гомеостата. В этом варианте задачей группы являлось получение заданного (целого) числа Z . Для этого каждый из M членов группы должен был независимо от остальных выбрать одно из целых чисел в диапазоне $[-N, N]$ таким образом, чтобы в результате суммирования всех выбранных чисел получилось Z . Если фактический результат суммирования X отличался от заданного, группе сообщался этот (или умышленно искаженный в соответствии с программой исследования) результат, после чего процесс выбора и суммирования повторялся снова. Каждому члену группы, таким образом, были известны только его собственный вклад и суммарный результат группы на каждом шаге.

Данный подход допускает множество различных вариантов и интерпретаций, например, сборку людьми (роботами) сложной конструкции из заданных элементов, которую можно описать в терминах алгебраических систем. Для простоты мы опишем задачу о минимальной индивидуализации в терминах описанного выше арифметического варианта в следующей интерпретации. Пусть на космическом корабле имеется M двигателей, каждый из которых может развивать мощность, задаваемую целым числом в диапазоне $[-N, N]$ (отрицательное значение можно интерпретировать как торможение). Кораблем управляет центральный компьютер (Центр), выдающий требуемое в данный момент суммарное значение мощности Z .

Если каждый двигатель индивидуализирован номером (или уникальным именем), то при наличии Центра достаточно легко назначить каждому двигателю требуемое значение мощности, причем многими способами. Можно использовать принцип равномерной загрузки, последовательной загрузки каждого двигателя до максимального значения, и ряд других. Если вместо централизованного управления осуществляется распределённое, и каждым из двигателей управляет отдельный робот (агент), *по одной и той же программе*, то при наличии уникального имени каждый из роботов воспроизводит вычисления Центра. Задачи проектирования алгоритмов управления возникают, когда уникальных номеров (имён), меньше, чем роботов, т.е. некоторое количество роботов будет действовать абсолютно одинаково. Различные

способы введения индивидуализации (классов) роботов порождают различные алгоритмы коллективного поведения. Отдельный класс задач возникает, если разрешить роботам использовать внешний источник в качестве генератора случайных воздействий. Объем публикации даёт возможность только отметить, что решение задачи достигается разделением действий (выдачи мощности) на этапы (само)идентификации и собственно работы (адаптации).

5.6. Задачи рефлексивного анализа

Дилемма заключенного (В.А.Лефевр). Дилеммой заключённого называется следующая задача. Двое подозреваемых, П1 и П2, обвиняются в совместном совершении преступления. У каждого из них альтернатива (от латинского *alter* - *один из двух*): “признание” либо “отрицание”. Решения П1 и П2 принимают независимо. Сроки заключения описываются следующей платёжной матрицей (Табл. 4) в формате “срок для П1/срок для П2”.

Табл. 4. Платёжная матрица для дилеммы заключённого

Альтернативы П2	Альтернативы П1	
	Отрицание	Признание
Отрицание	10/10	1/15
Признание	15/1	25/25

Дипломная работа автора, выполненная в 1970 г. в Томском университете и названная “Моделирование социальных процессов на ЭВМ”, должна была бы называться “Исследование зависимости вероятностей выбора решения от несимметричности платежной матрицы для дилеммы заключенного методом моделирования на ЭВМ”. В работе экспериментально подтверждалась почти очевидная гипотеза о том, что асимметрия платежной матрицы при любых рефлексивных рассуждениях обуславливает асимметрию вероятностей выбора каждой из альтернатив, причём степень асимметрии влияет на скорость сходимости вероятностей выбора к оптимальным (для кого именно?) значениям. Однако ресурсы задачи явно не исчерпаны.

Сортировка фасоли (В.А.Лефевр). В классическом эксперименте по разделению практически одинаковых пар зерен фасоли на “хорошие” и “менее хорошие” асимметрия результатов сортировки соответствовала “золотому сечению”, т.е. 0,62. В нашем случае схема эксперимента была видоизменена: вместо пакетиков с парами зёрен фасоли использовались несколько партий по 100 зёрен в каждой; задание по сортировке осталось прежним: отделить “более хорошие” от “менее хороших”. Результаты оказались далекими от классического: большинство из них находилось в диапазоне 70-90%. Интерпретация результатов, возможно, потребует привлечения магического числа Дж.Миллера 7 ± 2 и магического ряда А.В.Букалова: 10, 17, 27, 44 (± 1). Мы пока отметим следующее обстоятельство. Любое сравнение выполняется в условиях “раньше/позже”, “левее/правее” и т.п., и в этом смысле идентичных объектов просто не существует. Обычные алгоритмы сортировки не перемещают одинаковые значения: то, что раньше попало в список, сохраняет свой приоритет. Э.В.Дейкстра описывает случай, когда его студенты начинали сортировку объектов слева направо за исключением двоих, которые

действовали наоборот, поскольку были представителями культур, в которых тексты пишутся справа налево.

Здесь появляется интересная *обратная задача Бурданаова осла*: как сформировать объекты, которые испытуемые выбирали бы с равной вероятностью). Задача эта может иметь две постановки: либо такие объекты действительно существуют, либо необходимо найти способ искажения объекта, аналогичный тем, который делают скульпторы и художники на основе закономерностей восприятия перспективы.

5.7. Экспертиза задач распознавания речи

Группе экспертов в области распознавания речи Н.Г.Загоруйко предлагал оценить сроки решения четырёх вариантов задачи распознавания речи. Условия: распознавание с надёжностью 98% речи любого диктора без подстройки на его голос при полном стиле произношения изолированных команд в обычном помещении при объемах словаря 20, 200, 2000 слов и слитной речи на базе словаря в 2000 слов. Опросы производились трижды с интервалом около 10 лет, начиная с 1967 г. Оценки соответствующих сроков увеличивались от опроса к опросу. В рамках "Экран"-технологии могут быть произведены следующие операции.

- ◆ *Модель, экстраполяция и приведение к абсурду.* Первым шагом является построение простой (регрессионной) модели, описывающей данные, и прогноз данных на ближайший такт опроса. Дальнейшая экстраполяция, напоминающая апорию Зенона об Ахиллесе и черепахе, приводит к выводу о принципиальной невозможности решения перечисленных задач. Фактически такой вывод сделан Н.Г.Загоруйко в форме утверждения об эквивалентности рассматриваемой задачи задаче о создании системы искусственного интеллекта, не уступающего человеческому. Данный вывод является указанием на разрывное изменение ситуации.
- ◆ *Изменение ситуации: задача.* Возможны изменения ситуации посредством модификации задачи. Ресурс изменения - интерпретация терминов "любой" (диктор) и "обычный" (помещение). Формальное определение данных терминов позволит, с одной стороны, получить критерий решения задачи, и, с другой стороны, сформулировать дополнительные *антизадачи*: синтезировать диктора (помещение), для которого надёжность распознавания данной системой *не будет* достигнута.
- ◆ *Изменение ситуации: экспертиза.* Изменение ситуации возможно также за счёт изменения механизма организации экспертизы. Мониторинг экспертов позволит оценить их квалификацию (и, возможно, подтвердить формулу С.Бацанова "*оптимизм*компетентность=const*"). Спектр квалификации позволит изменить способ получения интегральной оценки.
- ◆ *Политика.* Решение данной частной задачи - оценки сроков и трудоёмкости, и, особенно, основной задачи - распознавания речи, требует организации политики как системы коммуникации исследователей и концентрации исследовательских ресурсов. В дополнение к предложенной партнёрской системе может быть организована инфраструктура - сеть экспертов, для которой будет сформирован адекватный решаемой задаче регламент коммуникации (в частности, телеконференции при методологической поддержке).

5.8. Пример “Экран”-модификации

В древнем Китае сформулированы правила поведения по отношению к противнику - стратагема. Понятие стратагема (“чжимоу”) означает план действий, связанный с хитростью, ловушкой, изобретательностью, находчивостью, сообразительностью. При этом отметим, что в отдельных стратагемах речь идёт о наилучшем использовании благоприятной ситуации (стратагема С20) или формировании такой ситуации (стратагема С32), а в других, рефлексивных, предполагается формирование у противника (или потенциального союзника) некоторого деформированного образа ситуации (НЕ-образа). Российская история также богата примерами использования интеллектуального ресурса в ситуациях противостояния.

Из всего многообразия источников мы использовали только работу В.Я.Проппа “Морфология сказки”. Причины данного выбора следующие:

- описанные в сказках приёмы формируют глубинные, в том числе подсознательные, структуры образцов (моделей) поведения;
- применение приёмов борьбы с противником и привлечения союзников рассматривается не изолированно, а сюжетно-исторически, с точки зрения развития катастрофы и процесса взаимодействия участников конфликта;
- методологическая корректность систематизации и высокий уровень формализации текста в указанном источнике: приведен не только текстовый, но и операторный вариант схемы с описанием циклов.

Поясним способ поиска аналогий стратагем для данного текста. В пункте ПРП7 (пособничество) обманный договор, заключённый в затруднительных условиях, навязанных антагонистом, квалифицируется как “предварительная беда”. Это соответствует принципу А10 “предварительное исполнение” теории решения изобретательских задач. В данном пункте также просматривается аналог китайской стратагема С5 (“грабить во время пожара”).

Общая схема применения “Экран”модификации в данном случае может быть описана следующим образом.

1. Определение стратагема *Str* для анализируемой ситуации *Sit*.
2. Детализация *Sit* (определение объектов и процессов, формирующих ситуацию).
3. Определение приёмов *A*, соответствующих стратагеме *Str*.
4. Определенное применение приёмов *A* применительно к типу *Sit*.

В качестве образца рассмотрим фрагменты представления стратагема Китая С14: “Позаимствовать труп, чтобы вернуть душу” (замена содержания при имитации отсутствия изменений). Отметим сходство указанной рекомендации с рекомендацией Макиавелли: “Кто хочет преобразовать старый строй в свободное государство, пусть сохранит в нём хотя бы тень давних обычаев”. Указанная стратагема может быть реализована с помощью приёмов:

- А6. Передача объекту функций других объектов.
- А8. Использование противовеса.
- А24. Использование посредника.
- А26. Использование копий (имеется в виду копирование).
- А28. Замена типа структуры.
- А30. Использование гибкой оболочки.
- А34. Отбрасывание и регенерация частей.
- А36. Использование явлений, возникающих при катастрофах.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Напомним основные особенности данного курса:

- перед рассмотрением основных понятий рассматривается вопрос о том, **что такое понятия и определения**, и как они конструируются;
- создается базовая схема анализа: виртуальная картина мира в координатах **“исследователь – логика - онтология”**;
- для построения модели исследователя используется **соционика**;
- используется особый способ прототипирования - создание “Экран”-прототипа (**наиболее простой вариант системы, содержащей наиболее сложный элемент**);
- в качестве единицы процесса (в том числе процесса обучения) используется **проект**, для которого определены сроки, достигаемые рубежи и, главное, тот, кто готов ответить за проект;
- анализ ориентирован на задачу разработки сложного проекта **многодисциплинарным коллективом** специалистов;
- проект реализуется по технологии ситуационного центра (**полиэкранная компьютерная система и команда поддержки коллективной работы**);
- особое внимание уделяется технике **представления** (презентации) и **экспертизы** результатов исследования и обучения;
- наконец, делается попытка **связать знания и деятельность** студентов-применить изучаемые методы к их собственным задачам: это и есть **наиболее сложная задача всего курса**.

Опыт показывает, что компоненты существующих технологий позволяют успешно осуществить создание большинства проектов. Критическим ресурсом таких технологий являются многодисциплинарные команды специалистов, обеспечивающие формирование и совершенствование собственной (“персональной” для данной группы участников) технологии обеспечения жизненного цикла проекта. Процесс формирования (или распада) проектной группы может быть ускорен. Для этого надо постановку задачи создания прототипа проекта сочетать с мониторингом истории проекта и проектировщиков.

7. Литература

В списке литературы выделены фамилии авторов, активно работающих в науке (*это не значит, что другие работают менее активно*), с которыми вопросы, рассматриваемые в этом тексте, можно обсуждать (лично или по электронной почте). Выделение сделано исключительно на основе личных пристрастий автора. С ним указанные вопросы тоже можно обсуждать.

Интеллектуальные системы и их программирование

1. Базы знаний интеллектуальных систем/ Т.А.Гаврилова, В.Ф.Хорошевский.- СПб.: Питер, 2000.- 384 с.
2. **Берс А.А.** К анализу семантики базисных понятий информатики//Конф. посв. 90-летию А.А.Ляпунова//Новосибирск: СО РАН, 2001.
3. **Зенкин А.А.** Когнитивная компьютерная графика.- М.: Наука, 1991.
4. Кузнецов В.Е. Представление в ЭВМ неформальных процедур.- М.: Наука, 1989.- 160 с.
5. Ларичев О.И., Мечитов А.И., Мошкович Е.М., Фуремс Е.М. Выявление экспертных знаний.-М.: Наука, 1989.
6. Любарский Ю.Я. Интеллектуальные информационные системы.М.: Наука, 1990.
7. Минский М. Фреймы для представления знаний.-М.: Энергия, 1979.
8. Мичи Д., Джонстон Р. Компьютер-творец.-М.: Мир, 1987.
9. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему.- М.: Энергоатомиздат, 1991.
10. Переверзев-Орлов В.С. Советчик специалиста. Опыт разработки партнерской системы.- М.: Наука, 1990.
11. Пospelов Д.А. Моделирование рассуждений.-М.: Радио и связь, 1989.
12. **Райков А.Н.** Интеллектуальные информационные технологии// Учебное пособие.- М.: Изд-во “Московский гос. ин-т радиотехники, электроники и авиоматики (технический ун-т)”, 2000.- 96с.
13. **Райков А.Н.** Системы виртуальной реальности для поддержки принятия государственных решений// Демиург, 1996, № 2.
14. Симонович С.В., Мураховский В.И. Интернет у вас дома: Полное руководство для начинающего пользователя.- М.: АСТ-ПРЕСС: Инфорком-Пресс, 2001.- 432 с.
15. Сойер Б., Фостер Д.Л. Программирование экспертных систем на Паскале.- М.: Финансы и статистика, 1990.
16. Телевидеокomпьютерные средства проектирования и управления в строительстве// **Э.П.Григорьев**, О.А.Жирков, Ю.В.Орфеев и др.- М.: Стройиздат, 1993.- 360 с.
17. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам.-М.:Мир, 1989.
18. Хамби Э. Программирование таблиц решений.- М.: Мир, 1976.- 86 с.
19. Холстед М.Х. Начала науки о программах.- М.: Финансы и статистика, 1981.- 128 с.
20. **Чанышев О.Г.** Критерий близости документов и кластеризация.// Математические структуры и моделирование: Сб. научн. тр./Под ред. А.К. Гуца. - Омск: ОмГУ, 2001. - С. 121-130. - Вып. 8.
21. Экспертные системы. Принципы работы и примеры.- М.: Радио и связь, 1987.

Математика

1. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование.- М.: Наука, 1976.- 288 с.
2. Воронин Ю.А. Начала теории сходства.- Новосибирск: Наука, 1991.
3. Горский Ю.М, Лавшук В. Жизнь или смерть цивилизации (модель, прогноз, роль интеллекта и информации).- Иркутск: Известия-Восток, 1994.
4. **Гуц А.К., Файзуллин Р.Т.** Математическое исследование методики организации одного социального мониторинга// Математические структуры и моделирование: Сб. научн. тр./Под ред. А.К. Гуца. - Омск: ОмГУ, 2000. - С. 104-132. - Вып. 5.
5. Дружинин В.В., Конторов Д.С., Конторов М.Д. Введение в теорию конфликта. – М.: Радио и связь, 1989.- 288 с.
6. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Конфликтная радиолокация.- М.: Радио и связь, 1982.- 123 с.
7. Дубнов А.П. Глобалистика (Введение в глобальные проблемы человечества)/Программа и лекции/.- Новосибирск, НГУ, вып. 1, 1991, 80 с., Вып. 2, 1992, 184 с.
8. Дюк В., Самойленко А. Data mining: учебный курс (+CD).- СПб.: Питер, 2001.- 386 с.
9. **Загоруйко Н.Г.** Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1999.- 270с.
10. Капица С.П., Курдюмов С.П., **Малинецкий Г.Г.** Синергетика и прогнозы будущего.- М.: Эдиториал УРСС, 2001.- 288 с.
11. Кофман А., Фор Р. Займемся исследованием операций.- М.: Мир, 1966.- 279 с.
12. **Кулаичев А.П.** Методы и средства анализа данных в среде Windows STADIA 6.0.- М.: Информатика и компьютеры, 1996.- 255 с.
13. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа.-М.: Наука, 1981.- 488 с.
14. **Лефевр В.А.** Алгебра конфликта.- М.: Сов. радио, 1969.
15. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рэндерс Й., Беренс Ш В.В. Пределы роста.- М.: МГУ, 1991.- 208 с.
16. Моисеев Н.Н. Математика ставит эксперимент.- М.: Наука, 1979.
17. Морз Ф.М., Кимбелл Д.Е. Методы исследования операций.- М.: Сов. радио, 1956.- 307 с.
18. Налимов В.В., Голикова Т.И. Логические основания планирования экспериментов.- М.: Металлургия, 1976.- 128 с.
19. Очков В.Ф. Советы пользователям Mathcad.- М.: Изд-во МЭИ, 2001.- 196 с. (twt.mpei.ac.ru/ochkov)
20. Перегудов Ф.И., **Тарасенко Ф.П.** Основы системного анализа: Учеб. 2-е изд., доп.- Томск: Изд-во НТЛ, 1997.-396 с.
21. Пойа Д. Математическое открытие.- М.: Наука, 1976.- 448 с.
22. Соболев И.М. Многомерные квадратурные формулы и функции Хаара.- М.: Наука, 1969.- 288 с.
23. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями.- М.: Наука, 1981.- 110 с.
24. Соболев И.М., Статников Р.Б. Наилучшие решения —где их искать? — М.: Знание, серия “Математика, кибернетика”, № 1, 1982.
25. Форрестер Дж. Мировая динамика.- М.: Наука, 1978.- 168 с.
26. Хургин А.Я. Ну и что?- М.: Молодая гвардия, 1970.

Методология

1. Анисимов О.С. Развитие. Моделирование. Технологии.- Калуга: “И.М.У.”.- 1996.-92 с.
2. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. – Спб.: Изд-во СПбГТУ, 1997.
3. **Григорьев Э.П.** Концептуальные основы синтеза альтернативных решений//Информатика и вычислит. техника, № 1, 1997, с. 78 - 82.
4. Губарев В.В. Информатика в рисунках и таблицах (фрагменты системного путеводителя по концептуальным основам). Учеб. пособие.-Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999.- 152 с.
5. Гуд Г.Х., Макол Р.Э. Системотехника. Введение в проектирование больших систем.- М.: Сов. радио, 1962.- 383 с.
6. Дегтярев Ю.И. Системный анализ и исследование операций: Учеб. для вузов по спец. АСОИУ.- М.: Высш. шк., 1996.- 335 с.
7. Декарт Р. Рассуждение о методе, чтобы верно направлять свой разум и отыскивать истину в науках.- В кн.: Декарт Р.Соч. в 2-х т. Т.1.- М.: Мысль, 1989, с. 250- 296.
8. Оптнер С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем.- М.: Сов. радио, 1969.- 216 с.
9. **Попов С.В.** Материализация метода// Метод: вчера и сегодня: Материалы I Методол. конгр. (20-21 марта 1994 г.).- М.: Шк. культ. политики.- 1995.- С. 89 - 110.
10. **Разумов В.И.** Будущее науки и когнитивные аспекты подготовки профессиональных ученых// Омский науч. вестник.- Вып. 14, 2001.
11. **Разумов В.И.,** Сизиков В.П. Развитие параллельного мышления и новая парадигма информатизации образования//Социальные и психологические последствия применения информационных технологий//Матер. междуна. интернет-конфер. 23.03 – 14.05.2001 на информационно-образовательном портале www.AUDITORIUM.ru, с. 187-194.

Рефлексивный анализ

1. **Лефевр В.А.** Формула человека: Контуры фундаментальной психологии. Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1991. – 108 с.
2. **Лефевр В.А.** Конфликтующие структуры. Издание третье. – М.: Институт психологии РАН. 2000. – 136 с.
3. **Лефевр В.А.** Космический субъект. – М.: Институт психологии РАН, ИН-кварти, 1996. – 184 с.
4. Прикладная эргономика. Человек – техника – среда. Рефлексивные процессы. – М.: Ассоциация прикладной эргономики, № 1, 1994.
5. Рефлексивные процессы и управление. Международный научно-практический междисциплинарный журнал. – М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, Том 1, номер 1, июль-декабрь 2001 г.

Технологии творчества и социальная инженерия

1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения.- М.: Московский рабочий, 1973.- 296 с.
2. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач.- Новосибирск: Наука, 1986.- 209 с.

3. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач.- М.: Советское радио, 1979.- 176 с.
4. Батурин Ю.М. Нужно ли математикам и физикам изучать право, чтобы делать открытия?- Ответ: ДА//Решение есть всегда.- Сб. тр. Фонда ИНДЕМ.- М.: Фонд ИНДЕМ, 2001, с. 198 – 213.
5. Викентьев И.Л. Приёмы рекламы и Public Relations. Ч.1.- СПб.: ООО “ТРИЗ-ШАНС”: “Изд. дом “Бизнес-Пресса”, 2001.- 256 с.
6. Зенгер Х. Стратегемы. О китайском искусстве жить и выживать. 36 стратегем за три тысячелетия.- М.: Прогресс, 1995.- 384 с.
7. Пойа Д. Математическое открытие.- М.: Наука, 1976.- 448 с.
8. **Тарасов В.К.** Персонал-технология: отбор и подготовка менеджеров.- Л.: Машиностроения, 1989.- 368 с.

Соционика

1. Аугустинавичюте А. Соционика.- М.: ООО “Фирма “Издательство АСТ””; СПб.: Terra Fantastica, 1998.- Кн.1 - 448 с., Кн.2 – 416 с.
2. Барсова А. Как прожить свою, а не чужую жизнь, или типология личности.- М.: “АСТ-Пресс”.- 320 с.
3. **Букалов А.В.** Феномен структурирования психоинформационного пространства: иерархия объемов человеческого внимания, памяти и мышления// Соционика, ментология и психология личности, 1999, № 2.
4. **Гуленко В.В.,** Тыщенко В.П. Юнг в школе. Соционика - межвозрастной педагогике. Учебно-методическое пособие.- 2-е изд.- Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та; М: Совершенство, 1997.- 270 с.
5. Каганец И. Психоинформационные технологии в менеджменте.- Киев: "Соционические Технологии", 1996.- 25 с.
6. Крегер О., Тьюсон Дж. М. Типы людей. 16 типов личности определяющих, как мы живем, работаем и любим.- М.: Персей, Вече, АСТ, 1995.- 544 с.
7. Крегер О., Тьюсон Дж. М. Типы людей и бизнес: Как 16 типов личности определяют ваши успехи на работе.- М.: Персей, Вече, АСТ, 1995.- 560 с.
8. Прокофьева Т.Н. Соционика. Алгебра и геометрия человеческих взаимоотношений.- М.: “Гном-Пресс”, 1999.- 106 с.
9. Слинко О.Б. Люди в вашем деле. Энциклопедия соционического менеджмента.- К.: Трамвай, 1996.- 222 с.
10. Таланов В. Психологический портрет Владимира Путина.- СПб.: Б&К.- 64 с.
11. Филатова Е.С. Соционика для вас (наука общения, понимания и согласия).- Новосибирск: "Сибирский хронограф", 1994.- 284 с.
12. Филатова Е.С. Соционика для всех (наука общения, понимания и согласия).- С.-Пб: Б&К, 1999.- 276 с.

Публикации автора

1. Полляк Ю.Г., Филимонов В.А. Статистическое машинное моделирование средств связи.- М.: Радио и связь, 1988.- 176 с.
2. Филимонов В.А. “Экран”-технология для экспертов и политиков// Материалы 1-ой междуна. науч.-практ. конф. “Информационные технологии и радиосети (ИНФОРРАДИО'96)”.- Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1998, с. 53 - 59.

3. Филимонов В.А. Интеллектуальная компьютерная среда для коллектива экспертов// Интеллектуальные торпеды// Материалы науч. конф. памяти Г.П.Щедровицкого "Георгиевские чтения" 21-22 февраля 1995 г.- Новосибирск: СО РАН, Ин-т интелл. инноваций и проблем консультирования, 1996, с. 148 - 152.
4. Филимонов В.А. "Экран"-технология коллективного проектирования // "Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций"// Матер. 1-й Междун. конф., Москва, 11-12 окт. 2001 г.//Изд-во "Ин-т проблем управления РАН", Т.2, с. 196-201.
5. Филимонов В.А. Сума технологии. Рефлексия// "Рефлексивные процессы и управление"// Тез. III Междун. симпозиума, 8-10 окт. 2001 г., Москва// Изд-во "Ин-т психологии РАН", с. 187-189.
6. Филимонов В.А. ДАО и ДЭ с российской спецификой// Матер. Всеросс. науч.-практ. конф. "Интеграция: стратегии и технологии".- Томск: Томский гос. Ун-т, 2000, т II, с. 88-91.
7. Филимонов В.А. Китай как источник информационных ресурсов// Матем. структуры и моделирование. Сб. науч. тр. Вып. 3. – Омск: Изд-во ОмГУ, 1999.- С.70 – 72.
8. Филимонов В.А. Системный анализ и "Экран"-технология.- Омск: ОмГУ, ООО "Агентство Курьер", 2002.- 46 с.

Дополнительные ресурсы (Интернет)

1. www.ofim.oscsbras.ru/~filimono <01.10.10> - домашняя страница автора курса, где размещены учебные материалы по "Экран"- технологии.
2. ido.tsu.ru/russian/bank.phtml <01.03.02> - институт дистанционного образования (заказ мультимедиа-курса Ф.П.Тарасенко).
3. www.ich.tsu.ru/~ptara/course/sa/index.html <01.03.02> - Слайд- фильм (в PowerPoint) по системному анализу П.Ф.Тарасенко (*именно П.Ф. а не Ф.П.*).
4. www.biometrika.tomsk.ru:8101/kk/ <01.03.02> - кунсткамера: собрание ошибок применения статистических методов в книгах, статьях и диссертациях (в основном по исследованиям в области медицины).
5. twi.mpei.ac.ru/ochkov <01.03.02> - советы пользователям системы Mathcad.
6. rus-code.virtualave.net/comm/upk.html <01.03.02> - комментарий к уголовно-процессуальному кодексу РФ, в котором даны лучшие (по мнению автора) разъяснения относительно того, что такое эксперт и экспертиза.
7. www.reflexion.ru <01.03.10> - сайт лаборатории рефлексивных процессов Института психологии Российской Академии наук.