

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ГЛАВНЫЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
ПЕДАГОГОВ И РУКОВОДИТЕЛЕЙ**

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ МИРЗО  
УЛУГБЕКА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

**по модулю**

**“СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ГЕОФИЗИКЕ”**

**Тошкент – 2016**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ГЛАВНЫЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
ПЕДАГОГОВ И РУКОВОДИТЕЛЕЙ**

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ МИРЗО  
УЛУГБЕКА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
по модулю  
“СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ГЕОФИЗИКЕ”**

**Автор: к.т.н., доц. Мирахмедов Т.Д.**

**Тошкент - 2016**

## СОДЕРЖАНИЕ

I. Рабочая программа ..	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
II. Интерактивные методы обучения, используемые в модуле .....	8
III. Материалы теоретических занятий	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
IV. Материалы практических занятий	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
V. Банк кейсов .....	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
VI. Темы для самостоятельного обучения .....	57
VII. Глоссарий .....	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
VIII. Список литературы .....	77

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

## ВВЕДЕНИЕ

Анализ системный - метод общей теории систем, который в последнее время с успехом применяется во многих отраслях знания. Системный метод исследования не тождествен ни теоретическому, ни эмпирическому методам и может применяться как в той, так и в другой области. Анализ системный может быть подразделен на системно-структурный, системно-функциональный и системно-исторический анализы, освещающие три взаимосвязанных аспекта систем. Системно-исторический анализ на базе достижений системно-структурных и системно-функциональных исследований должен стать одним из основных научных методов геологии.

Системный анализ возник в эпоху разработки компьютерной техники. Успех его применения при решении сложных задач во многом определяется современными возможностями информационных технологий.

### **Цель и задачи модуля**

**Цель** преподавания модуля – слушатели при постановке геолого-геофизических задачи и анализе результатов использования и применения методов системного анализа, математических методов и ГИС технологии.

**Задачи** - при решении и анализе результатов геолого-геофизических задач использовать методов системного анализа, математические методы и модели и ГИС технологий.

### **Требования, предъявляемые к знаниям, умениям и навыкам по модулю**

Слушатель, в пределах задач модуля должен:

#### ***знать и уметь:***

- включение и выключение компьютера; работать дисками, файлами и папками; точное представление о решаемых задач на ЭВМ, подготовка информации и ввод информации в компьютер.

#### ***иметь представление:***

- общее представление о математических обеспечениях компьютеров, обработка геологических и геофизических информации, работа в компьютерных сетях;

#### ***владеть навыками:***

- накопление и обобщение геолого-геофизических информации, формат данных, ввод данных в компьютер и запись их в диски, постановка задачи и обработка информации в компьютерных программах.

### **Рекомендации по проведению модуля**

Модуль состоит из лекции и практических занятий;

При процессе проведения учёбы используется:  
презентация;  
компьютерные программы и системы;  
программы обработки информации;  
компьютерные сети и система интернет.

#### **Взаимосвязь учебного модуля с другими модулями**

Данный модуль тесно связано с модулями и предметами информационной технологии, геологии, гидрогеологии, инженерной геологии, петрографии и минералогии, геофизике, информационными системами и ГИС технологий.

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ**

### **МОДУЛЯ “СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ГЕОФИЗИКЕ”**

№	Темы модуля	Учебная нагрузка, часы				
		всего	Аудиторные часы		Самостоятельная подготовка	
			всего	Теоретические занятия		Практические занятия
1	Система и её определения. Анализ данных.	2	2	2		-
3	Определение возможности решения задач с применением системного подхода	2	2		2	
2	Системный анализ в геологии и геофизике	4	4	2		2
4	Геологические и геофизические задачи решаемые с применением системного анализа	2	2		2	
	всего: 10 соат	10	10	4	4	2

### **Лекция - 1: Система и её определения. Анализ данных.**

Система представляет собой совокупность взаимодействующих или взаимозависимых составных частей образуя сложное целое. Системный — метод общей теории систем, который в последнее время с успехом применяется во многих отраслях знания. Специфика А. с. заключается в исследовании объектов именно в тех аспектах, в которых они представляют собой системы. Системный метод исследования не тождествен ни теоретическому, ни эмпирическому методам и может применяться как в той, так и в другой области. В соответствии с предложенными Р. Жераром характеристиками систем А. с. может быть подразделен на системно-структурный, системно-функциональный и системно-исторический анализы, освещающие три взаимосвязанных аспекта систем. Центральным понятием А. с. является понятие структурной сложности. Системно-исторический анализ на базе достижений системно-структурных и системно-функциональных исследований должен стать одним из основных научных методов геологии.

Системный анализ возник в эпоху разработки компьютерной техники. Успех его применения при решении сложных задач во многом определяется современными возможностями информационных технологий.

### **Лекция-2: Системный анализ в геологии и геофизике**

Системный анализ при решении задач, современный этап развития разведочной геофизики, кластерный анализ, выделение объектов (системный подход), алгоритм нелокального выделения объектов, алгоритмические аспекты системного подхода, системный подход и геологические задачи, база

данных(АИС) в геологии и геофизике; ГИС – технология.

### **Практическая занятия - 1.**

#### **Определение возможности решения задач с применением системного подхода**

Постановка геолого - геофизических задач решаемые с применением системного подхода, анализ задачи и методов, методов обработки информации статистическими методами, изучение методов моделирования процессов, понятия о банках данных, приём передача информации в компьютерных сетях.

### **Практическая занятия -2**

#### **Геологические и геофизические задачи решаемые с применением системного анализа**

Системный анализ при решении геологических задач, современный этап развития разведочной геофизики с применением цифровой регистрирующей аппаратуры и мощных ЭВМ, кластерный анализ и решения задачи, выделение объектов (системный подход), алгоритм нелокального выделения объектов, алгоритмические аспекты системного подхода, системный подход и геологические задачи, база данных(АИС) в геологии и геофизике; ГИС – технология; повышение геологической эффективности геофизических исследований на ЭВМ.

## **УСЛОВИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ**

Предусмотрены следующие формы работы:

– мини-лекции и беседы (формируют умение концентрировать внимание, воспринимать информацию, развивают познавательный интерес);

- дидактические и ролевые игры, круглые столы (развивают умение действовать в соответствии с предложенными правилами, учат сотрудничеству, умению слушать и слышать, делать логические выводы);
- дискуссии и диспуты (развивают умение приводить аргументы и доказательства, умение слушать и слышать);
- элементы тренинга (развивают позитивное отношение, эмоциональную отзывчивость).

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ**

Согласно «Требованиям к проведению аттестации и оценивания слушателей курсов повышения квалификации педагогических кадров и руководителей высших учебных заведений» (протокол заседания №2 от 3 ноября 2015 года Межвузовской комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан) оценивание проводится в виде ассисмента по модулю.

<b>№</b>	<b>Критерии оценки</b>	<b>Максимальный балл</b>	<b>Примечание</b>
1	Контроль по учебному модулю «Системный анализ в геофизике »	2,5	Проект – 1,5 балл Тест – 0,5 балл Самоотоятельная работа – 1,0 балла



## II. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МОДУЛЕ

### КЕЙС-СТАДИ

«Кейс-стади» (Case-study) – это система обучения, основывающаяся на анализе, решении и обсуждении реальных и смоделированных (вымышленных) ситуаций. Метод «кейс-стади» интегрирует в себе технологии развивающего обучения, включая процедуры индивидуального, группового и коллективного развития, и формирования различных личностных качеств обучаемых.

Под методом «кейс-стади» понимается активный метод обучения, основанный на организации преподавателем в группе обучающихся обсуждения задания, представляющего собой описание конкретной ситуации с явной или скрытой проблемой.

Кейс-стади (от англ. слова *case* – реальная ситуация) – метод конкретных реальных ситуаций.

Сущность кейс-стади – изучение общих закономерностей на примере анализа конкретных случаев.

Что такое кейс? Кейс – это жизненная история, включающая в себя необходимую информацию: для принятия решения, для разрешения конфликта или проблемы, которая может быть предложена для обсуждения в группе и выявления позиций слушателей по существу вопроса.

Особое место в организации обсуждения и анализа кейса принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма». В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности участников.

### Критерии оценки кейсов:

грамотное решение проблемы;	новизна и неординарность решения проблемы;	краткость и четкость изложения теоретической части;	качество оформления решения проблемы;	этика ведения обсуждения (дискуссии).
-----------------------------	--	---	---------------------------------------	---------------------------------------

## Пример занятия по методу «Кейс-стади»



### Этап I. Погружение в проблему:

- Приветствие. Визуализация.
- Актуализация проблемы.
- Круг вопросов для обсуждения.
- Презентация системы работы.
- Выводы.

### Этап II. Осмысление содержания:

- Презентация новой информации.

### Этап III. Разработка кейса:

- Презентация промежуточной информации.
- Промежуточные выводы.
- Представление окончательной информации и выводов.

## АССЕССМЕНТ

Ассесмент – процедура оценки деловых качеств, знаний, умений и навыков, объединенных понятием «компетенция». Ассесмент включает в себя различные методы оценки (деловые игры, тесты, интервью, опросы), позволяющие определить уровень компетенций в каком-либо вопросе.

### Ассесмент состоит из четырех этапов:

- Деловая игра.
- Интервью.
- Согласование оценок.
- Обратная связь.

Деловая игра (business game) – совокупность всех заданий, которые моделируют рабочие ситуации, как правило, объединенные одним сюжетом. Деловые игры могут проводиться в нескольких основных форматах:

- Дискуссия в группе (с распределением ролей или без их распределения);
- Ролевые игры в парах (беседы, переговоры и т.п.);
- Аналитические презентации в индивидуальном исполнении;
- Инбаскет (in-basket – планирование времени и ресурсов, анализ документации).

Интервью (interview) – беседа эксперта с участником о его работе и трудовой биографии.

Согласование оценок (assess agreement) – процедура выставления интегральной оценки участнику по компетенциям, в ходе которой эксперты излагают его поведение и оценки в деловой игре и интервью и вырабатывают общее виденье.

Обратная связь (feedback) – донесение в устной и письменной форме до участника и его руководителей результатов прохождения участником ассессмента, с выделением его сильных и слабых сторон, рекомендаций по развитию.

В ходе проведения ассессмента оцениваются основные групповые и индивидуальные компетенции (или навыки):

- понимание стратегии;
- прогнозирование будущего;
- ориентация на коллегу;
- мышление (аналитическое, системное) и принятие решений;
- ориентация на результат (постановка целей, инициативность, мотивация достижения, стрессоустойчивость);
- открытость новому (гибкость мышления, адаптивность к обстоятельствам, стремление к саморазвитию, творческое мышление);
- планирование (управление временем, планирование работ, управление ресурсами, самоорганизация, управление проектом);
- управление исполнением (постановка задач, делегирование, контроль исполнения);
- лидерство в команде (ситуативное, эмоциональное);
- влияние (навыки убеждения, переговоров);
- коммуникативная компетентность;
- наставничество;
- работа в команде (способность к кооперации, формирование команды, взаимодействие и работа в команде).

## ЛЕКЦИЯ - 1: СИСТЕМА И ЕЁ ОПРЕДЕЛЕНИЯ. АНАЛИЗ ДАННЫХ.

### ПЛАН:

- 1.1. Понятие системы
- 1.2. Понятие системного анализа
- 1.3. Анализ данных

**Ключевые слова:** *система, системный анализ, системный подход, кластерный анализ, модуль, алгоритмы, математическая модель, информационно-коммуникационная технология, компьютер, банк данных, статистические методы, ГИС технология, компьютерные сети, геофизика, геология, информационные системы.*

#### 1.1. Понятие системы

Анализ системный — метод общей теории систем, который в последнее время с успехом применяется во многих отраслях знания. Специфика А. с. заключается в исследовании объектов именно в тех аспектах, в которых они представляют собой системы. Системный метод исследования не тождествен ни теоретическому, ни эмпирическому методам и может применяться как в той, так и в другой области. В соответствии с предложенными Р. Жераром характеристиками систем А. с. может быть подразделен на системно-структурный, системно-функциональный и системно-исторический анализы, освещающие три взаимосвязанных аспекта систем. Центральным понятием А. с. является понятие структурной сложности. Системно-исторический анализ на базе достижений системно-структурных и системно-функциональных исследований должен стать одним из основных научных методов геологии.

Имеется разные определения системного анализа:

- Анализ системный — англ. analysis, system; нем. Systemanalyse. Совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам обществ;
- Анализ Системный — метод исследования, при котором взаимодействие разных объектов представляется в виде системы, т.е. четкой субординированной последовательности действий;
- Анализ Системный — подход к изучению объектов и явлений, выражаемый в их рассмотрении как развивающихся систем с выделением

структуры системы и законов преобразования и развития системы в целом;

- Анализ системный — комплексное исследование сложных объектов, основанное на применении принципов, разработанных в рамках теории систем. Системный анализ это методология решения сложных задач и проблем, приложения системных концепций к функциям управления;
- Анализ Системный — Совокупность методов и средств, позволяющих исследовать свойства и структуру объекта в целом, представив его в качестве системы, подготовить и обосновать управленческие решения;

Системный анализ возник в эпоху разработки компьютерной техники. Успех его применения при решении сложных задач во многом определяется современными возможностями информационных технологий. Н.Н.Моисеев приводит, по его выражению, довольно узкое определение системного анализа: «Системный анализ — это совокупность методов, основанных на использовании ЭВМ и ориентированных на исследование сложных систем — технических, экономических, экологических и т.д. Результатом системных исследований является, как правило, выбор вполне определенной альтернативы: плана развития региона, параметров конструкции и т. д. Поэтому истоки системного анализа, его методические концепции лежат в тех дисциплинах, которые занимаются проблемами принятия решений: исследование операций и общая теория управления».

Ценность системного подхода состоит в том, что рассмотрение категорий системного анализа создает основу для логического и последовательного подхода к проблеме принятия решений. Эффективность решения проблем с помощью системного анализа определяется структурой решаемых проблем.

Согласно классификации, все проблемы подразделяются на три класса:

- хорошо структурированные (*well-structured*), или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены очень хорошо;
- слабо структурированные (*ill-structured*), или смешанные проблемы, которые содержат как качественные элементы, так и малоизвестные, неопределенные стороны, которые имеют тенденцию доминировать;
- неструктурированные (*unstructured*), или качественно выраженные проблемы, содержащие лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны.

Для решения хорошо структурированных количественно выражаемых проблем используется известная методология исследования операций, которая состоит в построении адекватной математической модели (например, задачи линейного, нелинейного, динамического программирования, задачи теории массового обслуживания, теории игр и др.) и применении методов для отыскания оптимальной стратегии управления целенаправленными действиями.

## **1.2. Понятие системного анализа**

Системный анализ предоставляет к использованию в различных науках, системах следующие системные методы и процедуры:

- абстрагирование и конкретизация
  - анализ и синтез, индукция и дедукция
  - формализация и конкретизация
  - композиция и декомпозиция
  - линеаризация и выделение нелинейных составляющих
  - структурирование и реструктурирование
  - макетирование
  - реинжиниринг
  - алгоритмизация
  - моделирование и эксперимент
  - программное управление и регулирование
  - распознавание и идентификация
  - кластеризация и классификация
  - экспертное оценивание и тестирование
  - верификация
- и другие методы и процедуры.

Для решения слабо структурированных проблем используется методология системного анализа, системы поддержки принятия решений. Рассмотрим технологию применения системного анализа к решению сложных задач.

Процедура принятия решений включает следующие основные этапы:

- формулировка проблемной ситуации;
- определение целей;
- определение критериев достижения целей;
- построение моделей для обоснования решений;
- поиск оптимального (допустимого) варианта решения;
- согласование решения;
- подготовка решения к реализации;
- утверждение решения;
- управление ходом реализации решения;
- проверка эффективности решения.

Для многофакторного анализа, алгоритм можно описать и точнее:

- описание условий (факторов) существования проблем, И, ИЛИ и НЕ связывание между условиями;
- отрицание условий, нахождение любых технически возможных путей.

Для решения нужен хотя бы один единственный путь. Все И меняются на ИЛИ, ИЛИ меняются на И, а НЕ меняются на подтверждение, подтверждение меняется на НЕ-связывание;

- рекурсивный анализ вытекающих проблем из найденных путей, то есть п. 1 и п. 2 заново для каждой подпроблемы;
- оценка всех найденных путей решений по критериям исходящих подпроблем, сведенным к материальной или иной общей стоимости.

Анализ данных:

- Рассчитывать и грамотно интерпретировать статистические показатели и графики;
- Проверять гипотезы с помощью доказательных методов и визуализировать результаты анализа;
- Моделировать и прогнозировать исследуемые показатели в зависимости от различных факторов;
- Обрабатывать результаты анкетирования.

Методика и алгоритмы анализа данных с применением методов математической статистики(пример):

### **1.3.Анализ данных**

#### **Азы аналитики. Подготовка данных для анализа**

- Классификация «Цель анализа – Метод анализа»
  - Типы исходных данных (шкалы)
  - Основные статистические показатели и графики, применяемые для описания исходных данных различных типов:
    - среднее и доля
    - медиана и квартили
    - стандартное отклонение и дисперсия
    - стандартная ошибка
    - доверительные интервалы
    - столбиковая и круговая диаграмма (bar chart, pie chart)
    - гистограмма (histogram)
    - ящичная диаграмма (boxplot)
    - диаграмма рассеяния (scatter plot)
  - Алгоритм описательного анализа в зависимости от типа шкалы
  - Определение размера выборки для описательного анализа данных в различных шкалах

#### **Анализ влияния факторов на основе методов проверки гипотез (для независимых выборок)**

- Основные понятия проверки гипотез:
  - нулевая и альтернативная гипотезы, их формулировка на основе реальных задач исследования
  - статистическая значимость
  - независимые и зависимые выборки
- Критерии проверки гипотез для независимых выборок:
  - Т-критерий Стьюдента
  - U-критерий Манна-Уитни
  - однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA)
  - H-критерий Краскела-Уоллеса
  - критерий Хи-квадрат Пирсона
- Корреляционный анализ: коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена



- Алгоритм выбора критерия проверки гипотезы для независимых выборок

### **Анализ влияния факторов на основе методов проверки гипотез (для зависимых выборок)**

- Критерии проверки гипотез для зависимых выборок:
  - парный Т-критерий Стьюдента
  - парный критерий Уилкоксона
  - критерии Фридмана
  - критерий Мак-Немара
  - критерий Кохрана
- Оценка согласованности мнений экспертов на основе коэффициента конкордации Кендалла

### **Моделирование влияния факторов**

- Метод регрессионного анализа для учета (моделирования) одновременного влияния различных факторов на количественный отклик:
  - требования к виду и количеству исходных данных
  - необходимые и достаточные теоретические основы, идеи и принципы, плюсы и минусы подхода
  - требования к факторам, которые планируется учитывать в анализе
  - особенности моделирования при недостатке информации о факторах. Техника dummy-переменных
  - пошаговый алгоритм регрессионного анализа
  - способ проверки адекватности модели (анализ отклонений «факт-модель»)
  - интерпретация результатов: как влияют факторы на отклик, ранжирование по силе влияния
- Деревья классификации для учета (моделирования) одновременного влияния различных факторов на неколичественный отклик:
  - требования к виду и количеству исходных данных
  - необходимые и достаточные теоретические основы, идеи и принципы, плюсы и минусы подхода
  - способ проверки адекватности модели
- определение условий достижения желаемого результата по построенному дереву

В книге Любушин А.А. Анализ данных систем геофизического и экологического мониторинга на основании многолетнего опыта работы автора приведены результаты совместного анализа временных рядов деформаций и наклонов земной коры, электротеллурических наблюдений, вариаций уровней подземных вод, атмосферного давления и скорости ветра, последовательностей сейсмических событий, уровня морей, расходов воды в реках, древесных колец роста, реконструкций температур по данным анализа

ледовых кернов. Автором разработаны оригинальные методы совместного анализа данных, полученных в результате исследования различных природных процессов. Разработанные методы применяются для решения широкого круга задач: от поиска новых предвестников сильных землетрясений до идентификации скрытых периодичностей вариаций климата. Для специалистов в области геофизики и экологического мониторинга, а также для студентов, обучающихся по соответствующим специальностям.

*В самом широком смысле, система просто набор компонентов, которые взаимодействуют для достижения какой-то цели. Они все вокруг нас. Например, человеческое тело представляет собой биологическую систему. Мы испытываем физические ощущения при помощи сложной нервной системы, набор частей, в том числе головного мозга, спинного мозга, нервов, а также специальные чувствительные клетки под нашей кожей, которые работают вместе, чтобы заставить нас чувствовать себя горячий, холодный, зуд, и так далее. Язык является еще одним примером системы. Каждый язык имеет свой набор алфавитов, лексики и грамматических правил. Сочетание всех этих позволяют одному человеку, чтобы передать мысли другим лицам. Организация также может рассматриваться как система, в которой все сотрудники взаимодействуют друг с другом, а также с работодателем, чтобы сделать организацию функциональный блок. Организация также взаимодействует со своими клиентами, чтобы сделать полный бизнес-системы. В современном мире большинство исследования людей. Чтобы сделать это возможным, существуют системы образования. Каждая система образования содержит учебные заведения, как подготовительных школ, средних и средних школ и колледжей. Он также содержит руководящие органы, люди (преподаватели и студенты), а также некоторые коммерческие структуры, которые отвечают другим потребностям, как канцелярские товары, транспорт, мебель и т.д. В нашей повседневной жизни, мы видим много бизнес-систем. Эти предприятия имеют различные цели, которые варьируются от производства ноутбук к производству самолетов. Эти системы имеют свои информационные потребности. Это может быть для поддержания записи для работника для их расчетов заработной платы, отслеживание их статуса отпуска, сохраняя расходы компании, запросы от клиентов в случае бизнеса предоставляют некоторые услуги, или для отслеживания для некоторой конкретной функции. Таким образом, сохранение данных является важной и необходимой активности в любом бизнесе. Общие данные, хранящиеся является то, что известно как информационная система. Информационная система является средством, с помощью которого поток данных от одного человека или отдела в другой и может включать в себя все от межфиссных почты и телефонной связи с компьютерной системой, которая генерирует периодические отчеты для различных пользователей. Информационные системы служат все системы бизнеса, связывая различные компоненты таким образом, чтобы они эффективно работать в направлении той же цели. Системные понятия*

Термин «система» происходит от греческого слова SYSTEMA. Это означает организованную взаимосвязь между функционирующими подразделениями или компонентами. Мы можем определить систему как совокупность ресурсов или функциональных подразделений, работающих вместе для выполнения той или иной задачи. Термин "совместная работа" в определении системы очень важен, так как все компоненты взаимосвязаны и взаимозависимы и не могут существовать независимо друг от друга. Как сказано в определении, эти компоненты взаимодействуют друг с другом, чтобы выполнить поставленную задачу, которая на самом деле цель системы. Компоненты, составляющие систему, могут быть различные входные данные, необходимые системой, результаты или выходные сигналы системы, ресурсы, необходимые для создания системы функциональной и т.д. Системные компоненты и характеристики Большой система может рассматриваться как совокупность взаимодействующих меньших систем, известных в качестве подсистем или функциональных блоков, каждый из которых имеет свои определенные задачи. Все они работают в координации для достижения общей цели системы. Как уже говорилось выше, система представляет собой набор компонентов, работающих вместе для достижения какой-то цели. Основные элементы системы могут быть перечислены как: "Ресурсы" Процедуры "Данные / информация" Процессы ресурсов Каждая система требует определенных ресурсов для системы существовать. Ресурсы могут быть аппаратные средства, программное обеспечение или LiveWare. Аппаратные ресурсы могут включать в себя компьютер, его периферийные устройства, канцелярские принадлежности и т.д. Программные ресурсы будут включать в себя программы, работающие на этих компьютерах и LiveWare будет включать в себя человеческие существа, необходимые для работы системы и сделать ее функциональной. Таким образом, эти ресурсы составляют важный компонент любой системы. Например, банковская система не может функционировать без необходимых канцелярских товаров, как чековые книжки, книги и т.д. проходят такие системы также нужны компьютеры, чтобы сохранить свои данные и обученный персонал, чтобы управлять этими компьютерами и удовлетворения требований заказчика. Процедуры Каждые системные функции в соответствии с набором правил, регулирующих эту систему для выполнения определенной цели системы. Этот набор правил определяет порядок системы к главе 1-Введение в системы работают. Например, системы Банковские имеют свои предопределенные правила для обеспечения заинтересованности в различных ставках для различных типов счетов. Данные / информация Каждая система имеет некоторые предопределенные цели. Для достижения поставленной цели система требует определенных входов, которые преобразуются в требуемый выход. Основной задачей системы является создание некоторый полезный вывод. Выход является результатом обработки. Выход может быть любой природы, например, товаров, услуг или информации. Тем не менее, выход должен соответствовать ожиданиям заказчика. Входы являются элементами, которые входят в систему и выдавать результат. Ввод может быть

различных видов, как материал, информация и т.д. Входы промежуточных данных процесса. Различные процессы системы. Перед тем как она превращается в выход, он проходит через множество промежуточных преобразований. Поэтому очень важно определить промежуточные данные. Например, в колледже, когда студенты зарегистрировать новый семестр, начальная форма, представленная студент проходит через множество отделов. Каждый отдел добавляет свои проверки корректности на нем. Наконец, форма трансформируется, и студент получает листок, в котором указывается, зарегистрирован ли студент для запрашиваемых предметов или нет. Это помогает в создании системы в лучшую сторону. Промежуточные формы данных происходит, когда есть много обработки входных данных. Таким образом, промежуточные данные должны быть обработаны так же тщательно, как и другие данные, так как выход зависит от него. Процессы 5 системы имеют некоторые процессы, которые используют ресурсы для достижения поставленной цели в соответствии с установленными процедурами. Эти процессы являются оперативный элемент системы. Например, в системе банковского есть несколько процессов, которые выполняются. Рассмотрим, например, обработку проверки как процесса. Проверка проходит через несколько этапов, прежде чем он на самом деле, обрабатывается и преобразуется. Таковы некоторые из процессов системы банковской. Все эти компоненты вместе составляют полную функциональную систему. Системы также имеют определенные особенности и характеристики, некоторые из которых являются:.. "Объективные" Стандарты "Окружающая среда" Обратная связь "Границы и интерфейсы Объективные Каждая система имеет predetermined цель или цели, к которой она работает система не может существовать без определенной цели, например организация будет иметь цель заработать максимально возможные доходы, для которых каждый отдел и каждый человек должен работать в координации. стандарты это приемлемый уровень производительности для любой системы. системы должны быть разработаны в соответствии со стандартами. стандарты могут быть бизнес-специфические или организации конкретно. Например, возьмем сортировочный проблему. существуют различные алгоритмы сортировки. Но каждый из них имеет свои сложности. Так что такой алгоритм следует использовать, что дает наиболее оптимальную эффективность. Так должно быть стандартным или правила использования конкретного алгоритма. следует ли рассматривать, что алгоритм, реализованный в системе. Каждая система охраны окружающей среды, будь то физическое или человек сделал сосуществует с окружающей средой. Это очень важно для системы, чтобы адаптироваться к окружающей среде. Кроме того, для системы существовать она должна меняться в зависимости от изменения окружающей среды. Например, мы, люди живут в определенной среде. По мере продвижения в другие места, есть изменения в окружении, но наш организм постепенно адаптируется к новым условиям. Если бы это было не так, то это было бы очень трудно для человека, чтобы выжить в течение

*многих тысяч лет. Другим примером может быть проблема Y2K для компьютерных систем. Эти системы, которые не являются к Y2K, не смогут правильно работать после 2000 года для компьютерных систем, чтобы выжить, важно эти системы сделаны к Y2K или Y2K готов. Feed Back Обратная связь является важным элементом систем. Выходной сигнал системы должна наблюдаться и обратная связь с выхода приняты с тем, чтобы улучшить работу системы и сделать его достижения Уложенные стандартов[1].*

Применение системного анализа и ГИС технологии при построении геологических моделей месторождения полезных ископаемых: Приведены результаты анализа эффективности применения интегрированных компьютерных систем горного профиля и ГИС-технологий, внедрения геоинформационной системы «Геоплюс». Ключевые слова: системный анализ, ГИС-технологии, геологические модели, месторождения полезных ископаемых, интегрированные компьютерные системы горного профиля. последнее десятилетие значительно увеличилось количество выступлений ведущих горных ученых России и стран СНГ о необходимости эффективного использования отечественных геоинформационных технологий при разведке месторождений полезных ископаемых, проектировании и эксплуатации предприятий по их разработке. И хотя в большинстве случаев говорится о создании интегрированных компьютерных систем, позволяющих строить и применять модели геологических и горнотехнологических объектов, но до сих пор нет единого мнения о стандартизованном наборе выполняемых ими функций и применяемых методах. Поэтому имеющиеся реализации таких систем очень разнообразны, выполняются небольшими коллективами и не являются пока «локомотивами» развития горнодобывающей промышленности. Положение усугубляется тем, что имевшее место в 1960-70-х годах быстрое развитие горно-геологических информационных технологий в СНГ было прервано политическими событиями - перестройкой, реформами и последующим глубоким спадом в экономике. Слабые и разрозненные усилия отдельных организаций и предприятий по созданию программных комплексов и практическому применению горно-геологических компьютерных технологий не смогли повлиять на общую ситуацию и, по обзорам анали- тиков, в настоящее время имеется 10-15-летнее отставание в этой области. Мировой уровень компьютерных технологий в горнодобывающей промышленности сейчас определяется последними версиями интегрированных систем, которые поставляют на международный рынок крупные специализированные фирмы США, Австралии, Канады, Англии, Франции и ЮАР (Mintec Inc., The Data-mine Group, Systemes GeoStat International Inc., Mincom Pty Ltd, Techbase International Ltd, Gemcom Software International Inc., Carlson Software, Metech Pti Ltd, Micromine Ltd и другие). Предлагаемые программные системы разделяют на два (реже -три) класса по количеству выполняемых функций. Системы первого класса - «тяжелые» имеют наиболее полный набор функций, обладают высокой интерактивностью, способны работать с очень большими массивами данных,

строить детальные большие трехмерные модели. Они устанавливаются, как правило, на 64-разрядных графических рабочих станциях с различными операционными системами или в локальной сети с мощным сервером и поддерживают многопользовательскую работу в сети. Отличаются высокой стоимостью и используются в больших консультационных и проектных фирмах, на крупных горнодобывающих предприятиях. Системы второго класса - «средние» или набор «легких», характеризуются более низкой функциональностью, способны работать с моделями среднего масштаба и устанавливаются на компьютерах с 32-разрядными процессорами. Используются в геологоразведочных и проектных организациях, в консультационных фирмах и учебных заведениях, на горнодобывающих предприятиях разного масштаба. По своему назначению такие системы должны использоваться на протяжении всего цикла жизни месторождения полезных ископаемых, то есть осуществлять информационное обеспечение управления геологоразведочными, проектными, строительными, добычными и вспомогательными работами при его описании, обустройстве и эксплуатации. В идеале это должна быть одна человеко-машинная система, имеющая программное обеспечение модульной структуры с ядром (монитором) и рядом динамически подключаемых функциональных комплексов (модулей), взаимодействующих с помощью банка данных. Иногда используется «линейка» программных систем, последовательно обеспечивающих управление работами на сменяющихся циклах жизни месторождения. Имеющийся опыт внедрения отечественных и зарубежных интегрированных систем показал, что ни одна из них не имеет широкого распространения на предприятиях и в организациях горной промышленности. Хотя зарубежные фирмы - изготовители таких систем и привлекаемые ими в стране организации - дилеры прикладывают очень большие усилия для продвижения своих продуктов, и многие успешные горные предприятия (особенно при наличии иностранных инвестиций) хотят эффективно применять такие системы. При анализе функционирования таких больших систем следует сделать акцент на понятии «человеко-машинная система».- состоит из человека-оператора (или группы операторов) и машины, посредством которой он(они) осуществляет(ют) трудовую деятельность, связанную с производством материальных ценностей, управлением, обработкой информации и т. д. Основу трудовой деятельности человека в с. "ч. и м." составляет его взаимодействие (в соответствии с получаемой информацией) с предметом труда (объектом управления) и машиной через посредство органов управления». В условиях нашей страны ни одно месторождение не осваивалось и не осваивается одной организацией (даже министерством). Как правило, на каждом месторождении последовательно работают несколько коллективов:

- А) поисковые геологоразведочные работы и детальную разведку любого месторождения проводят несколько геологических организаций;
- Б) проектирование горных предприятий - специализированные организации, имеющие лицензии на ведение проектных работ;

В) строительство этих предприятий проводит ряд организаций и предприятий под руководством генподрядчика;

Г) эксплуатируют лицензионные участки месторождения горные предприятия, которые могут привлекать для проведения доразведки и оценивания запасов последнего соответствующие предприятия

Подавляющее большинство месторождений полезных ископаемых страны разведаны до перестроечного периода, геологоразведочные предприятия не использовали интегрированных информационных систем. И до настоящего времени результаты геологоразведочных работ представляются заказчику и в вышестоящие организации в виде рукописных отчетов с приложением электронных копий, выполненных на компьютерах с помощью офисных приложений (текстовые и графические редакторы, электронные таблицы) и «легких» графических комплексов (AutoCad, Corel Draw и др.). Имеем факт, что «линейка» интегрированных компьютерных систем не начинается пока на этой стадии работ. Более того, нет системы унифицированного хранения информации о разведанных месторождениях, призванной полностью удовлетворить запросы интегрированных систем, способных участвовать в дальнейших циклах жизни месторождения. Поэтому все интегрированные компьютерные системы горного профиля должны включать мощные функции переноса, преобразования и корректировки первичной геологической информации либо привлекать для этого специализированные геологические системы с обязательным установлением надежного интерфейса с ними. Модульные структуры таких систем довольно разнообразны, количество их основных технологических функций колеблется от 5 до 20. Но решаемые ими задачи в разных системах близки или практически одинаковы. Это связано с тем, что функциональность интегрированных горных компьютерных систем определена комплексными технологиями геологоразведки, горного производства и геолого-маркшейдерского обслуживания. При выполнении указанных выше этапов работ последовательно 1) создаются и актуализируются:

- топо-маркшейдерская основа месторождения;
- первичная информация геологоразведочных работ;
- геологическая модель, включающая основные геолого-структурные элементы (тела полезных ископаемых, их контуры, планы и разрезы, ресурсы и запасы) и горнотехнические и гидрогеологические условия

Фактически при обработке информации на всех этапах создаются соответствующие компьютерные модели (топо-маркшейдерская, геолого-структурная, тел полезных ископаемых, запасов, горнотехнические, гидрогеологические, 3D-модели карьера или подземного рудника, планирования и управления горными работами, отработки запасов и т. д.), каждая из которых служит для решения задач этого этапа и подготовки информации для последующих. Следует отметить, что выполнение процессов компьютерного моделирования и вообще участие в

функционировании описываемых систем для отечественных и зарубежных специалистов сильно отличается. И это объясняется не только их менталитетом или спецификой получения образования и квалификацией, но и степенью заинтересованности во внедрении систем, видением перспектив эффективности их использования. Как указывали классики, «нельзя наложить порядок на беспорядок». Уменьшать беспорядок можно разными способами. Однако успешными будут лишь те действия, которые выполняются системно. В человеко-машинных системах это одновременное улучшение как технического и программного обеспечений (на что сейчас в основном направлены усилия), так и информационного и организационного (в том числе мотивационного) их обеспечения. Наиболее приспособленными для строгого классифицирования данных, определения их достоверности и разработки методов эффективной обработки информации являются геоинформационные системы. Здесь есть четкое различие между пространственными и атрибутивными данными, причем каждый пространственный объект имеет свою описательную (атрибутивную) информацию.

### **Контрольные вопросы**

1. Определение системы
2. Определение системного анализа
3. Определение системного подхода
4. Системные методы и процедуры
5. Системный анализ и компьютерная техника
6. Моделирование и прогнозирование
7. Применение системного анализа и ГИС технологии при построении геологических моделей месторождения полезных ископаемых

### **Использованная литература**

1. SYSTEM ANALYSIS AND DESIGN □ Part 1: System Analysis and Design *f*  
Part 2: UML
2. VIEWLOG Geophysical Analysis Tutorial
3. IMAGING SPECTROMETER DATA ANALYSIS - A TUTORIAL Fred A. Kruse Center for the Study of Earth from Space (CSES) Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences (CIRES) and Department of Geological Sciences University of Colorado, Boulder, CO 80309 USA

## **ЛЕКЦИЯ – 2. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКЕ.**



## ПЛАН:

2.1. Анализ при решении задач

2.2. Кластерный анализ

2.3. Системный подход при решении геологических задач

**Ключевые слова:** система, системный анализ, системный подход, кластерный анализ, модуль, алгоритмы, математическая модель, информационно-коммуникационная технология, компьютер, банк данных, статистические методы, ГИС технология, компьютерные сети, геофизика, геология, информационные системы.

### 2.1. Анализ при решении задач

Современный этап развития разведочной геофизики характеризуется применением цифровой регистрирующей аппаратуры и мощных ЭВМ для обработки получаемых материалов. Это обусловлено расширением круга решаемых геолого-геофизических задач и распространением поисково-разведочных геофизических работ на все более сложные районы и объекты.

Повышение геологической эффективности геофизических исследований во многом связывается с переходом от первичной обработки на ЭВМ полевой информации к глубокой ее обработке и комплексной интерпретации данных различных геофизических методов. Практика геофизических работ показывает, что одним из основных путей повышения информативности и результативности этих работ является увеличение числа определяемых параметров исследуемых геофизических полей и их совместная интерпретация.

В связи с этим широкое развитие получили алгоритмическая база глубокой обработки на ЭВМ геофизических материалов и осуществляемые на этой основе программные разработки.

Исследованию геолого-геофизической эффективности этих разработок и их массовому внедрению для промышленной обработки геофизических данных препятствует отсутствие развитых автоматизированных средств графического отображения получаемых промежуточных и окончательных результатов.

Известно, что человек воспринимает графическую информацию примерно в 100 раз быстрее, чем текстовую. Исключительно большой объем информации, подлежащей анализу и интерпретации, привел к

традиционному в геофизике применению графических форм представления получаемых результатов.

До тех пор, пока обработка геофизических материалов на ЭВМ ограничивалась первичной их обработкой и притом, главным образом, сейсмических данных, для визуализации получаемых результатов наиболее эффективными являлись специализированные программно-аппаратные средства. Визуализация данных несейсмических методов, таких как магниторазведка, гравиразведка, электроразведка, производилась в существенно меньших масштабах, иногда с применением универсальных графических устройств, в основном, механических графопроекторов.

Однако, большинство результативных графических построений как по данным сейсморазведки, так и по данным несейсмических методов производилось вручную.

Быстрый рост числа алгоритмов и программ вычисления параметров геофизических полей, расширение масштабов их применения, потребности в совместной их интерпретации привели к необходимости массового построения таких графических форм, как карты графиков, годографы, разрезы, карты изолиний и т.д. в масштабах, которые исключают возможность ручного их построения.

Положение усугубляется еще и тем, что теоретический уровень формального аппарата, на который опираются машинные методы анализа и преобразования волновых полей не разработан в достаточной мере, чтобы обеспечить полностью автоматическую обработку геофизических материалов на ЭВМ.

По этой причине обработка геофизической информации на ЭВМ носит эвристический, интерактивный и итеративный характер. Тем более глубокая обработка геофизических материалов должна использовать принцип цикличности, когда геофизик получает несколько альтернативных вариантов, из которых выбирает наиболее приемлемый.

Все это еще более увеличивает объем необходимых графических построений.

Перечисленные выше факторы определяют актуальность создания развитых средств автоматизированного изображения параметров геофизических полей.

Рядом авторов предпринимались попытки разработки программных средств автоматизированного вывода из ЭВМ результатов обработки геофизических материалов в графической форме. Некоторые из них использовали широко развиваемые в последнее десятилетие средства машинной графики. Однако механическое соединение средств машинной графики с программами вычисления параметров геофизических полей (ПАГЕП) породило ряд проблем. Во-первых, каждая такая разработка была ориентирована на очень узкий класс параметров. Во-вторых, их реализация была тесно связана с определенным типом ЭВМ и графического оборудования. В третьих, в процессе реализации этих разработок их авторам приходилось многократно решать сходные • технические проблемы применительно к конкретным особенностям изображаемых геофизических

данных и графических устройств. Все это не позволяет применить средства геофизического графовывода, разработанные для одних параметров и обрабатывающих систем для изображения других видов ПАГЕП на других графических устройствах.

За рубежом применение машинной графики в геофизике, в основном по пути разработки специализированных пакетов графических подпрограмм, которые облегчают программистам конструирование соответствующих версий программ изображения отдельных ПАГЕП в требуемой форме на имеющемся оборудовании. Однако, и этот путь связан с большими затратами труда на программирование, освоение и внедрение соответствующих разработок. Кроме того, разработки, выполняемые различными исполнителями, неизбежно отличаются в деталях технологии применения, оформления получаемых изображений и их компоновки. Это затрудняет их совместное использование в процессе обработки геофизических материалов, их совместный анализ и интерпретацию получаемых графических форм.

Альтернативой механическому соединению средств машинной графики и программ вычисления ПАГЕП являются:

- выявление общих структурных закономерностей основных параметров геофизических полей, используемых в практике геофизических работ;
- анализ применяемых графических форм их изображения;
- унификация оформления получаемых изображений;
- обеспечение независимости геофизического графовывода от применяемого оборудования;
- разработка на этой основе экономичной системы графического отображения параметров геофизических полей.

Такая система должна обладать возможностями принимать от вычислительных программ значения ПАГЕП широкого класса, проводить с ними все необходимые преобразования и выводить их изображения в любой из предусмотренных графических форм на любое графическое устройство.

Для решения этих задач:

Исследованы основные виды применяемых в практике геофизических работ параметров геофизических полей с точки зрения форм их графического отображения.

Показано, что большинство ПАГЕП сводятся к функциональным зависимостям одной или двух переменных. В тех случаях, когда значения ПАГЕП являются функцией большего числа аргументов, они сводятся к приведенным выше зависимостям фиксированием значений некоторых аргументов.

Выделен широкий класс ПАГЕП, удовлетворяющих этим требованиям и определены критерии отнесения ПАГЕП к этому классу. В дальнейшем рассматриваются параметры геофизических полей этого класса.

Предложена мультиплексная организация структур данных в программах вычисления ПАГЕП, позволяющая располагать значения ПАГЕП в порядке, соответствующем алгоритмам их вычисления.

Разработан алгоритм универсальной сортировки и отбора значений ПАГЕП для формирования функциональных зависимостей требуемого для изображения вида.

Исследованы графические формы изображения ПАГЕП. Большинство функциональных зависимостей ПАГЕП изображаются в виде карт графиков (одномерные зависимости) и карт изолиний (двумерные зависимости). В карте графиков последовательные графики смещаются относительно друг друга на планшете графического устройства на некоторую величину. Если последовательные графики изображать на планшете без смещения, то образуется сейсмогеологический разрез, система годографов и т.п.

Вышесказанное позволило применить в разработанной системе единую программу формирования карт графиков для вывода изображений большинства одномерных зависимостей ПАГЕП.

Построение карт изолиний двумерных зависимостей различных ПАГЕП традиционно применяется в геофизике. Автоматизация этого процесса позволяет получать большое число как карт в плоскости наблюдений, так и в плоскости разреза (двумерные поля параметров). Применение ЭВМ позволяет использовать для качественного анализа поверхностей, образованных значениями ПАГЕП, и визуального выделения аномальных зон такие новые для геофизики графические формы, как перспективные проекции и полутоновые изображения.

Исследованы алгоритмы преобразований значений ПАГЕП для улучшения качества получаемых изображений, интерполяции для получения регулярных матриц двумерных зависимостей ПАГЕП, формирования изображений ПАГЕП в перечисленных выше графических формах, управления графическими устройствами.

Показано, что комплекс графических программ ГРАФОР является хорошей основой для системы графического отображения параметров геофизических полей наряду с аналогичными графическими комплексами (например, СМОГ). По результатам анализа особенностей эксплуатации геофизических вычислительных комплексов (ГВК) обоснован вывод о целесообразности разделения в ГВК процессов формирования изображений ПАГЕП и вывода их на конкретные графические устройства. Осуществлена модификация комплекса ГРАФОР для достижения этих характеристик. При этом на выходе реализован формат графического комплекса СМОГ, что в определенной мере устраняет конкуренцию между этими ведущими в геофизических вычислительных комплексах пакетами графических подпрограмм. Разработана типовая программа вывода сформированных изображений и ее версии для 8 различных графических устройств.

Проведено развитие указанных выше алгоритмов в соответствии с особенностями параметров геофизических полей, методик полевых наблюдений и способов определения ПАГЕП.

На основе перечисленных выше исследований определены принципы построения системы графического отображения параметров геофизических полей (ГРОТ-ПАГЕП): а) универсальность - изображение различных ПАГЕП широкого класса в разных графических формах; б) транспортабельность -

относительно простой перенос системы с одного типа ЭВМ на другой и приспособление ее к конкретным системам обработки геофизических материалов; в) адаптивность к различным графическим устройствам.

В книге Косьянов А. Н., Сосов В. А. в связи с ростом населения Земли, всё острее стоит вопрос нехватки ресурсов. Поэтому методология их поиска очень актуальна. Для осуществления геофизической разведки, особенную важность имеет решение обратных задач. Существует много разных подходов к данной проблеме. О некоторых из них речь пойдет в этой статье. Интегральная интерпретация данных – совместная обработка различных эмпирических данных, полученных несколькими методами, для построения общей картины. Адаптивный метод – способ решения задач в которых число переменных больше чем число уравнений, путём постоянной подстройки под входные данные. Геоинформационная система – система предназначенная для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах. Геофизическое исследование скважин – комплексное исследование скважин с целью сбора данных для последующей обработки в геоинформационных системах с использованием различных методов. Прямая задача – исследование модели, в которой параметры считаются известными, для извлечения полезного знания об объекте. Обратная задача – тип задач, часто возникающий во многих разделах науки когда значения параметров модели должны быть получены из наблюдаемых данных. Для того, чтобы получить представления о свойствах объекта, необходимо создать его модель. Модель будет включать в себя следующие параметры: глубины границ раздела слоев и свойства пород в каждом слое. Используя математические зависимости между элементами модели и полем, мы можем вычислить теоретические значения поля для заданных условий его наблюдения. Процесс перехода от модели к полю называют решением прямой задачи. Переход от значения поля к параметрам модели среды – решением обратной задачи. Одним из простейших вариантов решения обратной задачи является подбор такой модели, которая дала бы теоретическое поле, совпадающее или близкое к наблюдаемому. В нашей статье предполагается, что имеется некоторая модель, характеризующаяся набором параметров. Это может быть вектор или набор векторов, матрица или набор матриц, и векторов. Обратные задачи очень часто оказываются неустойчивыми, т.е. небольшие искажения в данных наблюдений могут приводить к значительным погрешностям в параметрах модели. Из общей статистической постановки вопроса нетрудно получить рекуррентный алгоритм, позволяющий уточнять оценки параметров, переходя последовательно от уравнения к уравнению. Достоинством рекуррентного метода является то, что он за один проход всех уравнений позволяет получить искомое решение и оценку ковариационной матрицы, а следовательно, и погрешности решений.

**Выделение объектов( системный подход).** Что является первичным — геологическое тело или геологическая граница? Можно представить себе геологическое тело, не имеющее границ, т.е. занимающее все пространство. В практическом плане можно осуществлять воздействие на геологическое

тело, не интересуясь его границами (например, при рытье ямы в глинистом обрыве). В некоторых ситуациях достаточно частичное знание границ (например, при бурении для проходчика существенны лишь глубина залегания и мощность пласта известняка в данном месте и вовсе не существенно, как далеко пласт простирается — на 10 м или на 10 км).

Геологическая граница не есть независимый объект, она неразрывна связана с геологическими телами. Нельзя представить себе геологическую границу в пустоте, в среде, где нет геологических тел, так же как и в среде, занятой единственным безграничным геологическим телом. Для существования геологической границы необходимо существование пространственных неоднородностей, различных геологических тел. Граница всегда есть граница между чем-то. Таким образом, мы пришли к ответу на поставленный вопрос: понятие геологического тела первично по отношению к понятию геологической границы. Странно лишь то, что, придя к такому естественному выводу, мы оказались в противоречии с традицией приписывания приоритета геологическим границам. Здесь важно отметить, что речь идет не о том, как геологи выделяют на картах, в разрезах и других ситуациях геологические тела, а о том, как теоретики пытались описать этот процесс.

«Геологические тела представляют собой части пространства, ограниченного геологическими границами». Однако, когда изложение формализмов уступает место содержательному анализу, то: «при выделении разностных (в том числе нарушенных) и условных тел всех классов в основу кладется совокупность вещественных, геометрических или генетических признаков, характеризующих то или иное тело, и уже на основании распространения этих признаков проводится граница тела; тело здесь стоит на первом месте, граница на втором. В новой глобальной тектонике плиты выделяются по своим границам (сейсмофокальным зонам) и это делает несостоятельным понятие плиты как единого геологического тела. «В тектонике плит, в основном структурном рисунке, определяемом сейсмофокальными зонами, главное место занимают эти зоны, а не промежуточные участки земной поверхности (коры, литосферы), называемые плитами. Заметим, что понятие «литосферной плиты» не несет никакого определенного структурно-геологического и историко-геологического содержания. Так, в Индо-Австралии, а также в Северной и Антарктической плитах заключаются участки платформ, щитов, геосинклинальных систем и тонких океанических плит». Таким образом, неудовлетворительным путь «от границ к телам». Логика геологического анализа подтверждает первичность геологических тел по отношению к геологическим границам.

Такой подход естественно переносится и на задачи выделения объектов на изображении и, по-видимому, на аналогичные задачи в других областях. Однако, когда мы выделяем на изображении объекты, это еще не означает, что мы полностью определили их границы.

Итак, представляется разумным разделить проблемы выделения объекта и определения его границ и поставить на первое место задачу выделения объектов. После того как решена задача выделения объектов, задача

определения границ объектов в корне трансформируется. Раньше предполагался поиск границ вообще (а затем лишь выяснение того, что границы ограничивают), теперь же ставится задача определения границ определенного объекта. Можно предположить, что в практике геологической работы с каротажными диаграммами, геологическими колонками и другими документами объекты выделялись интуитивно, внимание на этом этапе не фиксировалось. А вот вопрос определения границ геологических тел требовал всегда пристального внимания, а иногда и специальных теоретических представлений. Например, весьма критичным является определение границ пласта для целей интерпретации данных каротажа. Пусть к кровле песчаного пласта низкого сопротивления примыкает участок высокого электрического сопротивления. Если этот участок принадлежит песчаному пласту, то повышение электрического сопротивления можно интерпретировать как нефтеносный интервал. Если этот участок не включается в пласт, то пласт трактуется как водоносный, а пропласток высокого сопротивления интерпретируется, например, как уплотненный алевролит или известняк.

Теперь после предварительного обсуждения проблемы выделения геологических объектов необходимо ее конкретизировать. Выделение геологических объектов составляет неперемную часть огромного количества геологических работ. Поэтому создание автоматизированных систем обработки геологических и геофизических данных требует разработки алгоритмов выделения геологических объектов. При оценке качества работы этих алгоритмов необходимо потребовать, чтобы они выделяли объекты не хуже человека. Чтобы достичь этой цели, необходимо в первую очередь попытаться понять, как это делает человек. Поскольку геологические объекты выделяются на основании обработки зрительной информации, необходимо учитывать знания, накопленные в области психологии зрительного восприятия, и на базе этих знаний попытаться перевести неформальный процесс выделения объектов в формальный алгоритм.

Машинные системы обработки изображений чаще всего предназначены заменить человека в какой-то деятельности, результаты их работы должны копировать (в определенных аспектах) результаты восприятия того же изображения человеком. Достигнуть этого нелегко, поэтому делаются попытки воспроизвести не только результаты, но и методы переработки зрительной информации. Отсюда такое пристальное внимание со стороны математиков и инженеров, занимающихся машинным зрением (и вообще проблемами искусственного интеллекта), к психологии зрительного восприятия. Имеется, конечно, и встречный интерес нейрофизиологов и психологов к алгоритмам машинной обработки изображений, ибо новый язык, новая система понятий могут по-новому осветить старые проблемы. Однако продуктивность такого воздействия сильно зависит от уровня сложности тех задач, которые доступны системам машинного зрения. На сегодня, к сожалению, этот уровень достаточно низок.

При попытке обработать на машине сложное изображение мы

сталкиваемся с основной проблемой гештальтпсихологии— проблемой соотношения объекта и фона, объекта и остального изображения, части и целого. В области машинного зрения эти проблемы формируются как вопросы опознания объектов, выделения их, интерпретации фрагментов изображения. В настоящее время преобладает подход, по которому поиск объектов заменяется поиском границ объектов. В свою очередь, эта задача сводится к поиску границ вообще с последующим анализом границ и выбором подходящих по заранее заданным критериям. Наконец, поиск границ сводится к поиску отдельных точек, кандидатов в границы. Из них формируются линии, удовлетворяющие некоторым общим условиям (обычно задаются максимальной кривизной границы и ее минимальной длиной). Качество точки как граничной точки определяется градиентом или лапласианом. Таким образом, процедура выделения границ базируется на сугубо локальной основе и носит выраженный иерархический характер.

В противоположность этому, процедура выделения объектов имеет нелокальный характер и является целостной. Решение о том, какой фрагмент изображения выделить как объект и как его интерпретировать, зависит от всего остального изображения.

Необходимость целостного подхода при обработке изображений признается всеми, однако практически в этом направлении мало что сделано. Дело в настоящее время обстоит таким образом, что большинство работ по машинному зрению посвящено обработке изображений, полностью или почти полностью лишенных целостности (сцены из кубиков, треки частиц, буквы и цифры и т. п.). Более сложные изображения (пейзаж, уличная сцена, космические снимки, рентгенограммы) используются лишь как иллюстрации работы тех или иных операторов. Как правило, они работают на таких изображениях неудовлетворительно.

Одно из важнейших преимуществ моделирования на вычислительной машине в том, что она ставит перед исследователем жесткие вопросы и требует на них исчерпывающего ответа. Пусть восприятие части изображения зависит от всей картины в целом. Как реализовать это положение в виде программы? Изображением для программы является множество значений яркостей в дискретных точках изображения (матрица яркостей). Частью изображения будем считать любое связное множество элементов матрицы. Под восприятием этой части будем понимать ее интерпретацию, т.е. отнесение этой части к одному из заранее заданных классов объектов (призма, самолет, человек, ребро, пласт и т. п.). Наконец, при интерпретации данной части мы должны учитывать также и всю остальную картину. Возникает вопрос: в какой форме мы должны учитывать остальную картину? В самом полном виде эта информация может быть представлена в виде функции яркости остальной части картины (фактически в виде набора яркостей в конечном множестве точек). Однако использовать ее в такой форме невозможно. Можно описать остальную часть изображения как сумму объектов. Однако мы не можем определить объекты, так как выделение каждого из них связано с остальной частью изображения и мы попадаем в порочный круг. Возможен итеративный процесс: объекты



выделяются локально, а затем переинтерпретируются в зависимости от остальной картины на данном шаге. Формально мы достигаем того, чего добивались—интерпретация каждого объекта зависит от остальной части изображения, но можем не получить правильного решения из-за неверной начальной интерпретации.

Ни один из рассмотренных путей не дал удовлетворительного решения. Причина неудачи, очевидно, заложена в самой постановке проблемы — вначале выделяем нечто, а затем интерпретируем это нечто. Правильной, возможно, является другая посылка: выделение объекта и его интерпретация должны происходить одновременно и для всего изображения. Объектом можно назвать то, что имеет разумную интерпретацию, а разумной можно назвать такую интерпретацию, которая согласована с интерпретацией всех объектов.

**Алгоритм нелокального выделения объектов:** Опишем алгоритм, с помощью которого попытаемся промоделировать способность нашего зрительного восприятия пренебрегать подробностями картины.

Рассмотрим сначала его работу в случае одномерного изображения (плоской кривой). Кривая  $y(x)$  (рис.) пересекает ось  $x$  в точках  $x_0, x_1, \dots, x_N$ . Эти точки—[нули функции  $y(x)$ —задают ее огрубленное описание, которое сохраняет информацию о точках перемены знака функции  $y(x)$ , но пренебрегает отклонением  $y(x)$  от нуля. Это огрубленное описание функции  $y(x)$  можно представить в виде функции  $Y_0(x)$  (рис. 35, б), меняющей знак в точках  $x_0, x_1, \dots, x_N$  и принимающей постоянные значения (например,  $+1$  или  $-1$ ).

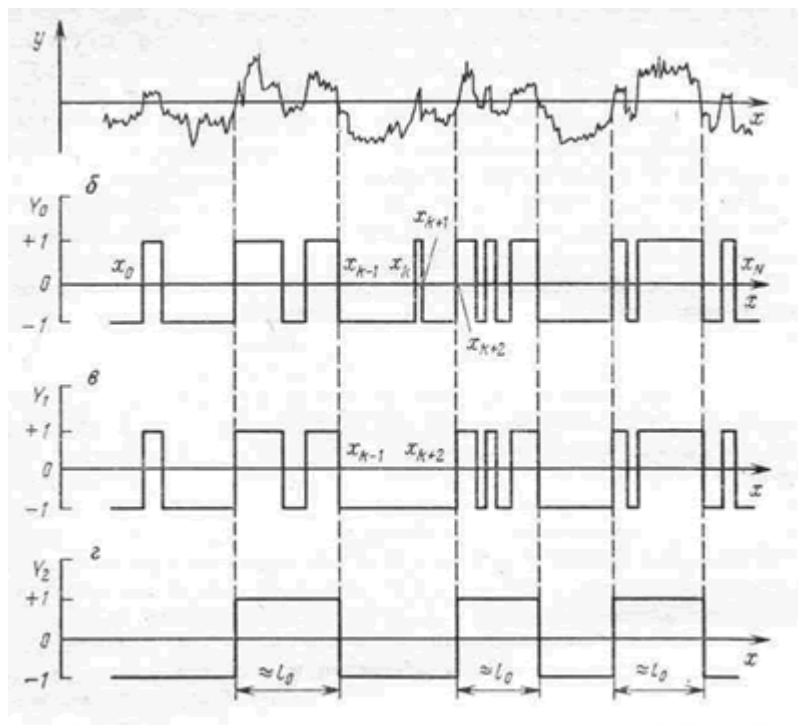


Рис. Разбиение кривой  $y(x)$

Число интервалов между нулями функции  $y(x)$  равно  $N$ . Находим самый короткий из этих интервалов. Пусть это будет интервал  $(x_k, x_{k+1})$  длиной  $l_1$ .

Произведем операцию стирания самого короткого интервала. Для этого из множества нулей исключим границы этого интервала  $x_k$  и  $x_{k+1}$ . В результате вместо трех интервалов  $(x_{k-1}, x_k)$ ,  $(x_k, x_{k+1})$  и  $(x_{k+1}, x_{k+2})$  образуется один интервал постоянного знака  $(x_{k-1}, x_{k+2})$  (рис. 35. в).

Затем повторяем операцию стирания самого короткого из оставшихся интервалов (длиной  $l_2 \geq l_1$ ) и так действуем до тех пор, пока не сотрем все интервалы между нулями.

Построим теперь функцию  $n(l)/N$ , где  $n(l)$ —число интервалов, оставшихся после стирания интервалов длиной  $l$ . Функция  $n(l)/N$  равна 1 при  $l=0$ , она уменьшается скачком на величину  $2/N$  при всех значениях  $l$ , равных длине минимального интервала на каком-нибудь шаге процесса стирания интервалов, и сохраняет постоянное значение между ними. Иными словами, это кусочно-постоянная монотонно убывающая функция. Можно выделить два случая:

1) функция  $n(l)$  падает равномерно, 2)  $n(l)$  падает скачками, образуя большие ступени. Короткие интервалы быстрого падения сменяются длинными интервалами постоянства  $n(l)$ . Наличие ступени у функции  $n(l)/N$  соответствует следующим свойствам исходной функции: а) на  $i$ -м шаге процесса стирания коротких интервалов образовалось несколько интервалов приблизительно одинаковой длины ( $l_0$ ); б) после их стирания оставшиеся интервалы имеют длину, превышающую  $l_0$  в несколько раз; в) длина интервала, стертого на  $i-1$ -м шаге, в несколько раз меньше  $l_0$ . Функция  $n(l)/N$ , построенная для кривой  $y(x)$ , имеет такой же ступенчатый характер (рис. 36).

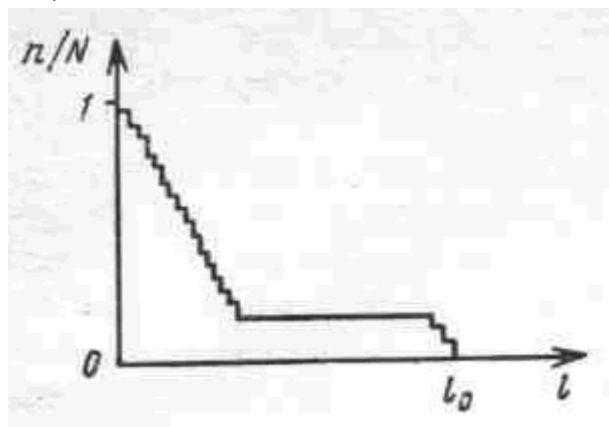


Рис. График  $n(l)/N$

Положение ступеньки определяет характерный размер деталей на кривой  $l_0$ , а разбиение, в котором отсутствуют все детали меньше  $l_0$ , выделяет на кривой характерные объекты. На кривой  $Y_i(x)$  выделяются три объекта длиной приблизительно  $l_0$  (см. рис. 35, г), хорошо выделяемые и зрительно на исходной кривой  $y(x)$ . Наличие ступеньки на кривой  $n(l)/N$  является формальным критерием того, что на кривой имеет смысл выделять объекты. Чем ярче выражена ступенчатость кривой  $n(l)/N$ , тем более организована исходная кривая (организованность функции понимается в смысле Гельфанда—Цетлина: свойство функции большого числа переменных

описывается небольшим числом параметров .

Описанный алгоритм выделения объектов является нелокальным, так как вопрос о том, является ли данный интервал содержательным объектом или нет, решается в зависимости от размеров всех других выделяемых объектов. Одна и та же часть кривой может или оказаться объектом, или нет в зависимости от контекста, т.е. от остальной части кривой. Важно, что критерий существования объектов [наличие ступени функции  $n(l)$ ] является внутренним, а не задается извне.

В двумерном случае функция яркости задана на плоскости как функция двух координат (полутонное изображение). Аналогом нулей одномерной функции в этом случае являются линии нулевого уровня функции яркости (за вычетом среднего значения)  $\Phi(x,y)$ . Линии нулевого уровня разграничивают относительно светлые и темные области изображения. Операция исключения подробностей заключается в стирании светлой (или темной) области минимальной площади.



Рис. . Расчленение кривой ГК с помощью алгоритма КЧП

На рис. кривая представляет геофизический разрез скважины: зависимость естественной радиоактивности пород от глубины залегания (за вычетом среднего значения). На кривой отражено чередование песчаных и глинистых пород. Глинистые породы обладают повышенной радиоактивностью, песчаные—пониженной. Наиболее крупные образования в разрезе—пачки пластов. Песчаная пачка содержит в основном песчаные породы, но содержит и глинистые пласты. Глинистые пачки могут содержать и песчаные пласты. Пласты, в свою очередь, осложнены пропластками иного состава. Такое трехуровневое строение разреза отражается на кривой  $n(l)$  наличием трех ступенек (см. рис. 39). Различные ступеньки соответствуют различным уровням грубости описания кривой (а тем самым геологического разреза). В разных задачах осмысленным оказывается описание разреза с различной степенью грубости. При планировании темпов бурения скважин достаточным оказывается самое грубое описание разреза (разделение на песчаные, глинистые и карбонатные пачки). Такое же грубое описание может быть использовано при прогнозных подсчетах запасов нефти и газа в масштабе бассейна. Описание разреза на следующем уровне подробности (на уровне выделения пластов) соответствует задачам корреляции разрезов скважин и подсчета запасов полезного ископаемого в пределах месторождения. Самое подробное описание разреза необходимо, например, в задаче разработки режима эксплуатации месторождения.

Важно подчеркнуть, что не каждая кривая обладает высокой степенью организованности (т.е. имеет функцию  $n(l)/N$  с ярко выраженным ступенчатым характером). Соответственно не для каждой кривой можно указать устойчивые разбиения, т.е. представить кривую в разумно огрубленном виде. Конечно, для каждой кривой можно провести формальное огрубление, а именно исключить из описания все интервалы, мощность которых меньше произвольной константы  $l_0$ . Однако такое огрубление кривой недопустимо (без специальных оговорок), и вот по какой причине. Когда геолог или геофизик получает огрубленное описание разреза, то он полагает, что это огрубление проведено разумно, а следовательно, выполняется следующее условие: если в описании разреза минимальная мощность пласта составляет  $l_0$ , то: 1) при огрублении были исключены из описания лишь пласты мощностью много меньше  $l_0$ , 2) нет в разрезе пластов, близких по мощности к  $l_0$ , 3) из описания не исключены пласты мощностью приблизительно  $l_0$  или больше  $l_0$ . Таким образом, разумное огрубленное описание содержит в себе меру своего огрубления. В несколько более общих терминах это свойство разумного огрубленного описания можно выразить так: в разумном огрубленном описании должны быть представлены или все объекты данного уровня описания, или ни одного.

Теперь ясно, что формально проведенное огрубление (исключение объектов мощности меньше произвольного  $l_0$ ) представит описание, которое будет неверно воспринято, а именно, оно будет воспринято как разумное, следовательно будет сделан вывод об отсутствии в разрезе пластов по мощности, близких к  $l_0$  (кроме тех, которые указаны в описании). На этом основании, например, может быть подсчитана суммарная мощность коллекторов в разрезе в предположении, что суммарная мощность опущенных пластов сравнительно мала, или в предположении, что пропущенные пласты с гораздо меньшей мощностью обладают и ухудшенными коллекторскими свойствами. На практике, если используемое описание является не разумным, а формальным, суммарная мощность коллекторов будет подсчитана с большой ошибкой, ибо из описания исключены были пласты с мощностью, близкой к  $l_0$ .

При использовании локальных методов выделения границ, например метода градиента, возникает следующая ситуация. Если порог градиента выбрать высоким, то все отобранные точки будут действительно границами объектов, но много границ будет потеряно. Если порог выбрать низким, то все объекты будут выделены, но будет выделено много ложных границ. Нелокальный алгоритм КЧП позволяет более адекватно выделять границы объектов, не задавая априорных порогов.

Можно сказать, что алгоритм КЧП реализует изложенные выше предпосылки:

1) выделение объекта и его интерпретация происходят одновременно и для всего изображения,

2) объектом является то, что имеет разумную интерпретацию, а разумной считается такая интерпретация, которая согласована с интерпретацией всех других объектов.

Особенность данного алгоритма — выделение не просто границы, а всегда границы объектов. Поэтому в одномерном случае границы разного знака (т.е. имеющие градиент разного знака) всегда чередуются, т.е. все объекты полностью определены своими границами. В двумерном случае это означает, что все границы оказываются замкнутыми и каждая определяет объект.

Другая особенность алгоритма КЧП заключается в том, что полученные им границы не являются истинными границами объекта; они лишь приблизительно ограничивают объект. Задача определения фактических границ оказывается самостоятельной задачей. Нужно отметить, что эта проблема (по крайней мере, в геофизике) хорошо разработана. При обработке каротажных кривых (кривая ПС) граница смещается в ближайшую точку максимального градиента: для кривой градиент-зонда—в точку ближайшего максимума, для кривой ГК—в ближайший минимум (в подошве пласта).

Расчленение разреза есть разбиение геологического пространства (в данном случае одномерного) на геологические тела; при расчленении разреза и выделении в нем одномерных геологических тел следует руководствоваться представлениями об иерархии геологических объектов. В этом утверждении в качестве цели ставится выделение тел (а не границ), в качестве способа—разбиение, в качестве модели—система тел различного уровня иерархии.

Алгоритм КЧП настолько прост, что его недостатки очевидны. Если минимальной длиной обладают несколько интервалов, то результат может зависеть от очередности исключения интервалов. 2. При исключении интервалов (или областей) постоянного знака учитывается только длина (или площадь) области и не учитываются значения функции в области.

3. Алгоритм не учитывает разницы между четкими и размытыми границами.

4. Если изображения объектов, дающих аномалии одного знака, налагаются друг на друга, то КЧП не может выделить границу между объектами.

Рассмотрев отдельно задачу выделения геологических объектов, мы пришли к выводу, что задача эта нелокальная и решение о выделении объекта в данном интервале разреза принимается с учетом информации об остальной части разреза. Очевидно, этим объясняется, почему при всех построениях формальной процедуры выделения геологических тел за исходный шаг выбиралось построение границ: оно опирается на известные локальные процедуры вычисления скачка функции  $\Phi(x, y)$  в точке и связывания соседних граничных точек [точек, в которых  $|\text{grad } \Phi(x, y)| > C$ ]. Выделение же объектов требует подходящих нелокальных процедур, которые к тому времени не были разработаны.

Итак, можно сказать, что алгоритм КЧП (правда, частично и лишь на самом низком уровне) реализует основную идею гештальтпсихологии—зависимость локального решения от общей картины.

Сформулируем основные идеи алгоритма КЧП.

1. Разделение целого на части и интерпретация этих частей

производится одновременно.

2. Описание любой части должно вестись в терминах, приложимых ко всем основным частям.

3. Разбиение производится не путем полного перебора элементов, а упорядоченным рассмотрением сильно ограниченного класса разбиений.

4. Цель разбиения—выделение осмысленно огрубленного описания.

5. Осмысленно огрубленное описание предполагает присутствие всех элементов данного уровня описания и отсутствие всех элементов более низких уровней.

Эти идеи имеют важное значение не только для решения задачи выделения геологических тел. Мы уже указывали на то, что алгоритм КЧП с успехом применен при решении очень сложной задачи автоматического анализа флюорограмм грудной клетки [6]. Он был также использован при анализе распределения плотности галактик во вселенной, однако значение этого алгоритма выходит за рамки использования его в практических задачах. В последние десятилетия в различных областях знания обострилась проблема нелокальной интерпретации данных, проблема целостности. Далее мы покажем, как идеи, реализованные в алгоритме КЧП, помогают решению этой проблемы.

## 2.2.Кластерный анализ

**Кластерный анализ:** Имеются некоторые области исследования, занимающиеся описанием точечных множеств, т. е. множеств, состоящих из точек в  $n$ -мерном пространстве. Первая из них известна под названием кластерного анализа. Задача кластерного анализа—разумное сокращение описания заданного точечного множества. Сокращение описания происходит за счет того, что описание каждой отдельной точки в виде набора  $n$  координат заменяется одним числом—номером кластера (или кучи), к которому принадлежит точка. Оценка разумности полученного разбиения на кучи в конечном счете может быть получена только в рамках задачи более высокого уровня, для которой задача разбиения на кучи является подзадачей: если полученное сокращенное описание помогает построить решение вышестоящей задачи, то оно приемлемо. Этот принцип реализован, например, в работах по распознаванию картинок. Существуют субкритерии разумности разбиения на кучи внутри самой задачи, например отношение среднего расстояния между точками внутри куч  $r_i$  к среднему расстоянию между точками, принадлежащими двум разным кучам  $r_{ij}$ . Очень часто задача, удовлетворяющая внутреннему критерию (субкритерию), удовлетворяет и внешнему критерию. Однако главная проблема не в поиске подходящего субкритерия, а в поиске разбиения, на котором он максимизируется. Многие методы сводятся к многократному перебору и очень громоздки.

Второй областью, в которой рассматриваются точечные множества, является распознавание образов. В задачах распознавания адекватное описание точечных множеств необходимо при постановке задачи (например, определении числа распознаваемых классов), при выборе схемы решения (например, на первом шагу типизация, а затем лишь распознавание), при

определении области отказов.

Третья область—психология зрительного восприятия. Пристальное внимание к задачам восприятия точечных изображений (частный случай точечных множеств на плоскости) проявили основатели гештальтпсихологии. Они рассматривали восприятие точечных множеств как пример целостного восприятия (т. е. восприятия, в котором интерпретация части изображения зависит от всей остальной картины) и сформулировали некоторые принципы организации кластеров (по близости, по сходству, по общей судьбе).

В последние два десятилетия все три области сблизились. С одной стороны, алгоритмы кластеризации базируются на принципах организации кластеров на плоскости при восприятии человеком (например, используя критерий близости) и переносят их в задачи большей размерности. С другой стороны, психологи используют программы для ЭВМ с целью формулировки и проверки моделей восприятия.

Изложенный выше алгоритм КЧП и порожденная на его основе интерпретация проблем гештальтпсихологии позволяют предложить алгоритм кластерного анализа, основанный на тех же принципах. В алгоритме КЧП центральным является построение функции  $n(l)/N$ . Для анализа точечных множеств алгоритм вычисления аналогичной функции следующий. Пусть дано множество точек на плоскости (см, рис. 38, а).

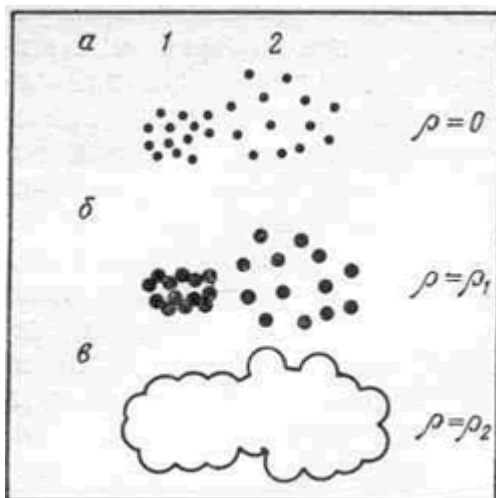


Рис. Функция  $\Phi(x,y)$  при различных  $r$

Каждая точка становится центром круга радиуса  $r$ . Определим  $\Phi\{x, y\}$  следующим образом:  $\Phi(x,y)=1$  внутри каждого круга и  $\Phi(x,y)= -1$  вне этих кругов. При достаточно малом  $r$  ( $r < r_0$ ) число связных областей  $n$  [где  $\Phi(x,y) = 1$ ] равно числу точек  $N$  на исходном изображении. С увеличением  $r$  круги начнут пересекаться и число  $n$  связных областей, в которых  $\Phi(x,y) = 1$ , будет уменьшаться.

Анализ кривой  $n(r)/N$  производится так же, как и в алгоритме КЧП, и позволяет выделить устойчивые огрубленные описания точечных изображений. На кривой ясно видны две ступеньки. Кривая быстро падает при росте  $r$  от  $r_0$  до  $r_1$ . Это связано с тем, что круги вокруг точек 1-й кучи сливаются в одно связное множество (см. рис. 38, б). Затем следует пологий

участок кривой, после которого следует быстрый спад, вызванный слиянием кругов вокруг точек 2-й кучи. При  $p = p_2$  все точки 2-й кучи сливаются в одно связное множество (см. рис. 38, в).

Таким образом, анализ кривой  $n(p)/N$  позволяет разделить множество точек на две кучи, что согласуется со зрительным восприятием данного изображения.

Данный алгоритм кластерного анализа естественно обобщается как на одномерный случай (поиск скоплений точек на прямой), так и на трехмерный случай и случаи более высокой размерности. Важная особенность этого алгоритма—то, что он содержит внутренние критерии организации множества точек.

Выделение граничных точек. Пусть в результате работы алгоритма выделен кластер при  $p = p_0$ . Объединение всех кругов радиусом  $p_0$  назовем носителем кластера. Границу носителя назовем границей кластера. Эта граница состоит из дуг окружностей. Центрами этих дуг являются точки кластера. Множество этих точек и составляет границу кластера. Данное определение множества граничных точек можно несколько обобщить. Можно считать граничными те точки, которые являются центрами только тех дуг, составляющих границу, размер которых  $a$  больше заданного  $a_0$ . Данное ранее определение оказывается частным случаем более общего (при  $a_0=0$ ).

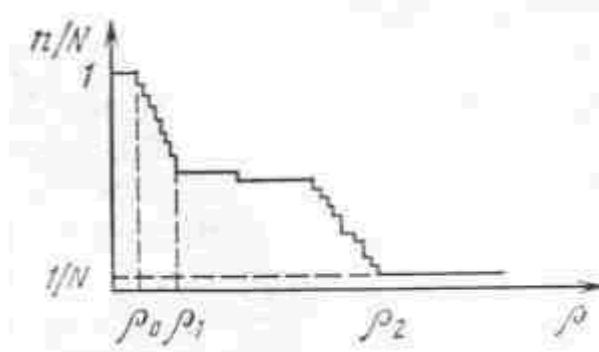


Рис. График  $n(p)/N$

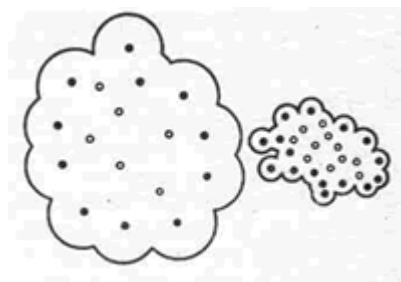


Рис. Граничные точки кластера

Определение границы кластера и граничных точек кластера тривиально обобщается на случай большей размерности. Примером геологической задачи, в которой необходимо выделение граничных точек, является выделение крайних скважин на месторождении для организации законтурного заводнения. Заметим, что задача выделения границы точечного множества естественно решается после выделения кластера, т.е. и в случае точечных множеств выделение объекта является первичным, а определение границ—вторичным.



Определение размерности кластера. При исследовании кластеров важно различать (например, на плоскости) цепочки точек и кучи точек (рис. ), одномерные и двумерные кластеры. Первый способ различения этих кластеров заключается в определении внутренних точек, т. е. точек, не являющихся граничными. В случае цепочки все точки кластера являются граничными. В случае кучи в кластере имеются внутренние точки.



Рис. 41. Одномерный и двумерный кластеры

Рис. 42. Разъединение кластеров

До сих пор термины «кластер» и «кучи» использовались как синонимы. Однако между ними есть различие. Кластеры являются более общим понятием. По М.М.Бонгарду, который ввел термин «развал на кучи», точки в куче объединены по близости с тем, чтобы их можно было характеризовать не набором всех параметров, а более кратко—номером кучи. Естественно, что такой подход неприемлем для цепочек: в цепочку могут входить точки, очень далекие по своим характеристикам.

Второй способ различения цепочек и куч связан с модификацией алгоритма развала на кучи. В алгоритме, основанном на алгоритме КЧП, фигурирует расстояние до ближайшего «соседа»  $r_1$ , с которым данная точка объединяется, когда параметр  $r$  достигает  $r_1/2$ . Некоторое обобщение алгоритма заключается в том, чтобы в качестве характеристики рассматривать разность расстояний  $D_i = r_1 - r_i$  где  $r_i$ —расстояние от данной точки до  $i$ -й из точек, упорядоченных по возрастанию расстояния.  $D_2/r_1$ , как правило, мало в кластерах, содержащих более двух точек. Величина  $D_3/r_1$  мала в кучах, но имеет значение приблизительно 1 в цепочках (для идеальной цепочки, состоящей из точек на прямой, отстоящих друг от друга на равные расстояния,  $D_3/r_1$  в точности равно 1). Для внутренних точек кластера в трехмерном случае величина  $D_i/r_1$  будет мала до значения  $i=5 - 7$ .

Определение размерности кластеров важно в случае, изображенном на рис. 42,а.

Формально здесь выделится один кластер ( $r = r_0$ ), однако интуитивно ясно, что хотелось бы в этом случае выделить два кластера, соединенные цепочкой. Чтобы формально обнаружить такую ситуацию, можно воспользоваться тем, что все точки, принадлежащие цепочке, являются граничными. Проведем операцию стирания граничных точек кластера. В

данном случае остатки кластера (ядро кластера) окажутся двумя отдельными кластерами (рис. ). Тем самым устанавливается факт наличия двух кластеров. После этого можно провести операцию «наращивания» — присоединения к ядрам кластеров тех граничных точек исходного кластера, которые находятся от точек ядра на расстоянии, не превосходящем  $r_0$  (того расстояния, которое определило формирование исходного кластера). Полученные кластеры и считаются решением задачи (рис. ).

### 2.3. Системный подход при решении геологических задач

#### **Алгоритмические аспекты системного подхода:**

Гештальтпсихология является одной из ближайших предшественниц и составных частей общей теории систем. По признанию основоположника общей теории систем Л. фон Берталанфи очень близко подошел к генерализации теории гештальтпсихологии в общую теорию систем В.Келер. Близость этих двух теорий определяется тем, что в основе как той, так и другой лежит понятие целостности. Попробуем с помощью алгоритма КЧП, который реализует принцип целостности для частного случая обработки изображений, проанализировать понятие целостности в более широком аспекте, прежде всего в аспекте развития системного подхода.

**Целостность:** Основатель общей теории систем Л. фон Берталанфи писал, что аристотелевское положение «целое больше суммы его частей» до сих пор остается выражением основной системной проблемы. В.Н.Садовский считает, что и исторически и логически понимание объекта исследования как системы органически связано с осознанием его как определенной целостности, некоторого целого. Основная черта системы — целостность, утверждают Ю.А.Шрейдер и А.А.Шаров. Несмотря на исключительную важность понятия целостности и для гештальтпсихологии и для теории систем, эти восходящие к античности формулировки не удавалось конкретизировать, перевести в разряд формальных определений. Спустя два десятилетия бурного развития теории систем В. Н. Садовский отметил, что найти оперативные способы задания целостности систем не удалось .

Мы будем далее исходить из того, что понятие целостности сводится к двум утверждениям: 1) целое не сводится к сумме своих частей; 2) часть зависит от целого. Попробуем использовать изложенный выше алгоритм нелокального выделения объектов, реализующий частный случай целостного подхода, для разъяснения и конкретизации этих двух утверждений.

Начнем с утверждения «часть зависит от целого». В отличие от первого утверждения — негативного — это утверждение позитивно. Выше было показано, что для реализации целостного подхода в виде программы необходимо реализовать именно этот принцип. Трудность его реализации заключается в том, как представить целое. Если целое представить в виде суммы частей, то мы попадаем в порочный круг. Выход состоит в том, что все части целого интерпретируются одновременно, причем так, чтобы они составляли вместе осмысленное целое. С этой точки зрения мы можем уточнить утверждение «часть зависит от целого». Мы понимаем это в

контексте теории систем не как утверждение, что часть буханки хлеба есть хлеб. В этом случае любая часть буханки есть хлеб. В интересующем нас смысле рассматриваемое утверждение означает, что выделение данного фрагмента как части должно быть согласовано со всеми другими выделенными частями так, чтобы вместе они составляли нечто разумное.

В последней формулировке употребляется термин «разумное», которому, конечно, нельзя дать формальное определение и который предполагает существование разумного субъекта в процессе расчленения целого на части. Мы не рассматриваем такое положение как недостаток и считаем, что оно отражает ситуацию по существу. Это кажется вполне естественным для гештальтпсихологии, которая является теорией человеческого восприятия, но может показаться спорным для теории систем, которую трактуют как абстрактную теорию. В действительности же многие признают присутствие субъекта в системном исследовании. Вот некоторые суждения на этот счет.

Л. фон Бергаланфи: «Выделение систем как в повседневных объектах нашего мира, так и в концептуальных конструкциях, определяется нашим «видением» или «восприятием».

Ю.А.Шрейдер и А.А.Шаров: «целое представляется собранием компонентов (частей), причем такое представление не вполне детерминировано свойствами системы — оно может зависеть и от наблюдателя, выбирающего удобный способ представления. .. Первоначально открытое наблюдателю поле исследования принципиально аморфно, не расчленено... Сама возможность выделения в этом поле устойчивых объектов определяется некими целостными свойствами системы и способностью наблюдателя к восприятию образа».

Г.Паек: «Любая форма распределения активности в цепи, рассматриваемая каким-либо наблюдателем как закономерная, является системой».

В описанном выше алгоритме КЧП понятие разумности было заложено априори. Разумным полагалось существование устойчивых (по размеру) разбиений функции на совокупность объектов. Применительно к одномерным и двумерным функциям этого оказалось достаточным для успешного решения многих задач. В других системах критерий разумности разбиения может быть иным и даже не единственным. В частности, Н.Ф.Овчинников пронизательно утверждал, что поиск разбиения производится в соответствии с теми или иными заданными условиями исследования. Задание этих условий определяется исторически сложившейся системой знаний. Это задание не может определяться однозначным образом. Эта множественность заключает в себе возможность произвольной интерпретации объекта познания.

Таким образом, при исследовании систем необходимо учитывать способ их восприятия, а следовательно, теория систем должна включать субъект как составную часть предмета исследования. Это делает еще более глубокой связь общей теории систем с гештальтпсихологией, которая есть теория восприятия человеком объективной действительности. Собственно

кибернетика (на основе которой создан алгоритм КЧП) родилась из потребности включить человека в предмет исследования—теорию управления. Дальнейшее развитие кибернетики – это цепь попыток понять и формализовать деятельность человека в различных задачах (теория игр, распознавание образов, коллективное поведение автоматов, медицинская диагностика, геологическое прогнозирование).

**Разбиение на части:** Рассмотрим задачу разбиения на части, отталкиваясь от алгоритма КЧП и восприятия изображений. Изображение может быть разбито на произвольные фрагменты огромным числом способов. Среди них есть одно искомое разбиение (или несколько), удовлетворяющее системным требованиям (осмысленность каждой части и целого). Для нахождения этого особого разбиения необходимо решить две проблемы:

сформулировать критерий осмысленности разбиения, избежать полного перебора возможных разбиений. В алгоритме КЧП эти проблемы решены следующим образом. Разумность разбиения определяется его устойчивостью, т.е. наличием нескольких объектов близких размеров. Избежать перебора всех возможных разбиений удастся благодаря выбору одного разбиения (путем превращения исходного изображения в черно-белое изображение с помощью функции  $\text{sign}[\Phi(x,y) - \text{inv } \Phi(x,y)]$  и рассмотрению ограниченного ряда производных разбиений, являющихся различными огрублениями исходного.

### **Системный подход и геологические задачи**

Сформулируем кратко основные положения изложенной выше концепции системного подхода.

1. Системный подход исследования объектов есть особый способ их восприятия. В основе подхода лежит понятие целостности. Системный подход является расширением целостного способа восприятия объектов внешнего мира, данных нам в ощущениях на объекты любой природы. Если подход гештальтпсихологии является неосознанным способом целостного восприятия, присущим человеческой психике, то системный подход — осознанный способ целостного отражения реальности.

2. Целостность восприятия характеризуется тем, что интерпретация части зависит от целого.

3. Цель системного подхода в исследовании объекта — такое расчленение объекта на части, что каждая часть в отдельности и все вместе могут быть разумно проинтерпретированы. Для некоторых классов задач понятие «разумность» может быть формализовано (например, с помощью понятия «устойчивость»). Совокупность частей, выделенных таким образом, вместе с отношениями между ними определяет целое и описывает его. Таким образом, целью системного подхода можно считать описание объекта исследования.

4. Системный подход применим для описания не только сложных, но и простых объектов. Сложность не является необходимым условием системного подхода. И наоборот, описание сложных объектов не требует обязательного использования системного подхода. Сложность и системность

не являются сопоставимыми понятиями, поскольку сложность относится к объекту исследования (число элементов и их отношений), а системность — к способу описания объекта исследования.

5. Системный подход к описанию объектов порождает разумное разбиение объекта на части. Рекуррентное использование системного подхода порождает описание объекта с помощью иерархической структуры. Следовательно, иерархическая структура есть непреходящий результат системного подхода. Отсюда ясно столь частое употребление термина «системно-структурный подход». Этот термин отражает интуитивное понимание системного подхода как способа структурирования объекта: системный подход гарантирует структурный результат.

6. Поскольку системность относится к способу описания объекта, а не к самому объекту, объекты не могут обладать системностью. Иначе говоря, не существует объектов, которые имело бы смысл называть системами. Этим, очевидно, и объясняется неудача многочисленных попыток дать определение системы.

7. Отняв у объекта исследования возможность быть системой, предполагаемая концепция награждает объект свойством организованности в смысле Гельфанда—Цетлина, свойством быть описанным малым числом параметров (т. е. допускающим разумное огрубление). Такую замену нельзя считать чисто терминологической. Свойство быть системой является логической переменной. Она может принимать только два значения: «истина» или «ложь», т. е. объект может или быть системой, или не быть ею. Свойство обладать организованностью является численной переменной; объект может обладать различной степенью организованности, т. е. допускать огрубленное описание различной степени приближения к исходному.

Изложенная интерпретация системного подхода позволяет определить место системного подхода в геологии.

Прежде всего нужно отметить, что предложенная трактовка системного подхода близка к точке зрения на системные исследования среди геологов. Для примера укажем на работу Б. И. Смирнова [33]. Из нескольких десятков определений понятия «система» автор выбирает лишь пять и из этих пяти определений системы он делает вывод, что любое системное описание предполагает выполнение таких процедур, как членение объекта на отдельные компоненты и выявление структуры системы. Примечательно, что Б. И. Смирнов заменил понятие «система» понятием «системное описание», которое и есть членение объекта и выявление его структуры. С этим утверждением нужно полностью согласиться.

Этот пример еще раз подчеркивает, что предлагаемая концепция системного подхода—это систематизированное, конкретизированное и уточненное изложение весьма распространенных взглядов на сущность системного подхода, попытка перевести неформальные суждения в утверждения, допускающие построение алгоритмов.

Обсуждая проблему выделения геологических тел, необходимо коснуться полемики между теми, кто утверждает существование

«естественных геологических тел», и теми, кто отстаивает «модельно-целевой подход» в выделении геологических тел. Обе точки зрения исходят из первичности понятия границы, т. е. основаны на локальном подходе. Сторонники существования естественных геологических тел в качестве границ принимают поверхности резкого изменения какого-либо свойства. Сторонники «модельно-целевого» подхода считают, что граница тела может быть установлена по какому-либо условию (например, по условию превышения порога концентрации руды или предела прочности породы). При изменении целей исследования или технологии добычи порог может быть изменен и тем самым сдвинутся все границы. Такого рода границы не могут быть выделены «естественным» путем, при непосредственном восприятии.

Очевидно, необходимость выделения такого рода границ привела к необходимости такой формулировки: геологическая граница—это любая поверхность (линия, точка), проведенная в геологическом пространстве в результате некоторой однозначной процедуры [23]. Такой подход сугубо технологический и поэтому получил наибольшее распространение в инженерной геологии.

Существует другая форма целевого выделения объектов — выделение однородных объектов. Примером может служить расчленение разреза на пласты по каротажным данным с целью их количественной интерпретации. Для этой цели каждый пласт должен быть однородным, т.е. значение геофизических параметров в нем должно слабо изменяться, ибо палетки для количественной интерпретации получены на модели однородного пласта. В такой задаче допустимая неоднородность будет различной для разных геофизических методов и соответственно приведет к различному разбиению разреза на пласты. Однако в отличие от огрубленного описания разреза такое расчленение сугубо локальное.

Расчленение разреза на пласты может преследовать и третью цель: попластовую корреляцию разреза. С точки зрения этой задачи пластом считается то, что прослеживается от скважины к скважине. Естественно, решение о том, является ли данный интервал разреза в скважине пластом или нет, решается в зависимости от характеристик разреза в других скважинах, т. е. решение этой задачи требует системного подхода.

При построении сводного разреза, представляющего некоторую часть региона или площади, необходимо удовлетворять обоим требованиям: описание должно быть разумно огрубленным (в соответствии с требованиями, изложенными выше) и содержать в то же время только «истинные» пласты, т. е. пласты, распространенные и выделенные на всей представляемой территории. Только в этом случае такой разрез будет иметь предсказательную силу в отношении разрезов вновь пробуренных скважин.

Между естественным и системным подходами выделения геологических тел отношения достаточно ясны. Естественные границы представляют собой исходное разбиение геологической толщи. Оно задается, например, функцией  $\text{sign} [f(x) - \text{inv}f(x)]$ . Важным свойством «естественного» разбиения является то, что оно содержит в себе искомые разумные, устойчивые

описания разреза, которые позволяют его описать как совокупность объектов более высокого уровня иерархии. Таким образом, естественные геологические тела нельзя считать миражом, выдумкой наивных геологов. С другой стороны, нужно отдавать себе отчет в том, что естественное описание есть лишь исходный материал для создания укрупненных описаний, которые необходимы при создании сложных теоретических конструкций.

Системный и целевой подходы к выделению геологических тел отличаются своими задачами. Цель системного подхода — получение разумно огрубленного описания. Описание объекта не является собственно геологической задачей и не решает никаких конкретных задач, однако практика показывает, что свернутое описание исключительно полезно при решении многих практических и теоретических задач, хотя нельзя гарантировать решение ни одной из них. Иначе говоря, область применения разумных огрубленных описаний широка, но неопределенна. Для целевого подхода характерна противоположная ситуация. Задавшись задачей, можно получить описание, которое заведомо приемлемо в данной задаче (или группе задач), но не имеет смысла во всех других задачах, т. е. область применения целевого описания невелика, но определена.

Системный подход используется каждым геологом и геофизиком в повседневной работе, в каждом акте выделения геологического тела на каротажной кривой, в геологической колонке, на карте, на космическом снимке. Однако это не единственная область приложения системного подхода в геологии. Во всех случаях, когда интерпретация части зависит от всего остального, реализуется системный подход. Например, корреляция разрезов двух скважин требует системного подхода: отождествление участков кривых двух диаграмм зависит от результатов отождествления других участков. Они связаны требованием одинаковой упорядоченности пластов в обеих скважинах. В данном случае критерий упорядоченности выступает синонимом разумности проведенного сопоставления. Решение о присутствии фациального замещения есть также результат реализации системного подхода. Такая интерпретация некоторого интервала разреза может быть принята (т. е. будет разумной) только в том случае, если вышележащие и нижележащие пласты принадлежат к одному стратиграфическому горизонту с единым геометрическим законом осадконакопления. Этот же интервал разреза, включенный в другую последовательность пластов, будет интерпретироваться иным образом. Это же относится к определению места несогласия в разрезе. Данная граница интерпретируется как граница несогласия (или согласия) в зависимости от строения прилегающей толщи осадков. Еще один пример использования системного подхода — задача определения водонефтяных контактов в многопластовой залежи.

Не будет преувеличением сказать, что использование системного подхода к анализу геологических данных, требующего принятия решения с учетом окружающей обстановки и контекста, является скорее правилом геологической работы, чем исключением. Вместе с тем необходимо отделить системный подход исследования от других подходов. Очень часто

исследование сложных объектов (объектов с большим числом элементов и связей) отождествляют с системным подходом. Изложенная выше концепция показывает, что это не так. Если задана сложная «система» (в общепринятом смысле этого слова), и определены ее части и взаимодействия и требуется выяснить закономерности ее функционирования, то эта задача не имеет ничего общего с системным подходом. Ю.А.Шрейдер и А.А.Шаров считают, что при системном подходе первоначально открытое наблюдателю поле исследования принципиально аморфно, не расчленено.

Точно так же необходимо разграничить системный подход от комплексного. Комплексный подход означает использование комплекса характеристик, описывающих объект, для интерпретации (т.е. для определения еще одной характеристики) этого же объекта. Системный подход означает использование характеристик других объектов для интерпретации данного объекта. Например, задача интерпретации комплекса каротажных данных для выделения нефтеносных пластов с помощью программ распознавания есть задача комплексной интерпретации, не имеющая отношения к системному подходу. В этой задаче интерпретация каждого пласта производится независимо, т. е. не зависит от интерпретации всех остальных (или части) пластов. А вот задача выделения нефтеносных пластов по комплексу каротажных данных без материала обучения, на основе использования критерия упорядоченности, есть реализация системного подхода, ибо интерпретация каждого пласта зависит от интерпретации всех остальных пластов.

*ViewLog для скважинного Geophysics ViewLog обеспечивает действительно интегрированное управление скважинные и интерпретации данных системы и геологическое моделирование. ViewLog Управление проектами предлагает средства для полной интеграции данных для эффективного, интерактивного и расширенного анализа. хранения данных ViewLog построен на открытой, реляционной структуре базы данных, которая может быть полностью настроена конечным пользователем. ViewLog могут одновременно получить доступ к данным, что позволяет в режиме реального времени интерактивной настройки запросов и отображения. К плотно сцепления мощный буровой скважины Log Editor с отображением ГИС-стиля и 3-D поперечного сечения инструментов, ViewLog предлагает непревзойденный уровень визуального контроля интерпретации. Геологическое функции моделирования баз данных и в ViewLog организованы через файл проекта. Файл проекта содержит общие элементы геологической модели и все первичные ссылки на базу данных[2]*

*Анализ спектрометр данных изображения - Учебное пособие Фред А. Крузе Центр по изучению Земли из космоса кооперативный институт исследований в области наук об окружающей среде (CIRES) и Департамент геологических наук Университета Колорадо, Боулдер, Колорадо 80309 США резюме: данный учебник предназначен для обеспечения обзора выбранных методов анализа данных, визуализации спектрометра. "Калибровка" для отражения является обязательным условием для большинства подходов к анализу. Краткий обзор обеих эмпирических и модельных методов*



*восстановления видимой поверхности отражения от данных представлена. методы анализа данных, обсуждаемые включают в себя анализ одного пикселя спектра, как эмпирические и художественные подходы, основанные на спектральной классификации данных спектрометра с формированием изображений, а также использование линейной спектральной расслоения для определения содержаний материалов, происходящих с распределениями субпикселей[3].*

### **Контрольные вопросы**

- Определение системного анализа
- Определение системного анализа
- Постановка геолого-геофизические задачи
- Системные методы
- Системные процедуры
- Информационная технология
- Математическое моделирования
- Математическое обеспечения системы
- Пакет SURFER
- Система ArGIS

### **Литература**

1. SYSTEM ANALYSIS AND DESIGN □ Part 1: System Analysis and Design □ Part 2: UML
2. VIEWLOG Geophysical Analysis Tutorial
3. IMAGING SPECTROMETER DATA ANALYSIS - A TUTORIAL  
Fred A. Kruse Center for the Study of Earth from Space (CSES)  
Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences (CIRES)  
and Department of Geological Sciences University of Colorado, Boulder,  
CO 80309 USA
4. Мирахмедов Т.Д. Адаптация геофильтрационной математической модели и решения эпигнозных и прогнозных задач (на примере Гурленского района. Вестник НУУз. N-2/1. 2011г. Ст. 62-68.
5. Мирахмедов Т.Д., Ю.Т.Чертков. Региональная оценка эксплуатационных запасов подземных вод Гурленского района методом математического моделирования. В кн.Ташкента: Вестник НУУз. N-2/1. 2012г. Ст. 66-69.
6. Мирахмедов Т.Д. Автоматизированная информационно – обрабатывающая система гидрорежимных данных «дайверов». Вестник НУУз. Махсус сон. 2013 г. Ст. 95-99.



## IV. Материалы практических занятий

### Практическая занятия -1

#### **Определение возможности решения задач с применением системного подхода**

**Цель работы:** изучение методов системного анализа, постановка геолого - геофизических задач решаемые с применением системного подхода на основе математических методов.

**Постановка задачи:** постановка задачи, методы системного анализа и подхода на основе математических методов и ЭВМ, определение подходов решение геолого - геофизических задач.

**Образец для выполнения работы:** для выполнения работы используется материалы и программы компьютерной обработки информации, математического моделирования процессов, построения цифровых карт, компьютер и компьютерные сети и интернет.

Имеется разные определения системного анализа:

- Анализ системный — англ. analysis, system; нем. Systemanalyse. Совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам обществ;
- Анализ Системный — метод исследования, при котором взаимодействие разных объектов представляется в виде системы, т.е. четкой субординированной последовательности действий;
- Анализ Системный — подход к изучению объектов и явлений, выражаемый в их рассмотрении как развивающихся систем с выделением структуры системы и законов преобразования и развития системы в целом;
- Анализ системный — комплексное исследование сложных объектов, основанное на применении принципов, разработанных в рамках теории систем. Системный анализ это методология решения сложных задач и проблем, приложения системных концепций к функциям управления;
- Анализ Системный — Совокупность методов и средств, позволяющих исследовать свойства и структуру объекта в целом, представив его в качестве системы, подготовить и обосновать управленческие решения;

Для решения хорошо структурированных количественно выражаемых проблем используется известная методология исследования операций, которая состоит в построении адекватной математической модели (например, задачи линейного, нелинейного, динамического программирования, задачи теории массового обслуживания, теории игр и др.) и применении методов для отыскания оптимальной стратегии управления целенаправленными действиями.

Системный анализ предоставляет к использованию в различных науках, системах следующие системные методы и процедуры:

- абстрагирование и конкретизация

- анализ и синтез, индукция и дедукция
  - формализация и конкретизация
  - композиция и декомпозиция
  - линеаризация и выделение нелинейных составляющих
  - структурирование и реструктурирование
  - макетирование
  - реинжиниринг
  - алгоритмизация
  - моделирование и эксперимент
  - программное управление и регулирование
  - распознавание и идентификация
  - кластеризация и классификация
  - экспертное оценивание и тестирование
  - верификация
- и другие методы и процедуры.

Для решения слабо структурированных проблем используется методология системного анализа, системы поддержки принятия решений. Рассмотрим технологию применения системного анализа к решению сложных задач.

Процедура принятия решений включает следующие основные этапы:

- формулировка проблемной ситуации;
- определение целей;
- определение критериев достижения целей;
- построение моделей для обоснования решений;
- поиск оптимального (допустимого) варианта решения;
- согласование решения;
- подготовка решения к реализации;
- утверждение решения;
- управление ходом реализации решения;
- проверка эффективности решения.

Для многофакторного анализа, алгоритм можно описать и точнее:

- описание условий (факторов) существования проблем, И, ИЛИ и НЕ связывание между условиями;
- отрицание условий, нахождение любых технически возможных путей.

Анализ данных:

- Рассчитывать и грамотно интерпретировать статистические показатели и графики;
- Проверять гипотезы с помощью доказательных методов и визуализировать результаты анализа;
- Моделировать и прогнозировать исследуемые показатели в зависимости от различных факторов;
- Обрабатывать результаты анкетирования.

## **Контрольные вопросы**

- Определение системного анализа
- Определение системного анализа
- Постановка геолого-геофизические задачи
- Системные методы
- Системные процедуры
- Информационная технология
- Математическое моделирования
- Математическое обеспечения системы
- Пакет SURFER
- Система ArGIS

### **Литература**

1. SYSTEM ANALYSIS AND DESIGN □ Part 1: System Analysis and Design □ Part 2: UML
2. VIEWLOG Geophysical Analysis Tutorial
3. IMAGING SPECTROMETER DATA ANALYSIS - A TUTORIAL Fred A. Kruse Center for the Study of Earth from Space (CSES) Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences (CIRES) and Department of Geological Sciences University of Colorado, Boulder, CO 80309 USA
4. Мавлонов А.А., Мирахмедов Т.Д., Джуманов Ж.Х. К вопросу организации гидрогеоинформационной модели подземных вод (на примере Хорезмской области и г.Ташкента ). Ташкента: Вестник НУУз. N-4/1. 2009 г.
5. Мирахмедов Т.Д. К вопросу создания численной математической модели геофильтрационных процессов Гурленского района. Вестник НУУз. N-4/1. 2009 г.
6. Мирахмедов Т.Д. Адаптация геофильтрационной математической модели и решения эпигнозных и прогнозных задач (на примере Гурленского района. Вестник НУУз. N-2/1. 2011г. Ст. 62-68.
7. Мирахмедов Т.Д., Ю.Т.Чертков. Региональная оценка эксплуатационных запасов подземных вод Гурленского района методом математического моделирования. В кн.Ташкента: Вестник НУУз. N-2/1. 2012г. Ст. 66-69.
8. Мирахмедов Т.Д. Автоматизированная информационно – обрабатывающая система гидрорежимных данных «дайверов». Вестник НУУз. Махсус сон. 2013 г. Ст. 95-99.

### **Практическая занятия - 2**

**Геологические и геофизические задачи решаемые с применением системного анализа**

Системный анализ при решении геологических задач, современный этап развития разведочной геофизики с применением цифровой регистрирующей аппаратуры и мощных ЭВМ, кластерный анализ и решения задачи, выделение объектов (системный подход), алгоритм нелокального выделения объектов, алгоритмические аспекты системного подхода, системный подход и геологические задачи, база данных (АИС) в геологии и геофизике; ГИС – технология; повышение геологической эффективности геофизических исследований на ЭВМ.

**Цель работы:** Системный анализ при решении геологических задач на основе обработки информации и моделирования процессов и обработка информации математическими методами.

**Постановка задачи:** постановка задачи на основе системного анализа и подхода к решению геологических задач обработки и обобщения информации, анализ карт геологических и геофизических показателей.

**Образец для выполнения работы:** для выполнения работы используются материалы и программы компьютерной обработки информации, математического моделирования процессов, построения цифровых карт, компьютер и компьютерные сети и интернет.

При статистической обработке геологических и геофизических информации используются программы Статистика - 1,2,3 предназначенные для оценки однородности геологических тел; обработка и обобщения информации; изучение зависимости между геологическими и геофизическими показателями.

**МООС – массовый открытый онлайн-курс** (англ. Massive open online courses) — одна из форм дистанционного образования в виде обучающих курсов по определенным предметам, выложенных в сеть для свободного доступа. Этот образовательный формат предполагает возможность слушать видео-лекции в онлайн-режиме, которые читают преподаватели ведущих иностранных вузов. К примеру: Stanford, Duke, California Institute of Technology, University of Illinois, Berklee College of Music, Harvard University. Наравне с университетскими преподавателями для чтения лекций приглашают сотрудников крупных компаний. Для доступа к лекционным занятиям, студент должен зарегистрироваться на специальном интернет-ресурсе – образовательной платформе. Наиболее известные провайдеры МООС — Coursera, EdX, Udacity, Академия Хана, в России действует проект Лекториум. Такие проекты характеризуются масштабностью: количество студентов, которые одновременно могут изучать тот или иной предмет, насчитывает тысячи человек из разных стран, поэтому эти открытые образовательные онлайн-курсы получили название массовых. Формат МООС считается одним из наиболее популярных и перспективных тенденций в мировом образовании, так как открывает всем желающим доступ к качественному обучению.

Образовательная модель открытых онлайн-курсов строится по следующей схеме:

1) Прослушивание лекций на сайте образовательной платформы, которые начинаются в определенное время. Лекции дополняются демонстрацией слайдов с инфографикой и прочими материалами для закрепления.

2) Дополнительные задания, полученные от профессора, которые надо сделать самостоятельно в любое удобное время: выполнение домашних заданий, чтение книг, тестирование. Сдача промежуточных и финальных проверочных заданий выполняется с соблюдением четких сроков.

3) Возможность использовать интерактивные форумы для консультирования и обсуждения пройденного учебного материала.

4) По итогам пройденного обучения, слушатели сдают экзамен и получают Сертификат от учебного заведения.

Слушателям предлагается внедрят МООС – массовый открытый онлайн-курсы в своих учебных процессах.

### **Контрольные вопросы**

- Определение системного анализа
- Определение системного анализа
- Постановка геолого-геофизические задачи
- Системные методы
- Системные процедуры
- Информационная технология
- Математическое моделирования
- Математическое обеспечения системы
- Пакет SURFER
- Система ArGIS

### **Литература**

1. SYSTEM ANALYSIS AND DESIGN □ Part 1: System Analysis and Design □ Part 2: UML
2. VIEWLOG Geophysical Analysis Tutorial
3. IMAGING SPECTROMETER DATA ANALYSIS - A TUTORIAL Fred A. Kruse Center for the Study of Earth from Space (CSES) Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences (CIRES) and Department of Geological Sciences University of Colorado, Boulder, CO 80309 USA
4. Мавлонов А.А., Мирахмедов Т.Д., Джуманов Ж.Х. К вопросу организации гидрогеоинформационной модели подземных вод (на примере Хорезмской области и г.Ташкента ). Ташкента: Вестник НУУз. N-4/1. 2009 г.

5. Мирахмедов Т.Д. К вопросу создания численной математической модели геофильтрационных процессов Гурленского района. Вестник НУУз. N-4/1. 2009 г.
6. Мирахмедов Т.Д. Адаптация геофильтрационной математической модели и решения эпигнозных и прогнозных задач (на примере Гурленского района. Вестник НУУз. N-2/1. 2011г. Ст. 62-68.
7. Мирахмедов Т.Д., Ю.Т.Чертков. Региональная оценка эксплуатационных запасов подземных вод Гурленского района методом математического моделирования. В кн.Ташкента: Вестник НУУз. N-2/1. 2012г. Ст. 66-69.
8. Мирахмедов Т.Д. Автоматизированная информационно – обрабатывающая система гидрорежимных данных «дайверов». Вестник НУУз. Махсус сон. 2013 г. Ст. 95-99.

## **V. БАНК КЕЙСОВ**

### **1-КЕЙС**



## **Определите методы и процедуры системного подхода в данной схеме.**

- абстрагирование и конкретизация
- анализ и синтез, индукция и дедукция
- формализация и конкретизация
- композиция и декомпозиция
- линеаризация и выделение нелинейных составляющих
- структурирование и реструктурирование
- макетирование
- реинжиниринг
- алгоритмизация
- моделирование и эксперимент
- программное управление и регулирование
- распознавание и идентификация
- кластеризация и классификация
- экспертное оценивание и тестирование
- верификация
- постановка задачи
- линейное программирование
- ГИС технология

## **КЕЙС-2**

### **Определите основные этапы процедуры принятия решений в этой схеме**

- формулировка проблемной ситуации;
- определение целей;
- определение критериев достижения целей;
- построение моделей для обоснования решений;
- поиск оптимального (допустимого) варианта решения;
- согласование решения;
- подготовка решения к реализации;
- утверждение решения;
- управление ходом реализации решения;
- проверка эффективности решения.
- описание условий (факторов) существования проблем, И, ИЛИ и НЕ связывание между условиями;
- отрицание условий, нахождение любых технически возможных путей.
- Рассчитывать и грамотно интерпретировать статистические показатели и графики;

- Проверять гипотезы с помощью доказательных методов и визуализировать результаты анализа;
- Моделировать и прогнозировать исследуемые показатели в зависимости от различных факторов;
- Обрабатывать результаты анкетирования;
- кластеризация и классификация;
- экспертное оценивание и тестирование;
- верификация;
- постановка задачи;
- линейное программирование;
- ГИС технология.

## **VI. ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ**

Слушатель во время подготовки самостоятельной работы по данному модулю должен:

- изучить главы и содержание учебной литературы по предмету;
- освоить по раздаточному материалу определенные части лекций;
- работать над темами модуля с использованием специальной литературы;
- глубоко изучить главы предмета, связанные с выполнением учебно-научной работой;
- использовать интерактивные методы обучения, дистанционное обучение.

Рекомендуемые темы самостоятельных работ:

- Определение системного анализа
- Определение системного анализа
- Постановка геолого-геофизические задачи
- Системные методы
- Системные процедуры
- Кластерный анализ
- Информационная технология
- Математическое моделирования
- Математическое обеспечения системы

## VII. ГЛОСАРИЙ

Термин	Толкование на русском языке	толкование на английском языке
<b>Адаптивная система</b> —	<i>кибернетическая система, способная сохранять достигать цели управления при непредвиденных изменениях свойств управляемой подсистемы, цели управления или условий среды. По способам адаптации подразделяются на самонастраивающиеся системы, самообучающиеся системы, самоорганизующиеся системы.</i>	cybernetic system, the ability to maintain control to achieve goals when unforeseen changes in the properties of the managed subsystem, management objectives or environmental conditions. By adapting the methods are divided into self-tuning system, the system self-learning, self-organizing systems.
<b>Аксиома</b> (в теории формальных систем) —	<i>формула, которая признаётся принадлежащей формальной теории в отсутствие доказательства.</i>	a formula that recognizes owned formal theory in the absence of evidence.
<b>Алфавит</b> (в теории формальных систем) —	<i>множество символов, используемых в формулах данной формальной системы.</i>	set of symbols used in the formulas of the formal system.
<b>Аттрактор</b> —	точка или связное множество точек фазового пространства, к которому сходятся все	point or a connected set of points in phase space, to which all the phase

	<p>фазовые траектории системы, отвечающие заданному (определяющему аттрактор) начальному условию. Если система попадает в поле притяжения определенного аттрактора, то она неизбежно эволюционирует к этому относительно устойчивому состоянию.</p>	<p>trajectories of the system to meet specified (defining attractor) the initial condition. If the system gets in the field of attraction of a particular attractor, it will inevitably evolve to this relatively stable state.</p>
<p><b>Безразличное равновесие</b> —</p>	<p>состояние системы, все фазовые траектории в окрестности которого в достаточно близком будущем не являются расходящимися и хотя бы некоторые не являются сходящимися.</p>	<p>state of the system, all the phase trajectories in the neighborhood of which is sufficient in the near future are not divergent, and at least some are not converging.</p>
<p><b>Бифуркация</b> —</p>	<p>явление, состоящее в возможности классифицировать фазовые траектории системы, не полностью совпадающие в течение периода <math>[t_0 - \delta; t_0]</math>, таким образом, что при <math>t \in [t_0; t_0 + \varepsilon]</math> (где <math>\delta</math> — положительное число, <math>\varepsilon</math> — достаточно малое положительное число), траектории из одного и того же класса совпадают, а из разных — не совпадают. Характерно для фазовых траекторий <i>нелинейных динамических систем</i>. Точка фазовой траектории, соответствующая моменту <math>t_0</math>, называется точкой бифуркации.</p>	<p>the phenomenon of being able to classify the phase trajectories of the system, not completely coincide during the period <math>[t_0 - \delta; t_0]</math>, so that when <math>t \in [t_0; t_0 + \varepsilon]</math> (where <math>\delta</math> - positive number, <math>\varepsilon</math> - sufficiently small positive number), the trajectory of the same class of the same and from different - do not match. It is characteristic for the phase trajectories of nonlinear dynamical systems. The point of the phase trajectory corresponding to <math>t_0</math>, the point is called a bifurcation.</p>
<p><b>Большая система</b> —</p>	<p>система, которая вследствие многочисленности элементов и связей между ними не может быть представлена математически, но допускающая <i>декомпозицию</i> на представимые подсистемы.</p>	<p>system, which is due to the large number of elements and the relationships between them can be represented mathematically, but admits decomposition into subsystems presentable.</p>
<p><b>Вербальное</b></p>	<p>определение</p>	<p>definition using visual</p>

<b>определе е —</b>	использованием изобразительных средств естественного языка.	means of natural language.
<b>Гомеостаз —</b>	состояние самоорганизующейся системы, в котором значения переменных системы поддерживаются в пределах их допустимых значений, при которых сохраняется структура системы, за счёт протекающих в ней процессов управления.	the state of self-organizing system in which the values of the variables of the system are maintained within their allowable values, which preserve the structure of the system, due to take place in its management processes.
<b>Гомоморфи зм (в теории систем) —</b>	логико-математическое понятие, означающее одностороннее отношение подобия между двумя системами. Систему называют гомоморфной другой системе, если первая обладает некоторыми, но не всеми, свойствами или законами поведения другой.	logical-mathematical concept, which means one- sided relation of similarity between the two systems. The system is called homomorphic to another system if the first has some, but not all, properties or laws of the behavior of the other.
<b>Декомпози ция —</b>	метод исследования систем, состоящий в её разделении на элементы, каждый из которых обладает свойствами системы, и последующем независимом изучении каждого из этих элементов.	systems research method consists in dividing it into elements, each of which has the properties of the system, and subsequently an independent study of each of these elements.
<b>Дескрипти вное определе е —</b>	определение, содержащее идентифицирующие признаки (указания на отличия или особенности) класса объектов, соответствующих определению. <i>Ср. конструктивное определение.</i>	definition containing identifying characteristics (indications of differences or features) of the class of objects corresponding to the definition. Avg. constructive definition.
<b>Диссипати вные структуры —</b>	структуры, возникающие в неравновесных состояниях системы в результате её самоорганизации при условии постоянного взаимодействия самоорганизующейся системы с внешней средой.	structures arising in non- equilibrium state of the system as a result of its self- provided self-organizing system constant interaction with the environment.

<b>Доказательство</b>	(в теории формальных систем)	(In formal systems theory)
<b>Достижимость</b> —	характеристика системы управления, отражающая способность управляющей подсистемы достичь требуемых характеристик выходного сигнала управляемой подсистемы.	characteristics of the control system, which reflects the ability of management subsystems to achieve the desired characteristics of a controlled subsystem output.
<b>Знание</b> —	информация о связях между переменными исследуемой системы, используемая для предвидения её реакции на внешние воздействия.	information on the relationship between the variables investigated system used to anticipate its reactions to external stimuli.
<b>Изоморфизм</b> —	логико-математическое понятие, означающее отношение взаимного подобия двух систем.	logical-mathematical concept, which means the ratio of the mutual similarity between the two systems.
<b>Имитационное моделирование</b> —	процесс разработки математических моделей реальных объектов в случае, когда цели последующего использования моделей не вполне определены. Как правило, имитационное моделирование предполагает постановку многочисленных вычислительных экспериментов на математических моделях и последующую статистическую обработку полученных результатов.	process of developing the mathematical models of real objects in a case where the target later model is not completely defined. Usually, simulation involves staging numerous computational experiments on mathematical models and the subsequent statistical analysis of the results.
<b>Интерпретация</b> —	отношение, отображающее формулы одной <i>формальной системы</i> на формулы другой формальной системы; отношение, отображающее формулы формальной системы на переменные и связи реальной системы.	attitude, showing formula one formal system to another formula of the formal system; attitude, showing the formula of a formal system variables and connection of the real system.
<b>Кибернетическая система</b> —	система, рассматриваемая с точки зрения протекающих в ней информационных процессов управления.	system, viewed from the perspective of its place in the information management processes.
<b>Конструкт</b>	определение, содержащее генетические признаки	definition containing genetic traits (indication of origin or

<p><b>ивное определени е —</b></p>	<p>(указания на способ возникновения или создания) класса объектов, соответствующих определению. Ср. <i>дескриптивное определение</i>.</p>	<p>method of creation) of the class of objects corresponding to the definition. Avg. descriptive definition.</p>
<p><b>Исчислени е предикатов —</b></p>	<p>формальная система, интерпретируемая в логические законы, связывающие объекты исследования с отношениями между этими объектами. Символам исчисления предикатов в их интерпретации приписывается смысл предметных переменных (соответствующих объектам), предикатных переменных (соответствующих высказываниям), знаков логических операций и порядка их выполнения, кванторов (обозначающих понятия "любой" и "некоторый"). Доказано, что исчисление предикатов, равно как и любая формальная система, содержащая теорию исчисления предикатов в составе своей формальной теории, может использоваться в качестве <i>метаязыка</i> любой формальной системы, в том числе самого исчисления предикатов.</p>	<p>formal system, interpreted in the laws of logic, linking objects of study the relationship between these objects. Symbols of the predicate calculus in their interpretation of the meaning attributed to the object variables (corresponding to objects), predicate variables (corresponding statements), signs of logical operations and order of their execution, quantifiers (denoted "all" and "some" concept). It is proved that the predicate calculus, as well as any formal system that contains the theory of predicate calculus as a part of the formal theory, can be used as any formal meta-language system, including those of the predicate calculus.</p>
<p><b>Метаязык —</b></p>	<p><i>формальная система</i>, используемая в качестве средства определения другой формальной системы.</p>	<p>the formal system used as a means of determining another formal system.</p>
<p><b>Моделиров ание —</b></p>	<p>процесс синтеза системы, гомоморфной исследуемой системе (объекту моделирования).</p>	<p>system synthesis, homomorphic system under study (simulation object).</p>

<b>Нелинейные динамические системы</b> —	класс динамических систем, связи между переменными которых принципиально не могут быть описаны в линейной форме без утраты присущих им существенных свойств. <i>Диссипативные структуры</i> являются нелинейными динамическими системами.	class of dynamical systems, relationships between variables which fundamentally can not be described in a linear fashion without losing the inherent properties of the material. Dissipative structures are non-linear dynamic systems.
<b>Неустойчивое равновесие</b> —	состояние системы, некоторые фазовые траектории в окрестности которого в достаточно близком будущем являются расходящимися. См. <i>Бифуркация</i> .	state of the system, some of the phase trajectories in the neighborhood of which is sufficient in the near future are divergent. See. Bifurcation.
<b>Обратная связь</b> —	отношение, ставящее состояние управляющей подсистемы <i>кибернетической системы</i> в зависимость от значений выходных переменных её управляемой подсистемы.	attitude that puts the state controlling subsystem cybernetic system in dependence on the output variables it controlled subsystem.
<b>Организованность</b> —	свойство системы, проявляющееся в изменении соотношения между нарастанием сложности системы и совершенствованием её структуры. Согласно Н. Винеру, количество информации в системе есть мера её организованности.	property of the system, which manifests itself in changing the relationship between the increase of the complexity of the system and improving its structure. According to Wiener, the amount of information in the system is a measure of its organization.
<b>Отношение</b> —	функция, отображающая значение своих аргументов на логическое (булево) значение.	function that displays the value of its arguments on the logic (Boolean) value.
<b>Очень сложная система</b> —	система, в которой на современном уровне развития науки невозможно установить значительную часть структурных связей между её элементами в связи с их не вполне изученной физической природой, разнообразием и непредсказуемостью	system in which the present state of science is impossible to establish a significant part of the structural links between its elements due to their not fully studied the physical nature, the diversity and unpredictability of symptoms. As a rule, the possibility of predicting the



	<p>проявления. Как правило, возможности предсказания поведения и развития очень сложных систем весьма ограничены, однако некоторые (далеко не все и не всегда самые существенные) закономерности их функционирования поддаются познанию. Примеры очень сложных систем — экономика страны, биогеоценоз, человеческий мозг, глобальная вычислительная сеть.</p>	<p>behavior and development of highly complex systems is very limited, but some (not all and not always the most significant) regularities of their functioning amenable knowledge. Examples of very complex systems - the country's economy, biogeocoenosis, the human brain, a global computer network.</p>
<b>Переходный процесс</b> —	<p>процесс, характеризующийся фазовой траекторией, касательная к которой выходит за пределы допустимых значений некоторых переменных в достаточно малой окрестности некоторого момента времени. Особенность переходного процесса состоит в том, что он не может поддерживаться сколь угодно долго.</p>	<p>a process characterized by the phase trajectory, tangent to which goes beyond the permissible values of some variables in a sufficiently small neighborhood of a certain point in time. Transition feature is that it can not be maintained indefinitely.</p>
<b>Периодический процесс</b> —	<p>процесс, характеризующийся периодической повторяемостью значений некоторых фазовых переменных во времени.</p>	<p>a process characterized by the periodic recurrence of the values of some state variables in time.</p>
<b>Поведение</b> —	<p>процесс изменения состояния системы с течением времени.</p>	<p>the process of changing the state of the system over time.</p>
<b>Правило вывода</b> (в теории формальных систем) —	<p>формальное правило получения новых теорем на основе формул, относительно которых уже известно, что они являются теоремами.</p>	<p>formal rule obtaining new theorems on the basis of formulas for which we already know that they are theorems.</p>
<b>Предикат</b> —	<p>в логике — один из двух терминов суждения, а именно тот, в котором что-то утверждается относительно предмета речи (субъекта); в</p>	<p>logic - one of the two terms of judgment, namely one in which something is approved on the subject of speech (subject); in</p>

	<p>математической логике и теории формальных систем — функция, значениями которой являются высказывания.</p>	<p>mathematical logic and the theory of formal systems - a function whose values are statements.</p>
<p><b>Представление знаний —</b></p>	<p>область человеческой деятельности, связанная с преобразованием накопленных знаний в форму, допускающую их последующее использование без посредничества лиц, осуществивших данное преобразование (например, в процессе работы экспертной, советующей системы или компьютерной системы поддержки принятия решений).</p>	<p>area of human activity associated with the conversion of accumulated knowledge in a form that allows their subsequent use without the mediation of persons who carried out this transformation (for example, in the work of the expert, advising the system or a computer decision support system).</p>
<p><b>Принцип комплексности —</b></p>	<p>принцип тесной увязки решения экономических, социальных, политических и идеологических проблем. В теории систем подразумевает сочетание подходов, присущих разным научным дисциплинам, для изучения связей соответствующей природы, присутствующих в одной и той же сложной или очень сложной системе.</p>	<p>the principle of closely linking the solution of economic, social, political and ideological problems. In systems theory involves a combination of approaches inherent to various disciplines to study the nature of the relevant bonds present in the same complex or very complex system.</p>
<p><b>Принцип максимальной энтропии —</b></p>	<p>принцип моделирования систем, состоящий в определении значений их ненаблюдаемых параметров, максимизирующих неопределённость состояния системы в рамках известных структурных связей между её переменными. Следование данному принципу позволяет объективно отразить степень неопределённости знания о данной системе и получить оценки её ненаблюдаемых параметров, наилучшим</p>	<p>systems modeling principle consists in determining the values of the unobservable parameters that maximize the uncertainty of state of the system within the known structural links between its variables. Adherence to this principle allows to objectively reflect the degree of uncertainty of knowledge about the system and to obtain estimates of its unobservable parameters, consistent with the best</p>

	образом согласующиеся с имеющимся знанием и опытными фактами наблюдений поведения системы.	available knowledge and experimental facts of observation of system behavior.
<b>Принцип полного использования информации —</b>	принцип системного анализа, состоящий в том, что для выявления связей между переменными или структурными элементами системы следует использовать все доступные источники знаний об исследуемых связях, а значит, применять такие формализмы, которые позволяют представить знания всех имеющихся видов, в том числе неполные и неточные, с учётом их достоверности.	system analysis principle consists in the fact that all available sources of knowledge about the investigated connections should be used to identify relationships between variables or structural elements of the system, and therefore to apply such formalisms that allow to introduce the knowledge of all existing species, including incomplete and inaccurate, with regard to their reliability.
<b>Принцип системности —</b>	принцип исследования реальных и идеальных объектов, предполагающий их представление в форме систем. Следование данному принципу требует выделять элементы исследуемой системы, выявлять и изучать связи между элементами, представлять знания о выявленных связях в форме модели с последующим её использованием для синтеза новых объектов, обладающих желаемыми свойствами.	principle study of real and ideal objects, assuming their presentation in the form of systems. Following this principle requires to allocate the elements of the system under study, identify and examine the connection between the elements, to provide knowledge about the relationships identified in the form of a model followed by its use for the synthesis of new objects with the desired properties.
<b>Равновесный процесс —</b>	процесс, характеризующийся фазовой траекторией, описываемой функцией, постоянной во времени (с точностью до достаточно малой величины) относительно некоторых фазовых переменных. Особенность равновесного процесса состоит в длительном сохранении существенных характеристик	process characterized by a phase trajectory described by the function, constant over time (up to a sufficiently small value) with respect to some of the state variables. Feature equilibrium process consists in maintaining prolonged essential characteristics of the system regardless of environmental changes.

	системы независимо от изменений среды.	
<b>Разнообразие</b> —	свойство систем, состоящее в их способности по-разному реагировать на одни и те же воздействия внешней среды. Данное свойство лежит в основе эволюционных процессов в живой природе, позволяя осуществлять отбор наиболее целесообразных реакций и, как следствие, закреплять в процессе эволюции структурные особенности, повышающие вероятность требуемых реакций.	property of systems consisting in their ability to respond differently to the same environmental exposure. This property lies at the heart of evolutionary processes in nature, allowing the selection of the most appropriate reaction and, as a consequence, to fix in the evolution of structural characteristics that increase the likelihood of desired reactions.
<b>Самонастраивающаяся система</b> —	система, параметры или режимы функционирования которой закономерным образом изменяются в согласии с закономерными изменениями условий внешней среды. Пример самонастраивающейся системы — карбюратор автомобильного двигателя, автоматически обеспечивающий степень обогащения горючей смеси, близкую к оптимальной в зависимости от текущего режима функционирования двигателя.	system parameters or modes of operation which natural settings change in accordance with the laws of change of environmental conditions. An example of a self-adjusting system - carburetor automobile engine, automatically providing a degree of enrichment of the fuel mixture, which is close to optimal, depending on the current mode of operation of the engine.
<b>Самообучающаяся система</b> —	естественная или человеко-машинная система, способная усваивать знания и впоследствии применять их при выборе режимов функционирования. Классический пример самообучения живых систем — условные рефлексы. Самообучающимися являются многие экспертные системы, которые пользуются статистикой	natural or man-machine system that can acquire knowledge and then apply them in selecting modes of operation. A classic example of self-study of living systems - conditioned reflexes. Self-learning are many expert systems which use statistics the quality of its advice to correct the knowledge base.

	качества своих консультаций для корректировки базы знаний.	
<b>Самоорганизующаяся система</b> —	система, приобретающая качественно новые структурные связи в изменяющихся условиях среды функционирования. Современная теория систем объясняет способности к самоорганизации свойствами открытых неравновесных (диссипативных) систем, связанными с законами нелинейной динамики. Пример самоорганизации — процессы биогенеза (видообразования) в живой природе, этногенеза (формирования этносов) в процессе развития человеческой цивилизации.	system, acquiring a qualitatively new structural connections in the changing operating environment. Modern systems theory explains the capacity for self-organization properties of open nonequilibrium (dissipative) systems associated with the laws of nonlinear dynamics. An example of self-organization - the processes of biogenesis (speciation) in nature, ethnogenesis (the formation of ethnic groups) in the development of human civilization.
<b>Свобода</b> —	категория теории систем, означающая энтропию системы (либо её управляющей подсистемы) в заданных условиях среды.	category of the theory of systems, meaning the entropy of the system (or its management sub-system) in the specified environmental conditions.
<b>Связность</b> —	свойство систем, состоящее в существовании закономерных связей между её элементами. По наличию либо отсутствию характерной для данной системы связи с другими её элементами можно судить о том, относится ли элемент к данной системе либо к её среде.	systems of property, consisting in the existence of regular relations between its elements. In the presence or absence of the characteristic of the communication system with other elements it is possible to judge whether the element belongs to the system or to its environment.
<b>Синергетика</b> —	раздел теории систем, изучающий процессы самоорганизации (см. <i>самоорганизующиеся системы</i> ).	partition systems theory, studying the processes of self-organization (see. self-organizing systems).
<b>Синтаксис</b> (в теории формальны	совокупность правил построения формул из символов <i>алфавита</i> , приписанная данной	a set of rules for constructing formulas of the alphabet, attributed this formal system.

х систем) —	формальной системе.	
<b>Синтез систем</b> —	научный метод, состоящий в использовании знаний о ранее изученных системах, представленных в форме их моделей, для создания новых типов систем, отличающихся от известных наличием свойств, желательных исследователю.	the scientific method, which consists in the use of knowledge about previously studied systems presented in the form of models for the creation of new types of systems that are different from the known presence of properties desired researcher.
<b>Система</b> —	совокупность взаимосвязанных и целесообразно взаимодействующих элементов.	a set of interrelated and interacting elements expedient.
<b>Система организационного управления</b> —	кибернетическая система, в которой объектом управления, в отличие от системы управления технологическими процессами, являются не машины или иные технические устройства, а коллективы людей, согласованно реализующих общую цель.	cybernetic system in which the control object, as opposed to the process control systems are not machines or other technical devices, and groups of people, consistently implement a common goal.
<b>Система управления</b> —	см. Кибернетическая система	See. cybernetic system
<b>Системный анализ</b> —	научный метод познания, представляющий собой последовательность действий по установлению структурных связей между переменными или элементами исследуемой системы. Опирается на комплекс общенаучных, экспериментальных, естественнонаучных, статистических, математических методов.	knowledge of the scientific method, which is a sequence of actions on the establishment of structural links between the variables or elements of the system under study. It relies on the set of general scientific, experimental, scientific, statistical, mathematical methods
<b>Сложная система</b> —	система, связи между переменными либо элементами которой, при	system, communication between the variables or elements which, when all the

	<p>всём разнообразию, доступны наблюдению и исследованию, однако столь многочисленны, что при существующем уровне знаний возможно лишь приближённое суждение о результатах их совместного действия.</p>	<p>variety of available observations and research, however, are so numerous that the existing level of knowledge can only be approximate judgment of the results of their joint action.</p>
<p><b>Сложность</b> —</p>	<p>свойство систем, состоящее в резком увеличении количества возможных состояний системы с увеличением численности связей между её элементами. Как следствие, исчерпывающее описание поведения системы даже со сравнительно небольшой численностью взаимно связанных элементов (порядка десятков) может оказаться невозможным на существующей ныне технической базе информатизации.</p>	<p>systems of property, consisting in a sharp increase in the number of possible states of a system with an increase in the number of connections between its elements. As a result, a comprehensive description of the behavior of the system even with a relatively small number of interrelated elements (the order of tens) may not be possible on the basis of the technical information of the current day.</p>
<p><b>Событие</b> —</p>	<p>в физике — явление, характеризующееся тремя пространственными координатами и моментом времени; в теории систем — явление, состоящее в существенном (качественном) изменении состояния объекта (например, фазовый переход — изменение агрегатного состояния вещества).</p>	<p>in physics - a phenomenon characterized by three spatial coordinates and the time; in systems theory - a phenomenon consisting in a significant (qualitative) change the state of an object (eg, a phase transition - a change of the aggregate state of matter).</p>
<p><b>Среда</b> —</p>	<p>в широком смысле слова — весь материальный мир за исключением исследуемой системы. В трактовке А. Холла и Р. Фейджина — совокупность всех объектов, изменение свойств которых влияет на систему, и объектов, свойства которых</p>	<p>formula is an axiom or is obtained as a result of a production rule (inference rules) to other theorems.</p>

	меняются в результате поведения системы.	
<b>Страта</b> — элемент социальной структуры —	составляющая человеческого общества, выделяемая на основании многомерной классификации и организуемая в иерархический порядок.	characteristics of the control system, which reflects the ability of the managed subsystem to reduce the entropy of the managed subsystem. Characterized share of entropy removed a total entropy of a controlled subsystem (to control the act).
<b>Структура</b> —	(а) множество связей между переменными или элементами системы; (б) свойство системы, состоящее в закономерном изменении одних элементов под влиянием изменений, произошедших в других элементах, вследствие существования закономерных связей между элементами.	state of the system, all the phase trajectories in the neighborhood of which is sufficient in the near future are converging.
<b>Суждение</b> —	предложение, в котором нечто утверждается или отрицается относительно реальных или идеальных объектов, допускающее (в принципе) соотнесение с реальностью и установление его истинности или ложности в процессе соотнесения.	characteristics of the control system, which reflects the ability of the management subsystem to maintain the output characteristics of the controlled subsystem prescribed control target.
<b>Теорема</b> (в теории формальных систем) —	формула, являющаяся аксиомой либо получаемая в результате применения продукционного правила ( <i>правила вывода</i> ) к другим теоремам.	a set of points in phase space corresponding to the states of the system at all times of the observation period.
<b>Управляемость</b> —	характеристика системы управления, отражающая способность управляемой подсистемы снижать энтропию управляемой подсистемы. Характеризуется долей снятой энтропии в общей энтропии управляемой подсистемы (до акта управления).	Euclidean space, the coordinates of points are determined by the values of state variables of the system under study and the time.



<p><b>Устойчивое равновесие</b> —</p>	<p>состояние системы, все фазовые траектории в окрестности которого в достаточно близком будущем являются сходящимися.</p>	<p>method of statistical studies relationships comprised in constructing a limited number of abstract numerical factors in fully removing most of the observed statistical variation of the variables, followed by an interpretation based on the designed factors due to the degree of the observed variables.</p>
<p><b>Устойчивость</b> —</p>	<p>характеристика системы управления, отражающая способность управляющей подсистемы поддерживать характеристики выходного сигнала управляемой подсистемы, предписанные целью управления.</p>	<p>way to represent knowledge about the system, allocated on the basis of reflection of qualitatively different features of the system structure, determining its behavior. For example, the presentation of "cybernetic system" is allocated on the basis of explicit targets reflect the functioning of systems and information processes, in the midst of its achievement; "Algorithmic system" - according to the principle of reflection of all possible (or most probable) transitions the system from one state to another in the form of an algorithm without regard to the causes of these transitions.</p>
<p><b>Фазовая траектория</b> —</p>	<p>множество точек <i>фазового пространства</i>, соответствующих состояниям системы во все моменты времени периода наблюдения.</p>	<p>formal system, used as a knowledge representation. It provides linguistic formalism (language) and procedural means for knowledge representation.</p>
<p><b>Фазовое пространство</b> во —</p>	<p>евклидово пространство, координаты точек которого определяются значениями переменных состояния исследуемой системы и моментом времени.</p>	<p>system defined by alphabet, syntax (the construction of the rules of Formula alphabet), axiomatic (set of formulas, theorems are considered a priori) and the rules of inference of new theorems.</p>

<p><b>Факторный анализ</b> —</p>	<p>метод статистического исследования связей, состоящий в конструировании ограниченного числа абстрактных числовых факторов, в наиболее полной мере снимающих вариацию наблюдаемых статистических переменных, с последующей интерпретацией сконструированных факторов на основе степени их связи с наблюдаемыми переменными.</p>	<p>the set of theorems of a formal system.</p>
<p><b>Форма представления систем</b> —</p>	<p>способ представления знаний о системе, выделяемый по признаку отражения качественно различных особенностей структуры системы, определяющих её поведение. Например, форма представления «кибернетическая система» выделяется по признаку явного отражения цели функционирования системы и информационных процессов, посредующих её достижение; «алгоритмическая система» — по принципу отражения всех возможных (или наиболее вероятных) переходов системы из одного состояния в другое в форме алгоритма безотносительно к причинам, вызывающим эти переходы.</p>	<p>definition, represented by mathematical symbols (including an explanation of their interpretation of natural language).</p>
<p><b>Формализм</b> —</p>	<p><i>формальная система</i>, используемая в качестве средства представления знаний. Формализм предоставляет лингвистические (языковые) и процедурные средства для представления знаний.</p>	<p>the totality of the formal system of alphabet symbols, the corresponding syntax.</p>

<p><b>Формальная система</b> (символьная система, знаковая система) —</p>	<p>система, определяемая <i>алфавитом</i>, синтаксисом (правилами построения формул из символов алфавита), аксиоматикой (множеством формул, считающихся теоремами а priori) и правилами вывода новых теорем.</p>	<p>formula, which establishes the connection probability of hypotheses about the causes of observed events with the probability of the events themselves.</p>
<p><b>Формальная теория</b> —</p>	<p>множество теорем некоторой <i>формальной системы</i>.</p>	<p>feature highly organized systems, which consists in formulating their performance objectives and the subsequent submission of the control subsystem stated purpose of the activity. Inherent highly developed living organisms, the most complete development receives in connection with the emergence of mind. Elements of goal-setting may be inherent in artificial systems - computer programs with elements of artificial intelligence. For example, the program for the game of chess can first develop a set of long-term goals (to turn a pawn in the figure, the figure of the enemy to attack, to protect the king from possible attack, etc.), and then work out a sequence of moves, realizing this goal, or find the elusive goal.</p>
<p><b>Формальное определение</b> —</p>	<p>определение, представленное математическими символами (включая пояснение их интерпретации на естественном языке).</p>	<p>property of the system, consisting in the fact that her inherent qualitatively new features not found in its elements, taken separately.</p>
<p><b>Формула</b> —</p>	<p>совокупность символов алфавита <i>формальной системы</i>, соответствующая <i>синтаксису</i></p>	<p>theoretic system category, indicating the state achieved in the system, regardless of its behavior (within certain</p>

	.	limits) from its initial state.
<b>Формула Байеса</b> —	формула, устанавливающая связь вероятности гипотез о причинах наблюдаемых событий с вероятностью самих событий.	research and the establishment of the facts and circumstances to determine that require special knowledge in any field of science or practice. In systems theory examination is understood as a specific method of scientific knowledge, which consists in the conversion of non-formalized (including unconscious) expert knowledge in formal form and used in the method of system analysis. In some cases, the review process may allow automation by developing expert systems.
<b>Целеполагание</b> —	функция высокоорганизованных систем, состоящая в формулировании целей их функционирования и в последующем подчинении деятельности управляющей подсистемы сформулированной цели. Присуща высокоорганизованным живым организмам, наиболее полное развитие получает в связи с возникновением разума. Элементы целеполагания могут быть присущи искусственным системам — компьютерным программам с элементами искусственного интеллекта. Например, программа для игры в шахматы может сначала выработать набор перспективных целей (превратить пешку в фигуру, атаковать фигуру противника, защитить короля от возможной атаки и т.п.), после чего выработать	systems of property, consisting in the appearance of their properties, are not inherent in their elements, taken separately; in a special sense the emergence means the inability to predict the values of the variables of the system, based only on the values of the variables of its members (excluding the connections between them).

	последовательность ходов, реализующих данную цель, либо обнаружить недостижимость цели.	
<b>Целостность</b> —	свойство системы, состоящее в том, что ей присущи качественно новые свойства, не обнаруживаемые у её элементов, взятых по отдельности.	category expressing extrinsic properties and relationships of the subject; shape detection (expression, manifestation) the essence of the object (system).
<b>Цель</b> —	теоретико-системная категория, обозначающая состояние, достигаемое системой в процессе её поведения независимо (в известных границах) от её начального состояния.	cybernetic system, the ability to maintain control to achieve goals when unforeseen changes in the properties of the managed subsystem, management objectives or environmental conditions. By adapting the methods are divided into self-tuning system, the system self-learning, self-organizing systems.
<b>Экспертиза</b> —	исследование и установление таких фактов и обстоятельств, для выяснения которых необходимы специальные познания в какой-либо науке или области практической деятельности. В теории систем экспертиза понимается как специфический метод научного познания, состоящий в преобразовании неформализованных (в том числе неосознаваемых) знаний эксперта в формализованную форму и применяемый в рамках метода системного анализа. В отдельных случаях процессы экспертизы могут допускать автоматизацию путём разработки экспертных систем.	a formula that recognizes owned formal theory in the absence of evidence.
<b>Эмерджент</b>	свойство систем, состоящее в возникновении у них	set of symbols used in the formulas of the formal

<b>ность</b> —	свойств, не присущих их элементам, взятым по отдельности; в более специальном смысле эмерджентность означает невозможность предсказания значений переменных системы, основываясь только на значениях переменных её элементов (без учёта связей между ними).	system.
<b>Явление</b> —	категория, выражающая внешние свойства и отношения предмета; форма обнаружения (выражения, проявления) сущности предмета (системы).	point or a connected set of points in phase space, to which all the phase trajectories of the system to meet specified (defining attractor) the initial condition. If the system gets in the field of attraction of a particular attractor, it will inevitably evolve to this relatively stable state.

## VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. SYSTEM ANALYSIS AND DESIGN □ Part 1: System Analysis and Design □ Part 2: UML
2. VIEWLOG Geophysical Analysis Tutorial
3. IMAGING SPECTROMETER DATA ANALYSIS - A TUTORIAL Fred A. Kruse Center for the Study of Earth from Space (CSES) Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences (CIRES) and Department of Geological Sciences University of Colorado, Boulder, CO 80309 USA
4. Мавлонов А.А., Мирахмедов Т.Д., Джуманов Ж.Х. К вопросу организации гидрогеоинформационной модели подземных вод (на примере Хорезмской области и г.Ташкента ). Ташкента: Вестник НУУз. N-4/1. 2009 г.

5. Мирахмедов Т.Д. К вопросу создания численной математической модели геофильтрационных процессов Гурленского района. Вестник НУУз. N-4/1. 2009 г.
6. Мирахмедов Т.Д. Адаптация геофильтрационной математической модели и решения эпигнозных и прогнозных задач (на примере Гурленского района. Вестник НУУз. N-2/1. 2011г. Ст. 62-68.
7. Мирахмедов Т.Д., Ю.Т.Чертков. Региональная оценка эксплуатационных запасов подземных вод Гурленского района методом математического моделирования. В кн.Ташкента: Вестник НУУз. N-2/1. 2012г. Ст. 66-69.
8. Мирахмедов Т.Д. Автоматизированная информационно – обрабатывающая система гидрорежимных данных «дайверов». Вестник НУУз. Махсус сон. 2013 г. Ст. 95-99.

#### **Дополнительная литература**

1. Мавлонов А.А., Мирахмедов Т.Д., Джуманов Ж.Х. К вопросу организации гидрогеоинформационной модели подземных вод (на примере Хорезмской области и г.Ташкента ). Ташкента: Вестник НУУз. N-4/1. 2009 г.
2. Мирахмедов Т.Д. К вопросу создания численной математической модели геофильтрационных процессов Гурленского района. Вестник НУУз. N-4/1. 2009 г.

#### **Интернет ресурсы**

1. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)
2. [www.universarium.org](http://www.universarium.org) – Открытые курсы университетов

[h](#)

[t](#)

[i](#)

[n](#)

[g](#)

[h](#)

[m](#)

[w](#) “Всё о геологии” является неофициальным сайтом геологического факультета МГУ. Сайт содержит разнообразные учебные, научные и

Биографии учёных. Тексты дипломных работ, диссертаций, книг, курсов лекций. Таблицы, фотографии.

5. Федеральная система географических данных США ([info.er.usgs.gov](http://info.er.usgs.gov)) – это справочник геологической службы США, в котором приводятся сведения по текущим геологическим событиям: землетрясениям, извержением вулканов и др.

## ТЕСТЫ

1. Синергетика - это
- a) наука о движении энергии
  - b) наука о возникновении упорядоченной структуры из хаоса +
  - c) наука о кризисах развития систем +
  - d) наука о движении финансовых потоков
2. Автоматическая система – это
- a) система, управляющая пользователем
  - b) система, работающая без участия человека +
  - c) система, имеющая выход к сети
  - d) система, в которой главные решения принимает человек
3. Математическая модель экономической системы – это



- a) математическое представление процессов системы
- b) математическая модель рынка
- c) математическое представление структуры и процессов системы +
- d) математическое представление структуры системы

4. Информационные потоки в системе – это

- a) телевизионные передачи
- b) непрерывная передача информации в цифровой форме +
- c) передача данных в сеть Интернет
- d) передача мультимедийных файлов

5. Ряд Фибоначчи

- a) натуральный ряд чисел
- b) ряд, в котором каждый член равен разности двух предыдущих
- c) ряд, в котором каждый член равен сумме двух предыдущих +
- d) степенной ряд чисел

6. Диаграмма состояния системы

- a) схема связей системы
- b) графическое отражение состояния системы +
- c) структура системы
- d) диаграмма функций системы

7. Реляционная структура системы

- a) структура в виде дерева
- b) структура в виде отношений между элементами +
- c) структура в виде составной сети
- d) структура в виде сети

8. Система информационной безопасности

- a) комплекс аппаратных, организационных и программных средств для обеспечения информационной безопасности +
- b) комплекс организационных и программных средств для обеспечения информационной безопасности
- c) комплекс аппаратных и программных средств для обеспечения информационной безопасности
- d) комплекс аппаратных и организационных средств для обеспечения информационной безопасности

## 9. Моделирование системы

- a) описание работы системы
- b) отражение структуры и процессов системы в иной среде +
- c) программирование работы системы
- d) настройка работы системы

## 10. Компонент системы - это

- a) часть системы, обладающая свойствами системы и имеющая собственную подцель
- b) предел членения системы с точки зрения аспекта рассмотрения +
- c) средство достижения цели
- d) совокупность однородных элементов системы

## 11. Система

- a) структуры и цели
- b) совокупность частей - сложное целое +
- c) регулирования структур
- d) регулирования или поведение структур

## 12. Подсистема

- a) набор элементов
- b) составной частью более крупной системы
- c) концепции
- d) Модель

## 13. Архитектура систем

- a) одна интегрированная модель
- b) описания нескольких представлений
- c) моделью системы
- d) все ответы правильно +

## 14. Природные и антропогенные системы

- a) естественные системы
- b) антропогенные системы
- c) не имеют очевидную цель
- d) для работы единого субъекта

## 15. Системная модель

- a) виды системы

- b) концепция, анализ, проектирования, реализация
- c) входные данные
- d) выходные данные