

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
**ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Диссертационный совет Д 05.09.381

На правах рукописи  
УДК 004.9

**Эшенкулов Паяз**

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ДАННЫХ  
И МОДЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННО-РАСПОЗНАЮЩИХ СИСТЕМ

Специальность 05.13.18 – Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук

**Бишкек - 2009 г.**

Работа выполнена в Институте автоматки и информационных технологий  
Национальной Академии Наук Кыргызской Республики

**Научный руководитель:** доктор технических наук,  
академик НАН КР,  
**Шаршеналиев Жаныбек**

**Официальные оппоненты:** доктор физико-математических наук,  
профессор, **Дюсембаев Ануар Ермуханович**

доктор физико-математических наук,  
доцент, **Сатыбаев Абдуганы Джунусович**

**Ведущая организация:** **Институт вычислительной математики и  
математической геофизики СО РАН**  
г. Новосибирск, РФ.

Защита состоится “15 ” января \_\_\_\_\_ 2010 г. в 14.00 часов на  
заседании Диссертационного совета Д.05.09.381 при Институте автоматки и  
информационных технологий Национальной Академии Наук Кыргызской  
Республики по адресу: 720071, г.Бишкек, пр. Чуй, 265, Институт автоматки и  
информационных технологий, ауд. 118.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национальной Академии  
Наук Кыргызской Республики по адресу: 720071, г. Бишкек, пр. Чуй, 265 “а”

Автореферат разослан “ 13 ” декабря \_\_\_\_\_ 2009 г.  
Решением Диссертационного совета Д.05.09.381 (Протокол № 4)  
диссертация принята к защите и разрешается печатание автореферата.

Ученый секретарь  
Диссертационного совета к.т.н., с.н.с.

**В.И. Замай**

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Многие актуальные задачи, возникающие в информационно-распознающих системах (ИРС), связаны с наличием большого количества информации, что является спецификой реального объекта или процесса. Эти задачи заставляют рассматривать континуальные модели при конечной начальной информации об исследуемом объекте или процессе. Для этих целей разработана континуальная математическая теория ИРС, эффективные процедуры и алгоритмы, которые позволяют аппроксимировать с заданной точностью континуальную модель (континуальную общую схему) в виде конечного ряда общих схем, каждая из которых эффективно строится на основе известной и произвольно заданной (полной, неполной, точной, неточной, размытой, стандартной и нестандартной) начальной информации.

**Связь темы диссертации с научными программами и научно-исследовательскими работами.** Исследования, представленные в диссертации, выполнены в Институте автоматизации НАН КР в соответствии с утвержденными темами по научным проектам НАН КР.

**Цели и задачи работы.** Целями работы являются исследование и создание понятий, методов и средств, составляющих теорию ИРС, ее взаимосвязь с разделами дискретной математики и анализом, ее перспектив развития, формулировка и решение основных задач этой теории. Предложение нового подхода к построению теории ИРС, содержащей в виде компонентов основные понятия, методы и средства решения основных задач. Формулировка, исследование и решение основных задач, поставленные для метамодели автоматизированные информационные системы (АИС) в виде общей схемы, задач анализа, синтеза и управления. Решения класса задач распознавания с нестандартно и противоречиво заданной информацией. Построение эффективного метода, позволяющего находить алгоритм-корректор для исследуемых задач распознавания, содержащихся в функциональном расширении множества алгоритмов и описывать для оптимального алгоритма распознавания структуру, состав и содержание распознаваемой информации.

**Методы исследования,** используемые в работе: экстремальные алгоритмы в математических моделях для задач распознавания и классификации, корректные алгоритмы над множествами некорректных (эвристических) алгоритмов, алгоритмы распознавания, основанные на вычислении оценок Ю.И. Журавлева, теоретико-игровые модели алгоритмов вычисления оценок в информационно-распознающих системах, стратегический подход к задачам вычисления свойств А.И. Кондратьева, планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем И.Г. Зедгинидзе и др. Для численной реализации разработанных алгоритмов использованы методы вычисления оценок.

**Научная новизна** полученных результатов состоит в следующем: найдены ограничения на множестве операций перехода и аппроксимации континуальной общей схемы рядом конечных общих схем. На основе анализа реальных задач, возникающих в ИРС, выделены и формализованы в математической теории ИРС основные проблемы, задачи и очерчена проблемная область, имеющая довольно сложную внутреннюю структуру. Построены понятия, методы и средства для записи произвольной задачи и проблемы, которые сводят процесс их решения к двум задачам, сформулированным для общей схемы: прямой и обратной. Прямая задача является формализацией задачи построения разомкнутого дискретного контура при произвольном информативном контуре, а для обратной задачи дискретный контур является замкнутым. Вводятся и эффективно решаются задачи анализа, синтеза и управления, математическая форма которых и их расширения исчерпывают все множества задач, возникающих на дереве понятий.

**Степень новизны:** показано как укладываются в дереве понятий методы представления информации, заданные в виде моделей данных: сетевых и иерархических структур, семантических деревьев, сетей, матриц, фреймов, реляционных моделей и ряда других. Множество алгоритмов представимо для понятий одного уровня в виде алгоритмов распознавания или классификации.

**Отличие от известных работ:** специфика реальных задач в ИРС приводит к рассмотрению неполно, неточно, размытой и противоречиво заданной информации. Разработаны операции и процедуры, эффективно решающие указанные задачи. При решении задач ИРС важен вопрос об их математической корректности. Для нестандартной начальной информации построены алгебраические и  $\sigma$ - алгебраические расширения множества эвристических алгоритмов распознавания и множества способов задания обрабатываемой информации, в которых эффективно указываются как корректные алгоритмы распознавания, так и оптимальный способ задачи распознаваемой информации.

**Теоретическая значимость работы** состоит в следующем: процесс содержательной обработки информации в ИРС сведен к взаимодействию множества описаний, т.е. множества всевозможных способов представления обрабатываемой информации и множества алгоритмов, преобразующих информацию заданным образом. Два этих множества являются формализацией и обобщением информативного, директивного контуров рассмотренных в работе. Они погружены в общую схему, которая состоит из этапов, связанных между собой последовательно. Для представления обрабатываемой информации введен математический объект, названный допустимым понятием, связываемым в дереве понятий с описанием в виде вектора, компоненты которого суть элементы или подмножества метрических или полуметрических пространств.

### **Практическая значимость работы состоит в следующем:**

В реальных задачах ИРС важен вопрос об устойчивости математических методов, средств описания и средств решения. Этот актуальный для любой теории вопрос решается таким образом: для методов решения прямой и обратной задач введены понятия окрестности описаний информации, используемых алгоритмов и решений задач. В соответствии с этим введены различные понятия устойчивости (абсолютной, относительной и других) как методов, задач, так и всей математической теории ИРС в целом. Построены эффективные процедуры и алгоритмы, решающие задачи стабилизации: построения по неустойчивому методу устойчивого метода с заданными параметрами, устойчивой в целом математической теории ИРС.

### **Основные результаты работы, вносимые на защиту:**

- предложен новый подход к построению теории ИРС, содержащий в виде компонентов основные понятия, методы и средства решения основных задач;
- решены задачи распознавания с нестандартно и противоречиво заданной информацией;
- построены понятия, методы и средства для записи произвольной задачи и проблемы, которые сводят процесс их решения к двум задачам, сформулированным для общей схемы: прямой и обратной;
- изучены континуальные модели и построены операции аппроксимации континуальных моделей в случае задания на множестве их компонентов вероятностей, неатомической и атомической мер;
- исследованы и сформулированы модели алгоритмов эффективного решения произвольной проблемы и задачи в ИРС.
- получены 5 свидетельств Кыргызпатента на разработанные учебные пособия по использованию “Турбо Паскаль 7.0”, Excel, Access в задачах информационно-распознающих систем.

**Реализация результатов работы.** На основе полученных результатов был составлен комплекс программ на ПК, которые позволили классифицировать болезни пациентов в НИИ туберкулеза и Институте онкологии Кыргызской Республики.

**Личный вклад автора.** Совместные работы [1, 2, 3, 9, 10, 11] относятся к основному содержанию диссертации, совместные работы [5, 7, 8, 9] относятся к приложению.

В работах [1, 2, 3] д.т.н. Шаршеналиеву Ж. и к.ф.-м.н. Кондратьеву принадлежат: 1) постановка задачи информационно-распознающих систем, а также классификация задач обработки информации; Шаршеналиеву Ж. 2) организация и руководство работой; 3) анализ и представление результатов работы на конференциях и в научных статьях.

В работах [7, 8, 9] Аманову С.А., Коларжу В.В. принадлежат теоретическое обоснование, построение графиков на основе полученных

мною результатов после обработки экспериментальных данных на компьютере. В этих же работах при полевых работах при получении экспериментальных данных участвовали Коларж В.В., Кадыров И. и автор. Таким образом, автором выполнена существенная часть работы, изложенной в совместных публикациях. Во всех совместных работах использованы теоретические результаты, полученные лично автором [1-4, 13,14].

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты данной работы доложены и обсуждены (или представлены и опубликованы) на:

- механико-математическом факультете Казахского Государственного Университета им. Аль-Фараби (ноябрь 2006 г., г.Алма-Ата)
- международном семинаре “Вычислительные методы и решение оптимизационных задач”, организованном СО РАН, который проходил 22-29 августа 2004 года в Иссыккульской области Кыргызской Республики.
- Ученом совете Института автоматизации НАН КР – Бишкек, март, 2008 года.

**Опубликованность результатов исследования.** По данной диссертации автором опубликовано 20 работ, из них 2 в виде методики решения оптимизационных задач, 1 тезис на научной Республиканской конференции и 12 научных статей (лично автора 3 статьи и 5 свидетельств Кыргызпатента), список которых приведен в автореферате. Публикации и 5 свидетельств достаточно полно отражают содержание диссертационной работы.

**Структура и объем работы.** Диссертация оформлена в соответствии с рекомендациями НАК КР от 2005 г. Диссертация состоит из списка обозначений, введения, 3-х глав, заключения, выводов по главам, списка использованных источников (из 220 наименований) и приложения. Общий объем работы 165 страниц, приложения - 4 рисунка, 6 таблиц и программу.

Диссертантом выражается искренняя признательность научному руководителю д.т.н. академику НАН КР, Заслуженному деятелю науки Кыргызской Республики Ж. Шаршеналиеву за научное руководство, за полезные советы и рекомендации, неизменное и доброжелательное внимание к этой работе.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В введении обоснована актуальность темы, показано состояние проблемы, приведены научная новизна, основные положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимость работы, приведены сведения о структуре и объеме работы.

**В главе 1** приведен обзор литературы по исследуемой проблеме. Из множества неразрешенных пока вопросов по проблеме приведены те, которые решаются в данной работе. Указано, что решение этих вопросов является актуальной потребностью современной теории и практики информационно-распознающих систем и теории решения конфликтных ситуаций.

В главе 2 приведено обоснование выбора принятого направления исследований. Рассматривается информационно-распознающая система и ее задачи: формулировка задачи, задание области исследования, возможные методы решения и ограничения границ. В этой главе описываются 15 проблем информационно-распознающих систем, также для каждой проблемы определяются подзадачи, при решении которых предполагаются исчерпываются решения основных проблем. Каждые подзадачи формулируются математически.

В главе 3 описывается математический аппарат теории представления и формализации знаний. Исследованы три вида теории представления и формализации знаний: формирования множества понятий  $\{U\}$ ; представления понятий в  $\{U\}$ ; операции над понятиями. Структура множества  $\{U\}$ . Исследуется взаимосвязь конструктивной теории ИРС с аппаратом классической теории игр и такое проявление заключается в том, что задача анализа в конструктивной теории ИРС совпадает с первой основной задачей теории игр.

В главе 2 рассматривается формализация основных проблем.

**Решение сложных задач** (формулировка задачи, задание области исследования, возможные методы решения и ограничение границ).

Обозначим сложную задачу через  $Z$  и определим ее следующим образом:

а) информационную сложность задачи обозначим через  $t^u$  и будем понимать ее как размерность информационного множества  $L$ , связанного с выбором решения. Правило указания решения  $\kappa$  задачи  $Z$  обозначим  $W$ ;

б) алгоритмическую сложность задачи обозначим через  $t^n$  и будем понимать ее, как число операций в алгоритме перебора, необходимого для нахождения решения  $\kappa$ .

Сложная задача запишется в виде

$$Z = \langle L, W, \kappa, t \rangle, \quad t = t^u \vee t^n \quad (2.1.1)$$

В том случае, когда необходимо подчеркнуть взаимосвязь компонент  $Z$  со спецификой задачи, будем писать  $L_Z$ . Если размерность  $L$  велика и решение сложной задачи связано с перебором, то правило  $W$  может быть только эвристическим (см. таблицы 1,2 в приложении 1).

Множество  $L$  может иметь размытые границы. Элемент  $a$  информационного множества  $L_Z$  будем называть информационным элементом. Между элементами  $a \in L_Z$  могут существовать различные взаимосвязи, из которых выделим два вида:

1) конечная последовательность элементов

$$\alpha_i = (a_1, a_2, \dots, a_i),$$

2) последовательность  $\mathcal{G} = (\alpha_i, \alpha_j, \dots, \alpha_k, \dots)$ .

**Выделение объекта или процесса** (очерчивание границ, в том числе и размытых).

Обозначим объект или процесс через  $\Lambda$ . Сложная задача связана с объектом, поэтому можно считать, что выделение объекта  $\Lambda$  сужает множества  $L$  и  $W$ . Обозначим это сужение через  $L_\Lambda$  и  $W_\Lambda$ . Сложная задача в случае решения примет вид

$$Z_\Lambda = \langle L_\Lambda, W_\Lambda, \kappa_\Lambda, t_\Lambda \rangle \quad (2.1.2)$$

**Наблюдение за объектом. Планирование эксперимента.**

При анализе сложных объектов необходимо накопить как можно больше данных, относящихся к рассматриваемому объекту или процессу. Пассивное наблюдение за объектом не всегда оправдывает себя. Часто необходим эксперимент, который может быть как трудно осуществимым, так и дорогостоящим. В настоящее время получил распространение другой способ – математическое планирование эксперимента [169]. Наблюдение за объектом – это уточнение процесса его выделения и описание порядка этого выделения. Для этих целей введем некоторую последовательность наблюдений объекта  $\Lambda$ :

$$S = \{s_i : i = 1, 2, \dots, l\}$$

Любое из наблюдений  $s_i \in S$ ,  $1 \leq i \leq l$  можно представить таким образом:

$$s_i = \langle a_i, \{\alpha_i\}, \{\mathcal{G}\} \rangle \quad (2.1.3)$$

**Создание БД наблюдений на компьютере.**

Описания  $S$  могут быть представлены в машиночитаемой форме и введены в компьютер. Это позволит создать файл, базу и БД наблюдений на компьютере.

**Формирование понятий, образов.**

По наблюдениям  $S$  за объектом  $\Lambda$  выделено по некоторым закономерностям множество допустимых понятий  $\{U\}$ . Множество понятий разбито на классы понятий  $K_1, K_2, \dots, K_m$ . Задано множество информации  $\{S_0(K_1, K_2, \dots, K_m)\}$  о классах  $K_1, K_2, \dots, K_m$ .

**Создание информационной модели объекта или процесса.**

Информационной моделью или информационным описанием объекта  $\Lambda$  будем называть совокупность, состоящую из множества, информационных элементов  $\in L_\Lambda$ , множества подмножеств  $\{\alpha_i\}$  из  $L_\Lambda$  и множества  $\{\mathcal{G}\}$ , покрывающего множество  $L_\Lambda$ . Будем обозначать информационную модель или информационное описание объекта  $\Lambda$  через  $T(\Lambda)$ .

**Создание динамической информационной модели объекта или процесса** Поддержание, внесение информации в  $T(\Lambda)$  должно происходить на основе определенных алгоритмов. Обозначим через  $\{E_T\}$  множество таких алгоритмов.

### Распознавание, классификация образов.

По описанию  $\tilde{S}$  необходимо определить, к какому из классов понятий  $K_1, K_2, \dots, K_m$  относится наблюдение. Обозначим множество алгоритмов распознавания или классификации через  $\{e_\phi\}$ .

### Выделение характеристик объекта.

Множество характеристик объекта является некоторым подмножеством в  $\{U\}$  и соответствует некоторому набору классов понятий  $\{K\}$  и взаимосвязей между ними. Обозначим набор классов понятий, выражающий множество характеристик, через  $g'$ . Очевидно,  $g'$  представляет собой в данном случае один из уровней формализации и представления знаний о мире и объекте  $\Lambda$ . Алгоритм построения  $g'$  будем обозначать через  $e_{g'}$ .

### Создание теоретико-игровой модели объекта.

Модель конфликта вводится для некоторого класса объектов  $\{\Lambda\}$ , причем на этот класс должны быть наложены определенные условия. Введем три вида описаний для класса объектов  $\{\Lambda\}$ : дескриптивное, обозначим его через  $\Pi$ , конструктивное через  $\psi$  и нормативное через  $E$ . Алгоритмы построения описаний  $\Pi$ ,  $\psi$  и  $E$  обозначим соответственно через  $e_\Pi, e_\psi$  и  $e_E$ . В силу того, что алгоритмы  $e_\Pi, e_\psi$  и  $e_E$  могут быть эвристическими, целесообразно для изучения свойств игр, исчисления игр, машинной реализации и других вопросов ввести представление игры, связанное с пространствами игр. Такое представление игры будем называть нормативной формой игры и обозначим ее через  $\Xi$ . Алгоритм построения нормативной формы игры обозначим через  $e_\Xi$ .

### Введение принципа оптимальности. Задача анализа.

Принцип оптимальности записывается как некоторое условие  $\phi$ , накладываемое на  $\Pi$  и  $\psi$ . Задача анализа формулируется как задача поиска для  $\{\Lambda\}$ ,  $g'$ ,  $\Pi$  и  $\psi$  некоторой допустимой совокупности  $\{\phi\}$ .

### Реализуемость принципа оптимальности. Задача синтеза.

Допустимая совокупность  $\{\phi\}$  не всегда существует. Часто факт ее существования необходимо постулировать в виде аксиом, проверять их непротиворечивость, полноту, не пустоту того множества, которое они определяют. Задача синтеза записывается как задача построения  $\Pi$ ,  $\psi$ ,  $E$  и  $\Xi$  с определенными условиями, наложенными на  $\Lambda, \{U\}, g', \{\phi\}$ .

### Поиск оптимального решения. Задачи управления.

Поиск оптимального решения заключается в выражении  $\{\phi\}$  через компоненты  $\Lambda, \{U\}, g'$ . Задача управления формулируется как

1) задача синтеза с фиксацией компонент  $\Pi, \psi, E$  и  $\Xi$ ;

2) задача оптимального управления, когда на компоненты  $\{\phi\}$ , выраженные через  $\Pi, \psi, E$  и  $\Xi$ , наложены некоторые конструктивные условия  $e_\Pi, e_\psi, e_E$  и  $e_\Xi$ .

### Измерение характеристик объекта. Указание оптимального решения в терминах объекта или процесса.

Эта проблема формализуема, когда результаты задач управления и оптимального управления выражены через  $\{S\}, \{U\}, L_\Lambda$ .

### Анализ решений сложной задачи.

В рамках этой проблемы происходит внесение решения в условия задачи и переход к проблеме 1.

Пусть даны множество задач  $\{Z\}$ , множество информации  $\{x\} \subseteq I$ , множество алгоритмов  $\{W\}$ , множество предикатов  $\{P_r\}$ , множество объектов  $\{\Lambda\}$ . Рассматриваются следующие задачи в  $\{Z\}$ .

Задача  ${}^1Z$ : построить алгоритм  $W$ , который по информации  $I$  для объектов  $\{\Lambda\} = \Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_n$  вычисляет свойства, предикаты  $\{P_r\} = P_{r_1}, P_{r_2}, \dots, P_{r_l}$ . Задача  ${}^1Z$  в этом виде описана Ю.И. Журавлевым [8].

${}^1Z_1$  - задачи распознавания или классификаций и диагностики,

$$\{U\} = \bigcup_{i=1}^l K_i, \text{ где } K_i - \text{классы, возможно пересекающиеся, а } P_{r_j}(\Lambda) - " \Lambda \in K_j ".$$

Задача  ${}^1Z_1$  рассматривалась Ю.И. Журавлевым для стандартной информации  $I$  [8].

${}^1Z_2$  - задачи формирования понятий, классов, образов.

$\{\Lambda\} \cap \{U\} = \emptyset$ .  $\{U\}$  - множество понятий, образов.

$P_{r_j}(\Lambda) - " \Lambda \rightarrow U_j "$ ,  $1 \leq j \leq l$ .

${}^1Z_{2a}$  - задачи связывания понятий, как и  ${}^1Z_2$ .

${}^1Z_3$  - задачи дискретного прогнозирования.

В условиях  ${}^1Z_2$   $U_j = [a_j, b_j] \subset R^1$ ,  $\Lambda$  - объект,  $P_{r_j}$  - это характеристики,

$1 \leq j \leq l$ .  ${}^1Z_4$  - задачи прещессионного прогнозирования. В условиях  ${}^1Z_3$   $\Lambda$  - процесс,  $P_{r_j}$  - его характеристики.

${}^1Z_5 - {}^1Z_8$  - основные задачи теории игр.

${}^1Z_5$  - задачи формирования игр.  $\{\Gamma\} = \Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_l$  - классы игр.  $P_i(\Lambda_i)$  - " $\Lambda_i \rightarrow \Gamma_j$ ",  $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq l$ .

${}^1Z_6$  - задачи формирования принципов оптимальности.

$\{\varphi\} = \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_l$  принципы оптимальности

$P_{r_j}(\Gamma_i)$  - " $\Gamma_i \rightarrow \varphi_j$ ",  $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq l$ .

${}^1Z_7$  - задачи проверки реализуемости принципов оптимальности.

$\{S\} = s_1, s_2, \dots, s_n$  ситуации в игре  $\Gamma$ .

$P_{r_j}(\Gamma_i) = \varphi(s_i)$ ,  $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq l$ .

${}^1Z_8$  - задачи нахождения оптимального решения.

$P_{r_j}(s_i) = 1$ ,  $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq l$ .

${}^1Z_9$  - задачи дискретной оптимизации.  $K_j$  - ограничения в  $L$  на допустимое решение  $\kappa$ .

$P_{r_j}(\kappa)$  - " $\kappa \in K_j$ ",  $1 \leq j \leq l-1$ ,  $P_n(\kappa)$  - " $\kappa \in \text{extr } \varphi$ ".

${}^1Z_{10}$  - дискретной многокритериальной оптимизации.

$P_{r_j}(\kappa_i)$  - " $\kappa_i = \text{extr } \varphi_j$ ",  $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq l$ .

${}^1Z_{11}$  - задачи дискретного анализа.  $\{\chi\} = \chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n$  реализации в  $\Gamma$ , а  $\{\varphi\}$  - принцип оптимальности

$P_{r_j}(\chi_i)$  - " $\chi_i \in \varphi_j$ ",  $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq l$ .

${}^1Z_{12}$  - задачи дискретного анализа.  $\{\Lambda\}$  - компоненты,  $\{\Gamma\}$  синтезируемые системы (в том числе и игры).

$P_t(\Lambda_i)$  - " $\Lambda_i \rightarrow \Gamma_t$ ",  $1 \leq i \leq n, 1 \leq t \leq l$ .

Задачи  ${}^1Z_2 - {}^1Z_{12}$  в таком виде описаны впервые.

${}^1Z_{13}$  - дискретный аналог задачи принятия решений. Рассматривались Ю.И. Журавлевым [8].

Задача  ${}^2Z$  : построить алгоритм  $W$ , который по информации  $I$  среди объектов  $\{\Lambda\}$  указывает объект, обладающий свойствами  $P_r$ .

${}^2Z_1$  - задачи дискретной оптимизации с опытом (прямые)

$P_{r_j}(\kappa)$  - " $\kappa \in K_j$ ",  $1 \leq j \leq l-1$ ,  $P_r(\kappa)$  - " $\kappa = \text{extr } \varphi$ ".

${}^2Z_2$  - задачи дискретной многокритериальной оптимизации с опытом (прямые)  $P_{r_j}(\Lambda)$  - " $\Lambda = \text{extr } \varphi_j$ ",  $1 \leq j \leq l$ .

Задача  ${}^2Z$  в таком виде впервые описана.

Задача  ${}^3Z$  : построить алгоритм  $W$ , который по информации  $I$  для объекта  $\{\Lambda\}$  строит математическую модель  $\Gamma$  и указывает среди  $\{\Lambda\}$  объект, удовлетворяющий свойствам принципа оптимальности для построенной модели  $\Gamma$ .

${}^3Z_1$  - задачи теории игр.  $\{\Lambda\}$  - ситуации,  $\Gamma$  - игра.  $\{P_r\}$  - характеристики принципа оптимальности  $\varphi$ , причем  $\varphi$  может быть неизвестным.

${}^3Z_2$  - информационные задачи исследования операций, в том случае  $\varphi$  известен. Пусть  $\vartheta$  - критерий оценки качества решения задачи  ${}^iZ$  ( $1 \leq i \leq 3$ ).

**В главе 3** для выяснения взаимосвязи между принципами оптимальности  $\varphi(\chi)$  и  $\varphi(\tilde{\chi})$  зададим принцип оптимальности  $\xi = \varphi(\tilde{\chi})$  аксиоматически [177]. Игру  $\Gamma_{\tilde{\chi}}$  удобно рассматривать как некоторый класс игр вида  $\Gamma_{\chi}$ , т.е.  $\Gamma_{\tilde{\chi}} = \{\Gamma_{\chi}\}_{\chi \in \tilde{\chi}}$ . Под множеством принципа оптимальности в  $\Gamma_{\tilde{\chi}}$  будем понимать отображение  $\xi$ , ставящее в соответствие каждой игре  $\Gamma_{\chi}$  из  $\Gamma_{\tilde{\chi}}$  множество  $\xi\Gamma_{\chi} \subset S_J$  и удовлетворяющее следующим аксиомам. Обозначим через  $f_J(\chi)$  согласованное предложение согласованного семейства коалиционных стратегий  $f_{T_{\chi}}(\chi)$ .

1. Аксиома реализуемости. Существует ситуация

$$f_J(\chi) \subseteq \xi\Gamma_{\chi} \subset \prod_{\substack{k \in T_{\chi}(\chi) \\ f_{k \in S_k}}} S_J(f_k) \quad (3.5.37)$$

2. Аксиома доминирования. Для любой угрозы  $M$  из реализации  $\chi$  существует соответствующая ей контругроза  $N$ , принадлежащая реализации  $\chi$  игры  $\Gamma_{\chi}$ .

3. Аксиома устойчивости. В  $\xi\Gamma_{\chi}$  существует  $\varphi$  -устойчивая ситуация, где  $\varphi$  определено соотношениями (3.5.36).

Для доказательства реализуемости принципа оптимальности введем смешанное расширение игры  $\Gamma_{\tilde{\chi}}$ , потребуем при этом, чтобы комплекс остовов  $T_{\delta}, T_u, T_L, T_{\tilde{\chi}}$  были бы регулярными комплексами [177].

$$\begin{aligned} \Gamma_{\tilde{\chi}}^* = & \langle J, T_{\delta}, T_u, T_L, T_{\tilde{\chi}}, T_{\tilde{\chi}} \rangle, \\ \{T_s\}^s, \{S_k^*\}_{k \in \tilde{T}_{\tilde{\chi}}}, \tilde{T}_{\tilde{\chi}}, \\ \{H_k^*\}_{k \in \tilde{T}_{\tilde{\chi}}}, \tilde{\chi}^*, \{Y\}_{k \in \tilde{T}_{\tilde{\chi}}} & > \end{aligned} \quad (3.5.38)$$

где  $S_k^*$  - семейство вероятностных мер на  $S_k$ ,

$$H_k^*(\mu_J) = \sum_{f_J \in S_J} H_k(f_J) \mu(f_J),$$

$f_J$  - марковское продолжение согласованного семейства вероятностных мер вида  $\mu_{T_{\tilde{\chi}}}$ ,  $\tilde{\chi}^*$  - множество смешанных реализаций  $\chi^* \in \tilde{\chi}^*$ .

**Теорема 3.5.6.** В смешанном расширении  $\Gamma_{\tilde{\chi}}^*$  существует  $\varphi^*(\tilde{\chi})$  - устойчивая ситуация тогда и только тогда, когда отображение  $\xi$  удовлетворяет аксиомам 1-3.

**Доказательство.** Необходимость. Пусть ситуация  $\mu_J$  -  $\varphi^*(\tilde{\chi})$  устойчивая. Докажем, что в этом случае выполнены аксиомы 1-3.

Пусть  $|\tilde{\chi}|$  - число реализаций игры во множестве  $\tilde{\chi}$ . Очевидно, из того, что ситуация  $\mu_J$  -  $\varphi^*(\tilde{\chi})$  - устойчивая, следует, что она также  $\varphi^*(\chi_1), \varphi^*(\chi_2), \dots, \varphi^*(\chi_{|\tilde{\chi}|})$  устойчивая. Действительно, если это не так и  $\chi_r$  одно из реализаций, то положим  $\tilde{\chi} = \chi_r$ . Получим, что

$$\varphi^*(\tilde{\chi}) = \varphi^*(\chi_r).$$

Покажем, что аксиомы 1-3 выполнены. Действительно, не пустота множества  $\xi \Gamma_{\chi}$ , определяемая аксиомами 1 и 2, означает существование реализации  $\chi$ , а справедливость аксиомы 3 следует из того, что ситуация  $\varphi^*(\tilde{\chi})$  - устойчивая; кроме того, и  $\varphi^*(\chi_r)$  - устойчивая,  $1 \leq r \leq |\tilde{\chi}|$ . Тем самым необходимость доказана.

Достаточность. Из справедливости аксиом 1-3 следует, что ситуация  $\mu_J(\tilde{\chi})$  -  $\varphi^*(\tilde{\chi})$  - устойчивая. Доказательство достаточности проводим от противного. Это означает, что существует  $\langle \tilde{k}, k \rangle \in \tilde{T}_{\tilde{\chi}}(\tilde{\chi}) \times \Gamma_{\tilde{\chi}}(\tilde{\chi})$ , а по системе аксиом 1-3 существует  $\hat{\chi} \leq \tilde{\chi}$ , что  $\langle \tilde{k}, k \rangle \in \tilde{T}_{\tilde{\chi}}(\hat{\chi}) \times \Gamma_{\tilde{\chi}}(\hat{\chi})$ , причем

смешанная ситуация  $\mu_J(\tilde{\chi})$  не приемлема для коалиции  $\tilde{k}$  относительно коалиции  $k$ , т.е.  $\mu_J(\tilde{\chi})$  не является  $\varphi^*(\tilde{\chi})$  - устойчивой ситуацией, что противоречит аксиоме 3. Тем самым достаточность, а значит, и теорема 3.5.6 доказаны.

Обозначим через

$$\Gamma_h = \langle \{\Gamma_h\}, \{e_h\}, H \rangle \quad (3.5.39)$$

антагонистическую игру  $\Gamma_h$  с Природой, в которой игрок I имеет стратегиями множество  $\{F_h\}$ , а игрок II - стратегии  $\{e_h\}$ . Как и ранее,  $c = (F_h, e_h)$  и  $H$  - функция выигрыша, определенная на множестве ситуаций  $c \in C$  и принимающая вещественные значения. В терминологии общей схемы это означает, что игрок I предлагает описание П, а игрок II - алгоритмы  $e_{\psi}$ . Процесс решения задачи анализа и первой основной задачи теории игр описывается антагонистической игрой с Природой, в которой стратегии Природы - это всевозможные игры (их описания), а стратегии ЛПП - всевозможные принципы оптимальности.

Пусть  $\{\Gamma\}$  - множество игр, являющихся формальными моделями реальных конфликтов и представляющих собой различные формы описания внешнего мира. Если  $\{\Gamma\}$  образуется на основе накопленной информации с использованием общей схемы, то разумно принять, что  $g' = \Gamma$  и  $g'$  является допустимой стратегией Природы, которая позволяет получить именно это описание и представление. Далее, для игры  $\Gamma$  задача анализа и первая основная задача теории игр являются задачами классификации, которые относят каждой из игр или классу игр  $\{\Gamma\}$  принципы оптимальности  $\{\varphi\}$ . Поэтому математической моделью задачи классификации описаний  $\{g' = \Gamma\}$  во множестве принципов оптимальности  $\{\varphi\}$  по лемме 3.5.5 является антагонистическая игра  $\Gamma_{A_I}$  с Природой, имеющая следующий вид:

$$\Gamma_{A_I} = \langle \{\Gamma\}, \{\varphi\}, H_{A_I} \rangle,$$

где функционал  $H_{A_I} : \{\Gamma, \varphi\} \rightarrow R^1$  представляет собой степень или успешность решения задачи анализа или первой основной задачи теории игр.

Алгоритмы решения третьей основной задачи теории игр для  $\Gamma_{\chi}$  содержатся в  $\{D\}$  и являются алгоритмом классификации.

### Выводы.

#### Полученные результаты.

1. Предложен новый подход к построению теории ИРС, содержащий в виде компонентов понятия, методы и средства решения основных задач. Сформулированы, исследованы и решены основные задачи, поставленные

для метамодели АИС в виде общей схемы, задач анализа, синтеза и управления. Решены задачи распознавания с нестандартно и противоречиво заданной информацией.

2. Построен эффективный метод, позволяющий находить алгоритм – корректор для задач распознавания, содержащийся в функциональном расширении множества алгоритмов и указывающий для оптимального алгоритма распознавания структуру, состав и содержание распознаваемой информации.

3. Для представления обрабатываемой информации введен математический объект, названный допустимым понятием, связываемым в дереве понятий с описанием в виде вектора, компоненты которого суть элементы или подмножества метрических или полуметрических пространств. Вводятся различия между понятиями по их описаниям: к множеству понятий одного уровня отнесены понятия, описания которых совпадают как по числу компонентов, так и по метрическому или полуметрическому пространствам, которым принадлежат их компоненты.

4. Построена система операций, формирующая классы моделей эвристических алгоритмов направленного перехода от одного понятия к другому, находящихся на разных уровнях. Показано как укладываются в дереве понятий методы представления информации, заданные в виде моделей данных: сетевых и иерархических структур, семантических деревьев, сетей, матриц, фреймов, реляционных моделей и ряда других. На основе анализа реальных задач, возникающих в ИРС, выделены и формализованы в математической теории ИРС основные проблемы, задачи и очерчены проблемная область, имеющая довольно сложную внутреннюю структуру.

5. Вводятся и эффективно решаются задачи анализа, синтеза и управления, математическая форма которых и их расширения исчерпывают все множество задач, возникающих на дереве понятий. Этот актуальный для любой теории вопрос решается таким образом: ведены различные понятия устойчивости (абсолютной, относительной и других) как методов, задач, так и всей математической теории ИРС в целом.

6. Построены эффективные процедуры и алгоритмы, решающие задачи стабилизации: построения по неустойчивому методу устойчивого метода с заданными параметрами, устойчивой в целом математической теории ИРС.

### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Результаты данной работы могут быть использованы специалистами по теории и практике информационно-распознающих систем и базы данных. Численные алгоритмы для сформулированных задач доведены до стадии, когда можно непосредственно программировать на подходящем языке программирования. Диссертант так и сделал. Одна из задач распознавания диссертантом запрограммирована на языке фортран- IV и внедрена в городской противотуберкулезной больнице г. Бишкека. Для новых задач

можно использовать основную идею данной работы и полученные в ней формулы. Работа может быть использована в спецкурсах, дипломных работах физико-математических факультетов и научной работе студентов и преподавателей ВУЗов.

### СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Кондратьев А.И., Эшенкулов П. Разработка и использование информационно-распознающих алгоритмов. Фрунзе: Илим, 1985. 149с.
2. Кондратьев А.И., Эшенкулов П. Классификация информационных систем. Изв. АН Киргизской ССР, 1985., №2. - С.18-23.
3. Кондратьев А.И., Эшенкулов П. Теория информационных систем.. Изв. АН Киргизской ССР, 1984., №6.- С. 11-15.
4. Кондратьев А.И., Эшенкулов П. Алгоритм упорядочения n заданий при обработке на m устройствах. В кн. Синтез и применение алгоритмов обработки информации и управления при различных типах неопределенности. Фрунзе: Илим, 1983. –С.107-110.
5. Кондратьев А.И., Савин С.З., Эшенкулов П. Распознавание образов методом вычисления оценок. Человеческий фактор в современном автоматизированном производстве., Тезисы докладов. 19-20 июня 1987г., – Хабаровск, 1987.
6. Эшенкулов П. Оценка методом прогнозирования. Вопросы исследования рынка предметов потребления и конъюнктуры торговли. Киргизский филиал ВНИИКС, Фрунзе, 1983. –С.99-102.
7. Эшенкулов П., Аманов С.А., Коларж В.В. Исследование суточного хода диапазона замираний УКВ на открытых сухопутных горных и озерных трассах. Труды фрунзенского политехнического института (аспирантов и соискателей), Фрунзе, 1971. Вып. 52. С. 93-96.
8. Аманов С.А., Коларж В.В., Эшенкулов П., Кадыров И. Интегральные функции распределения глубины замираний сигнала УКВ на горных и водных трассах радиорелейной линии связи. Труды фрунзенского политехнического института (аспирантов и соискателей), Фрунзе, 1971., Вып. 52. С. 97-102.
9. Аманов С.А., Эшенкулов П., Коларж В.В., Кадыров И., Раимкулова К. Статистические характеристики распределения сигнала УКВ на закрытых горных трассах. Труды фрунзенского политехнического института (аспирантов и соискателей), Фрунзе, 1971. Вып. 52 . С.103-107.
10. Кондратьев А.И., Эшенкулов П. Модели информации в информационно-распознающих системах. В кн. Автоматизация и моделирование технологических процессов оросительной системы. АН Киргизской ССР, Институт автоматики. Фрунзе: Илим, 1983. С.96-98.



**информационного и дискретного контуров, структура распознающего алгоритма, постановка и алгоритм задачи анализа.**

**Объект исследования:** понятия, методы и средства, составляющих теорию ИРС, ее связи с разделами дискретной математики. **Цель работы:** Описание нового подхода к построению теории ИРС, содержащей в виде компонентов основного понятия, методы и средства решения задач распознавания. **Методы исследования:** Исследование и формулировка модели алгоритмов эффективного решения произвольной проблемы и задачи в ИРС. **Аппаратура:** ПЭВМ Pentium IV.

**Результаты:** - сформулированы, исследованы и решены основные задачи, поставленные для метамодели АИС в виде общей схемы, задач анализа, синтеза и управления;

- решены задачи распознавания с нестандартно и противоречиво заданной информацией;

- построен эффективный метод, позволяющий находить алгоритм-корректор для задач распознавания, содержащийся в функциональном расширении множества алгоритмов;

- построена система операций, формирующая классы моделей эвристических алгоритмов направленного перехода от одного понятия к другому, находящихся на разных уровнях.

**Новизна:** Полученные результаты являются новыми, представляют собой дальнейшее развитие метода классификации и распознавания образов.

**Рекомендации по использованию:** Результаты данной работы могут быть использованы специалистами и практиками по классификации болезней в медицинских учреждениях и объектов на предприятиях.

## THE RESUME

Eshenkulov Payaz

### Research of structure of the data and models of the information-recognizing systems

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of physical and mathematical sciences is on a speciality 05.13.18 of "Mathematical modeling, numerical methods and complexes of programs".

Key words: **information-recognizing system (IRS), supervision over object, planning of experiment, formation of concepts and images, creation of information model of object or process, classification of images, creation of mathematical model of object, a principle of an optimality, search of the optimum decision, management problem, planning of supervision over object, synthesis of structure of information and discrete contours, structure of recognizing algorithm, statement and algorithm of a analysis problem.**

**Object of research:** concepts, methods and means that are components of IRS, its connection with the sections of discrete mathematics

**The purpose of work:** Description of new approach to construction of IRS theory containing such components as basic concept, methods and means of the decision of recognition problems.

**Methods of research:** Research and formulation of the model of algorithms of the effective decision of any problem and a problem in IRS.

**The equipment:** PC Pentium IV.

**Results:** - the primary goals put for AIS metamodel in the form of general circuit, problems of analysis, synthesis and management are formulated, investigated and solved;

- Problems of recognition with non-standard and contradictory set information are solved;

- The effective method is constructed. It allows finding the algorithm-proof-reader for recognition problem and it is contained in the functional expansion of set of algorithms;

- The system of the operations forming classes of models of heuristic algorithms of directed transition from one concept to another, taking place on different levels is constructed.

**Novelty:** the Received results are new, represent **the further development of** method of classification and recognition of images.

**Recommendations on use:** Results of the given work can be used by epy experts and practitioners on classification of illnesses in medical institutions and objects at the enterprises.

---

Эшенкулов Паяз

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ДАННЫХ И  
МОДЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННО-РАСПОЗНАЮЩИХ СИСТЕМ

Автореферат диссертации

---

Подписано к печати 05.04.2008г. Формат бумаги 60x84  $\frac{1}{4}$ .

Бумага офс. Печать офс. Объем 1,0 п.л. Тираж 100 экз. Заказ ...

---

Отпечатано в типографии ЧП «Сарыбаев Т.Т.»  
720026, Бишкек, ул. Раззакова, 49  
тел.: 62-67-76, E-mail: talant\_s@mail.ru